



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Ανάλυση των κανονισμών DCS και MRV

Συγγραφέας

Ντόκου Ευαγγελία

ΑΜ: 15071

Επιβλέπουσα

Πέππα Σοφία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Αθήνα, Ιούλιος 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA SCHOOL ENGINEERING
DEPARTMENT NAVAL ARCHITECTURE

Analysis of DCS and MRV regulations

Student

Evangelia Dokou

Registration Number: 51115071

Supervisor

Peppa Sofia, Assoc. Professor

Athens, July 2023

Η σελίδα έχει μείνει σκοπίμως κενή



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ : ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική εργασία:

Ανάλυση των κανονισμών DCS και MRV

Συγγραφέας:

Ντόκου Ευαγγελία, ΑΜ: 51115071

Επιβλέπουσα:

Σοφία Πέππα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πα.Δ.Α.

Ημερομηνία εξέτασης:

13 / 7 /2023

Εξεταστική Επιτροπή:

Σοφία Πέππα
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Πα.Δ.Α.

Γεώργιος Λιβανός
Αναπληρωτής Καθηγητής
Πα.Δ.Α.

Ισίδωρος Ιακωβίδης
Λέκτορας
Πα.Δ.Α.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ντόκου Ευαγγελία του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 15071 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η δηλούσα

Ντόκου Ευαγγελία



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την καθηγήτρια μου, κα Πέππα Σοφία για τις γνώσεις που μου προσέφερε προκειμένου να εκπονήσω την παρούσα διπλωματική.

Παράλληλα, ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου και τους φίλους που με τον τρόπο τους βοήθησαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας μου.

Συντομογραφίες

- DCS: Data Collection System (Σύστημα συλλογής δεδομένων)
- ECAs: Emission Control Areas (Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών)
- EEA: European Economic Area (Ευρωπαϊκός Οικονομικός χώρος)
- EEDI: Energy Efficiency Design Index (Δείκτης σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης)
- GHG: Greenhouse Gas (Αέρια του θερμοκηπίου)
- HFO: Heavy Fuel Oil
- IMO: International Maritime Organization (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός)
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή)
- LGO: Liquid Gas Oil
- MARPOL: International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Σύμβαση για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από την ρύπανση)
- MDO: Marine Diesel Oil
- MEPC: Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee)
- MRV: Monitoring Reporting Verification (Σύστημα Παρακολούθησης, Αναφοράς και Επαλήθευσης)
- SEEMP: Ship Energy Efficiency Management Plan (Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης)
- UNCTAD: United Nations Conference on Trade and Development

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η εφαρμογή των κανονισμών για την πρόληψη και τη διαχείριση της ρύπανσης από τις εκπομπές των πλοίων στην ατμόσφαιρα και ειδικότερα τα μέτρα σχετικά με τον περιορισμό της εκπομπής των αέριων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases- GHG) που έχουν υιοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από τη διεθνή κοινότητα. Ο IMO τροποποιώντας το παράρτημα VI (Annex VI) της διεθνούς Σύμβασης MARPOL υιοθέτησε τον διεθνή κανονισμό για το Σύστημα συλλογής δεδομένων (**Data Collection System, DCS**), με σκοπό την υποχρεωτική παρακολούθηση και αναφορά στοιχείων, σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων για πλοία άνω των 5000 GT από το 2019 [1]. Στην εργασία αναλύεται ο Διεθνής Κανονισμός DCS παράλληλα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (EU Regulation 2015/757) σχετικά με το σύστημα Παρακολούθησης, Αναφοράς και Επαλήθευσης (**Monitoring, Reporting, Verification, MRV**) για τη διαχείριση του CO₂ στις θαλάσσιες μεταφορές. Ειδικότερα στο πλαίσιο της εργασίας αναλύονται οι βασικές αρχές και απαιτήσεις των δύο κανονισμών και οι διαφορές τους όσον αφορά το είδος των δεδομένων και τη μεθοδολογία επαλήθευσης. Τέλος στο πλαίσιο της εργασίας παρουσιάζονται στοιχεία για τις εκπομπές CO₂ των πλοίων για το διάστημα 2018-2020 με βάση την πρόσφατη ετήσια έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Abstract

This thesis examines the implementation of European and International Regulations on the prevention and management of air pollution from ships in order to reduce Greenhouse Gases (GHG). The IMO adopted amendments to *MARPOL Annex VI* on data collection system for ship fuel consumption with the aim to minimize GHG emissions from ships. The mandatory *Data Collection System (DCS)* for international shipping has been adopted by the IMO new regulation, and starting in 2019, ships of 5,000 GT and above must begin collecting and reporting data to an IMO database [1]. In this thesis, the *EU Regulation 2015/757 on Monitoring, Reporting, and Verification (MRV)* for the management of CO₂ emissions in maritime transport is analyzed in conjunction with the DCS on fuel usage of ships. In particular, the study analyzes the basic principles and requirements of the two systems and their differences in terms of data collecting and verification. Finally, the data on CO₂ emissions from ships for the years 2018 through 2020 are presented in the last section, which is based on the most recent annual report of the European Union.

Περιεχόμενα

Συνομογραφίες	1
Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Περιεχόμενα	4
Ευρετήριο Πινάκων	6
Ευρετήριο Εικόνων.....	7
Ευρετήριο Γραφημάτων.....	8
Εισαγωγή.....	9
<i>Οι θαλάσσιες μεταφορές σήμερα</i>	10
Κεφάλαιο 1- Διεθνής ναυτιλία και νομοθεσία για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου	14
1.1 UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).....	14
1.2 Συμφωνία των Παρισίων.....	14
1.3 Η δέσμη προτάσεων «Fit for 55»	15
1.4 Ο κανονισμός Fuel EU	17
1.5 Η Σύνοδος της Γλασκώβης.....	18
Κεφάλαιο 2- Η Σύμβαση MARPOL.....	20
2.1 Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής απόδοσης –EEDI.....	21
2.2 Σχέδιο διαχείρισης ενεργειακής απόδοσης – SEEMP	21
Κεφάλαιο 3 - Ανάλυση του ευρωπαϊκού κανονισμού MRV.....	24
3.1 Η πολιτική της ΕΕ σχετικά με τις εκπομπές CO ₂ από τα πλοία	24
3.2 Βασικές αρχές του κανονισμού MRV: Παρακολούθηση, δημιουργία αναφοράς και επαλήθευση.....	26
3.2.1. Παρακολούθηση (Το Σχέδιο Παρακολούθησης, <i>Monitoring Plan</i>).....	27
3.2.2. Παρακολούθηση της κατανάλωσης καυσίμου	31
3.2.3. Υποβολή εκθέσεων και επαλήθευση	32
3.3 Αξιολόγηση του κανονισμού MRV	33
3.3.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κανονισμού MRV.....	34
Κεφάλαιο 4 - Ανάλυση του συστήματος DCS του IMO	37
4.1 Το σύστημα συλλογής δεδομένων για την κατανάλωση καυσίμων των πλοίων.....	37
4.1.1 Μέθοδος 1 – Σημείωμα παράδοσης καυσίμου (<i>BDN</i>).....	39
4.1.2 Μέθοδος 2 - Μετρητές ροής	40
4.1.3 Μέθοδος 3 - Παρακολούθηση της δεξαμενής καυσίμου	40
Κεφάλαιο 5 -Σύγκριση των κανονισμών MRV και DCS.....	42
Κεφάλαιο 6 – Στόχος η επίτευξη μηδενικών εκπομπών αυτόν τον αιώνα.....	45

6.1 Η εφαρμογή του δείκτη EEXI.....	45
6.2 Βασικές αρχές του επιχειρησιακού/λειτουργικού δείκτη έντασης άνθρακα CII	46
Κεφάλαιο 7 - Ανάλυση στοιχείων και εφαρμογή του κανονισμού MRV	48
7.1 Το σύστημα THETIS MRV.....	48
7.2 Εκπομπές CO ₂ για το διάστημα 2018-2020.....	48
7.3 Κατανάλωση καυσίμου για το διάστημα 2018-2020.....	52
7.4 Ταχύτητα και χρόνος ταξιδιού για το διάστημα 2018-2020	52
Κεφάλαιο 8 - Σχόλια – Τελικές παρατηρήσεις.....	55
Βιβλιογραφία	56

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Οι αποφάσεις του προγράμματος «Fit for 55» συνοπτικά[17]	16
Πίνακας 2 Τύποι πλοίων που εξαιρούνται του κανονισμού MRV [33]	26
Πίνακας 3 Υπόδειγμα φόρμας για αναφορά εκπομπών και είδη καυσίμων που χρησιμοποιούνται [34].....	28
Πίνακας 4 Συντελεστές εκπομπών ανά είδος καυσίμου [34].....	28
Πίνακας 5 Προσδιορισμός του φορτίου ανά τύπο πλοίου [30].....	30
Πίνακας 6 Παρακολούθηση κατά διάρκεια του ταξιδιού και ετήσια παρακολούθηση [33]	31
Πίνακας 7 Οι μέθοδοι εκτίμησης της κατανάλωσης καυσίμου [30]	32
Πίνακας 8 Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία της ετήσιας έκθεσης για τις εκπομπές CO ₂ (Πηγή: [33]) .	33
Πίνακας 9 Πληροφορίες του συστήματος συλλογής δεδομένων των πλοίων [[38] [39]]	39
Πίνακας 10 Σύγκριση μεταξύ του συστήματος MRV της ΕΕ και του DCS του ΙΜΟ για την κατανάλωση των καυσίμων των πλοίων [[37], [40]].....	43
Πίνακας 11 Η χρονική εξέλιξη της εφαρμογής των δύο συστημάτων [42].....	43
Πίνακας 12 Μέθοδοι - Προτάσεις για τη μείωση των εκπομπών από τα πλοία [44]	45
Πίνακας 13 Οι συντελεστές μείωσης του συντελεστή CII με την πάροδο των ετών [47]	47

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Πηγή: [4]).....	10
Εικόνα 2 Η περιβαλλοντολογική μόλυνση λόγω των εκπομπών CO ₂ από τα πλοία[23]	19
Εικόνα 3 Αέρια που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων στα πλοία [26].....	20
Εικόνα 4 Τα 4 βήματα υλοποίησης του SEEMP PART 1 [31].....	22
Εικόνα 5 Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης του πλοίου με τον κανονισμό MRV [30].....	25
Εικόνα 6 Παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στον κανονισμό MRV [30]	29
Εικόνα 7 Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στον κανονισμό MRV [30]	30
Εικόνα 8 Το πλαίσιο λειτουργίας του κανονισμού MRV [35]	34
Εικόνα 9 Σχηματική πορεία των σταδίων υιοθέτησης του DCS [37]	38
Εικόνα 10 Μέθοδος 1 – Σημείωμα παράδοσης Καυσίμου (BDN) [40]	40
Εικόνα 11 Μέθοδος 2 (Μετρητές ροής) και Μέθοδος 3 (Παρακολούθηση δεξαμενών καυσίμου) [40]	40
Εικόνα 12 Η διαδικασία που ακολουθείται ώστε το πλοίο να συμμορφώνεται με τον κανονισμό CII [47].....	46
Εικόνα 13 Τα στάδια συμμόρφωσης με τον κανονισμό CII [47].....	46

Ευρετήριο Γραφημάτων

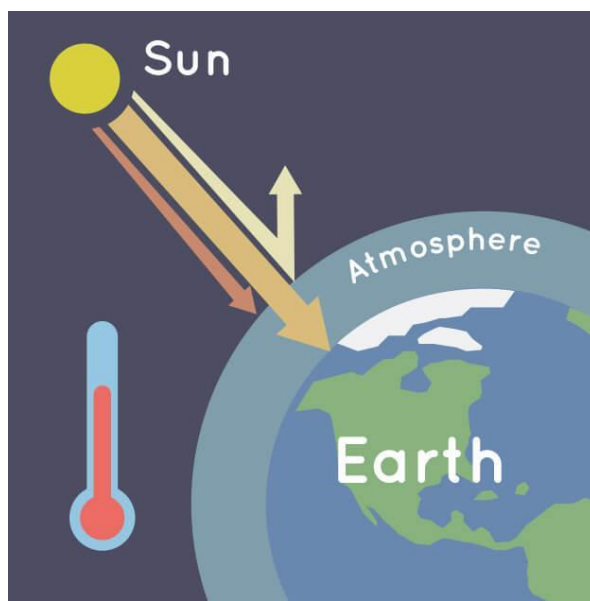
Γράφημα 1 Αναφερόμενες συνολικές εκπομπές CO ₂ του στόλου 2018-2020 [48]	50
Γράφημα 2 Συνολικός αριθμός πλοίων για τα οποία υποβλήθηκε έκθεση εκπομπών 2018-2020 [48]	50
Γράφημα 3 Εκπομπές στόλου 2018 έως 2020 ανά τύπο ταξιδιού και σε θέση ελλιμενισμού [48]	50
Γράφημα 4 Συνολικές εκπομπές ανά τύπο πλοίου (2018 έως 2020) [48].....	51
Γράφημα 5 Η συνεισφορά στις εκπομπές CO ₂ ανά τύπο πλοίου για το 2020 [48]	51
Γράφημα 6 Η συνολική κατανάλωση καυσίμου του στόλου της ΕΕ ανά τύπο καυσίμου (2018-2020) [48].....	52
Γράφημα 7 Μέση ταχύτητα ανά τύπο πλοίου [48].....	53
Γράφημα 8 Μέσος χρόνος στη θάλασσα ανά τύπο πλοίου [48]	54

Εισαγωγή

Τα περιβαλλοντικά ζητήματα που σχετίζονται με τις θαλάσσιες μεταφορές βρίσκονται στο επίκεντρο του παγκόσμιου ενδιαφέροντος, καθώς μέσω των πλοίων μεταφέρεται πάνω από το 80% - 90% του παγκόσμιου όγκου φορτίου προς πώληση. Οι θαλάσσιες μεταφορές συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και ειδικότερα στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) ενισχύοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου [1]. Υπολογίζεται ότι περίπου το 3% των ετήσιων εκπομπών CO_2 προέρχεται από τις εκπομπές των πλοίων.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που τα τελευταία χρόνια, έχει απασχολήσει την ανθρωπότητα σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο. Καθώς η γη δέχεται ηλιακή ακτινοβολία -κυρίως υπεριώδη- ένα μέρος αυτής απορροφάται από τη γη και την ατμόσφαιρα και ένα μέρος ανακλάται πίσω στο διάστημα. Όταν το φως του ήλιου φτάνει στη γη, η επιφάνεια απορροφά μέρος της ενέργειας του φωτός και το εκπέμπει ξανά ως υπέρυθη ακτινοβολία, η οποία γίνεται αισθητή ως θερμότητα [2]. Αυτή η υπέρυθη ακτινοβολία διαδίδεται από τη γη στο διάστημα όταν δεν παρεμποδίζεται από ορισμένα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας. [2].

Το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου υποστηρίζει τη ζωή στον πλανήτη μας, καθώς διάφορα αέρια (αέρια θερμοκηπίου) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα διατηρούν τη θερμοκρασία της γης σε κατάλληλες τιμές για την επιβίωση των ζωντανών οργανισμών. Τα σημαντικότερα από αυτά τα αέρια είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4) και οι υδρατμοί (H_2O). Τα αέρια του θερμοκηπίου επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να διαπερνά την ατμόσφαιρα και να φτάνει στην επιφάνεια της γης αλλά ταυτόχρονα να εγκλωβίζεται όπως συμβαίνει στα θερμοκήπια. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) εκπέμπεται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και κυρίως από την καύση των ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο), στερεών αποβλήτων, βιολογικών υλικών (δέντρων κλπ), και επιπλέον παράγεται από ορισμένες χημικές αντιδράσεις [3]. Τα φυτά απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα απομακρύνοντας το έτσι από την ατμόσφαιρα ως μέρος του βιολογικού κύκλου του άνθρακα. Οι ανθρώπινες όμως δραστηριότητες προσθέτοντας επιπλέον CO_2 στην ατμόσφαιρα μεταβάλλουν τον κύκλο του άνθρακα και επηρεάζουν την ικανότητα των φυσικών σχηματισμών, όπως τα δάση, να απομακρύνουν αποτελεσματικά το CO_2 από την ατμόσφαιρα. Σήμερα, τα επίπεδα CO_2 της ατμόσφαιρας είναι υψηλότερα από ό,τι ήταν εδώ και τουλάχιστον 3 εκατομμύρια χρόνια με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας στον πλανήτη και την επακόλουθη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης [2].



Εικόνα 1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Πηγή: [4])

Οι θαλάσσιες μεταφορές σήμερα

Το διεθνές θαλάσσιο εμπόριο ανέκαμψε το 2021 με εκτιμώμενη ανάπτυξη 3,2 % και συνολικό μεταφερόμενο φορτίο 11 δισεκατομμυρίων τόνων, μετά από πτώση 3,8 % το 2020 [5]. Το ποσοστό αυτό ήταν ελαφρώς κάτω από τα επίπεδα πριν από την περίοδο της πανδημίας του COVID-19, καθώς το εμπόριο εξακολουθούσε να παρεμποδίζεται από την παρατεταμένη πανδημία [5]. Η ανάπτυξη προήλθε κυρίως από την αύξηση της ζήτησης σε φορτίο εμπορευματοκιβωτίων. Η μεταφορά φορτίου χύδην και αερίου επίσης αυξήθηκε ενώ οι μεταφορές αργού πετρελαίου μειώθηκαν.

Το 2022, σύμφωνα με τη UNCTAD ο ετήσιος μέσος όρος ανάπτυξης του θαλάσσιου εμπορίου υποχώρησε κατά 1,4% ενώ για την περίοδο 2023 – 2027 προβλέπεται να διευρυνθεί με ετήσιο μέσο όρο 2,1% [5] ακολουθώντας βραδύτερο ρυθμό σε σχέση με τον προηγούμενο μέσο όρο τριών δεκαετιών που ήταν 3,3%. Η προβλεπόμενη επιβράδυνση είναι συνέπεια όχι μόνο της πανδημίας και των αναγκαστικών εγκλεισμών (lockdown) αλλά και των ισχυρών μακροοικονομικών αντιθέσεων σε συνδυασμό με την αποδυνάμωση στην Κινέζικη οικονομία. Επιπλέον, αντιμέτωποι με τον αυξανόμενο πληθωρισμό και το κόστος διαβίωσης, οι καταναλωτές ξοδεύουν λιγότερα, μετατρέποντας σε κάποιο βαθμό τις δαπάνες από αγαθά σε υπηρεσίες [5]. Παρόλα αυτά ο IMO προβλέπει αύξηση στις μεταφορικές ανάγκες σε παγκόσμιο επίπεδο, από 2 έως 4% ετησίως μέχρι το 2050 [5].

Η ισορροπία, μεταξύ της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία και της συνεχούς αύξησης της ναυτιλιακής δραστηριότητας, είναι εξαιρετικά εύθραυστη καθώς η αύξηση των εκπομπών από τα πλοία αναμένεται να κυμανθεί σε ποσοστά 50% - 250% έως το 2050. Επιπλέον το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη και η προσπάθεια των κυβερνήσεων να διατηρήσουν την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας παγκοσμίως κάτω από 1.5 – 2 °C, ώστε οι επιπτώσεις να μην επηρεάσουν δραματικά το οικοσύστημα του πλανήτη, προφανώς εγείρει το ζήτημα της βιωσιμότητας της ναυτιλίας μακροπρόθεσμα.

Ο IMO ανταποκρίθηκε εν μέρει σε αυτή την επίκαιρη πρόκληση, υιοθετώντας το 1997, στη Διεθνή Σύμβαση *MARPOL 73/78*, το «Παράρτημα VI για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία», το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005 και επικυρώθηκε από 75 συμβαλλόμενα μέρη [6].

Το 2013 ο IMO υιοθέτησε συμπληρωματικές τεχνικές και επιχειρησιακά μέτρα, με στόχο τις μειωμένες εκπομπές CO₂ κατά ένα δισεκατομμύριο τόνους έως το 2050. Αυτά τα μέτρα αφορούν τον κανονισμό για την «Ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων» (Energy Efficiency), που εισήγαγε υποχρεωτικά τεχνικά και επιχειρησιακά μέτρα, όπως το «Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Design Index, EEDI)» και το «Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης (Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP)» [7].

Ωστόσο, σύμφωνα με την Επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος του IMO (MEPC), έχει αναγνωριστεί ότι δεν θα υπάρξει ικανοποιητική μείωση των ρυπογόνων αερίων μέσω των υπάρχοντων μέτρων εξαιτίας της παγκόσμιας οικονομικής ανάπτυξης και της σχετικής ζήτησης μεταφορών. Ακόμη και όταν υιοθετήθηκε η Συμφωνία Συνεργασίας των Παρισίων το 2015, σχετικά με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή με στόχο να περιορισθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη σε 1,5 °C, η ναυτιλία δεν είχε λάβει μέρος [8].

Ένα από τα κύρια εμπόδια όσον αφορά την υιοθέτηση πολιτικών μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι ότι η ακριβής ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από τα πλοία δεν είναι γνωστή λόγω της έλλειψης παρακολούθησης και καταγραφής σχετικά με τις εκπομπές αυτές σε διεθνές επίπεδο. Με αφορμή το γεγονός αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) αποφάσισε να υιοθετήσει ένα «Σύστημα παρακολούθησης, καταγραφής και επαλήθευσης των εκπομπών CO₂» (Monitoring, Reporting, Verification, MRV), που οδήγησε στην έγκριση της οδηγίας *EE 2015/757*, η οποία τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιουλίου του 2015. Μέσω του συστήματος MRV, η ΕΕ ποσοτικοποιεί με ακρίβεια την κατανάλωση καυσίμου και των παραγόμενων εκπομπών CO₂. Στη συνέχεια

ακολούθησε και ο IMO προτείνοντας ένα παγκόσμιο σύστημα «Συλλογής δεδομένων» (Data Collection System, DCS) για τη κατανάλωση καυσίμων από τα πλοία που μπήκε σε εφαρμογή τον Απρίλιο του 2016 [9].

Παρά το γεγονός πως οι κανονισμοί (MRV και DCS) στοχεύουν στη συλλογή στοιχείων από τα καύσιμα των πλοίων και τις καταναλώσεις, προκειμένου να προκύψουν αποτελέσματα για τις εκπομπές καυσαερίων, διαφέρουν ως προς τα στοιχεία που συλλέγουν καθώς και στη μέθοδο που χρησιμοποιούν για επαλήθευση αυτών. Η τήρηση των απαιτήσεων και των δύο κανονισμών αποτελεί υποχρέωση των ναυτιλιακών εταιριών.

Ο IMO στην προσπάθεια του να ελαττώσει τις εκπομπές GHG, ενέκρινε τον Οκτώβριο του 2018 (MEPC 73), ένα σύστημα παρακολούθησης, για τη μείωση των GHG στον χώρο της παγκόσμιας ναυτιλίας .

Οι προσπάθειες του IMO σχετικά με την μείωση των GHG επικεντρώνονται στα εξής σημεία:

1. *Μείωση του CO₂ που συνεπάγεται η λειτουργία του πλοίου μέσω των προτύπων του «δείκτη ενεργειακής απόδοσης σχεδιασμού (EEDI) για νέα πλοία» [10].*
2. *Μείωση των εκπομπών άνθρακα τουλάχιστον κατά 40% μέχρι το 2030, και κατά 70% μέχρι το 2050, συγκριτικά με τις εκπομπές CO₂ της τελευταίας δεκαπενταετίας από τη διεθνή ναυτιλία [10].*
3. *Μείωση των GHG που παράγονται από τη διεθνή ναυτιλία. Μείωση δηλαδή των συνολικών ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 50% έως το 2050 σε σύγκριση με το 2008, ενώ θα συνεχίζονται οι προσπάθειες για τη σταδιακή εξάλειψη τους [10] .*

Παράλληλα με την κινητοποίηση του IMO, η Ε.Ε. τον Ιούλιο 2021 παρουσίασε στο πλαίσιο της «Συμφωνίας των Παρισίων» μια σειρά μέτρων για τα κράτη-μέλη της, σε μια νομοθεσία που προβλέπεται να τεθεί σε ισχύ με στόχο να μειώσει κατά 55% τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030. Η δέσμη μέτρων της Ε.Ε. γνωστή ως "Fit for 55" αποτελεί την επικαιροποιημένη συμφωνία της Ε.Ε. για το 2030 [11].

Οι θέσεις που σχετίζονται με τη ναυτιλία διατυπώνονται παρακάτω:

1. Το *Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (EU ETS) - (Emission Trading System):* καθορίζει το ανώτατο όριο των συνολικών εκπομπών που είναι «ασφαλές» για το περιβάλλον. Έτσι όσα πλοία δεν συμμορφώνονται με το θεσμοθετημένο όριο των εκπομπών θα υποβάλλονται σε

κλιμακωτές χρεώσεις ανάλογες με τη διαφορά, των εκπομπών τους από το όριο του κανονισμού [11].

2. Το Fuel EU Maritime: καθορίζει τη μέγιστη περιεκτικότητα όσον αφορά τα αέρια του θερμοκηπίου που εκπέμπουν τα πλοία που ταξιδεύουν σε λιμένες της Ευρώπης [11].

Κεφάλαιο 1- Διεθνής ναυτιλία και νομοθεσία για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου

Η αύξηση της παγκόσμιας δραστηριότητας των πλοίων τα τελευταία χρόνια λόγω της αυξανόμενης ζήτησης και η συναφής αύξηση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών CO₂ παρά τις βελτιώσεις στην αποδοτικότητα για πολλές κατηγορίες πλοίων.

Η θέσπιση κανονισμών που σχετίζονται με τις εκπομπές CO₂ των πλοίων αποτελεί πάντα ένα επίκαιρο ζήτημα. Σύμφωνα με την ΕΕ ο ναυτιλιακός τομέας θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία κατά 2% μέχρι το 2025, 14.5% το 2035 και 80% το 2050 σε σύγκριση με τις εκπομπές του 2020. Τα μέτρα αφορούν πλοία με ολική χωρητικότητα 5.000 GT, καθώς αυτά συνεισφέρουν στο 90% των εκπομπών CO₂ για όλη την ενέργεια που χρησιμοποιείται στα πλοία όταν βρίσκονται εντός ή ταξιδεύουν μεταξύ των λιμανιών της ΕΕ, και για το 50% της ενέργειας που χρησιμοποιείται για ταξίδια με λιμάνια αναχώρησης ή άφιξης εκτός της ΕΕ [12].

1.1 UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)

Το 1988 δημιουργήθηκε η Διεθνής Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή από τον “Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό” και το “Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών” για το Περιβάλλον (UNEP), η οποία δημοσιοποίησε την πρώτη της έκθεση το 1990, όπου ανέφερε ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πραγματικό πρόβλημα και προέτρεπε την εφαρμογή μέτρων προστασίας. Τα ευρήματα της επιτροπής οδήγησαν τις κυβερνητικές αρχές να προχωρήσουν το 1992 στη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), μια σύμβαση που τέθηκε σε ισχύ το 1994. Με την UNFCCC συνδέεται η διεθνής συμφωνία, γνωστή και ως πρωτόκολλο του Κιότο, η οποία υιοθετήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας το 1997 από 37 βιομηχανικές χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση με τη δέσμευση να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) [13].

1.2 Συμφωνία των Παρισίων

Η Συμφωνία των Παρισίων για την κλιματική αλλαγή είναι η πρώτη παγκόσμια συμφωνία που πραγματεύεται τη βιωσιμότητα του κλίματος. Υπογράφηκε τον Δεκέμβριο του 2015 από 195 χώρες, στο Συμβούλιο των Παρισίων για την κλιματική αλλαγή. Η Συμφωνία υιοθετήθηκε από την

Ευρωπαϊκή Ένωση στις 5 Οκτωβρίου 2016 ενώ τέθηκε σε ισχύ στις 4 Νοεμβρίου 2016 αφού ικανοποιήθηκε η προϋπόθεση της επικύρωσης της από 55 τουλάχιστον χώρες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55 % των παγκόσμιων εκπομπών GHGs. Η Συμφωνία έχει επικυρωθεί από όλες τις χώρες της ΕΕ [[14], [15]].

Στη Συμφωνία των Παρισίων συμπεριλαμβάνονται ολοκληρωμένα σχέδια δράσης για το κλίμα και τη μείωση κάτω από 2°C της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη με μακροπρόθεσμο στόχο τη μείωση κάτω από 1.5°C σε εθνικό επίπεδο. Ειδικότερα η Συμφωνία επικεντρώνεται στα εξής στοιχεία [16].

- *Φιλοδοξία — τα σχέδια δράσης κοινοποιούνται από τις κυβερνήσεις ανά πενταετία, με ολοένα και πιο φιλόδοξους στόχους.*
- *Διαφάνεια — η πρόοδος ως προς την επίτευξη των στόχων τους γνωστοποιείται τόσο μεταξύ των χωρών όσο και στο κοινό, προκειμένου να υπάρχει διαφάνεια και εποπτεία.*
- *Αλληλεγγύη — τα κράτη μέλη της ΕΕ και άλλες ανεπτυγμένες χώρες θα εξακολουθήσουν να παρέχουν χρηματοδότηση για το κλίμα για να βοηθήσουν τις αναπτυσσόμενες χώρες να μειώσουν τις εκπομπές αλλά και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.*

Με τη συμφωνία αυτή, η ΕΕ υπέβαλε μια σειρά νομοθετικών προτάσεων στο τέλος του 2020, με τη δέσμευση οι εκπομπές να μειωθούν τουλάχιστον κατά 55% συγκριτικά με τα επίπεδα των προηγούμενων ετών από το 1990 έως το 2030. Η απόφαση αυτή είναι σημαντική καθώς ο προηγούμενος στόχος ήταν στο 40% συγκριτικά και πάλι με το 1990 [14]. Με τον τρόπο αυτό οι χώρες της ΕΕ έθεσαν τις βάσεις για την κλιματική ουδετερότητα σε ότι αφορά την οικονομία και την κοινωνία ως το 2050 [16].

Αν και σήμερα θα έλεγε κανείς ότι αυτό ανήκει σε μια ουτοπική κοινωνία, η Ε.Ε. είναι πεπεισμένη ότι η—επίτευξη μηδενικού ισοζυγίου εκπομπών μπορεί να πραγματοποιηθεί μέχρι το 2050. Ο επόμενος στόχος είναι οι εκπομπές των πλοίων να γίνουν μηδενικές, εφαρμόζοντας τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αντισταθμίζονται οι εναπομένουσες και αναπόφευκτες εκπομπές, γεγονός που μετά την επίτευξη του στόχου θα ωφελήσει το σύνολο της ανθρωπότητας και το περιβάλλον [16].

1.3 Η δέσμη προτάσεων «Fit for 55»

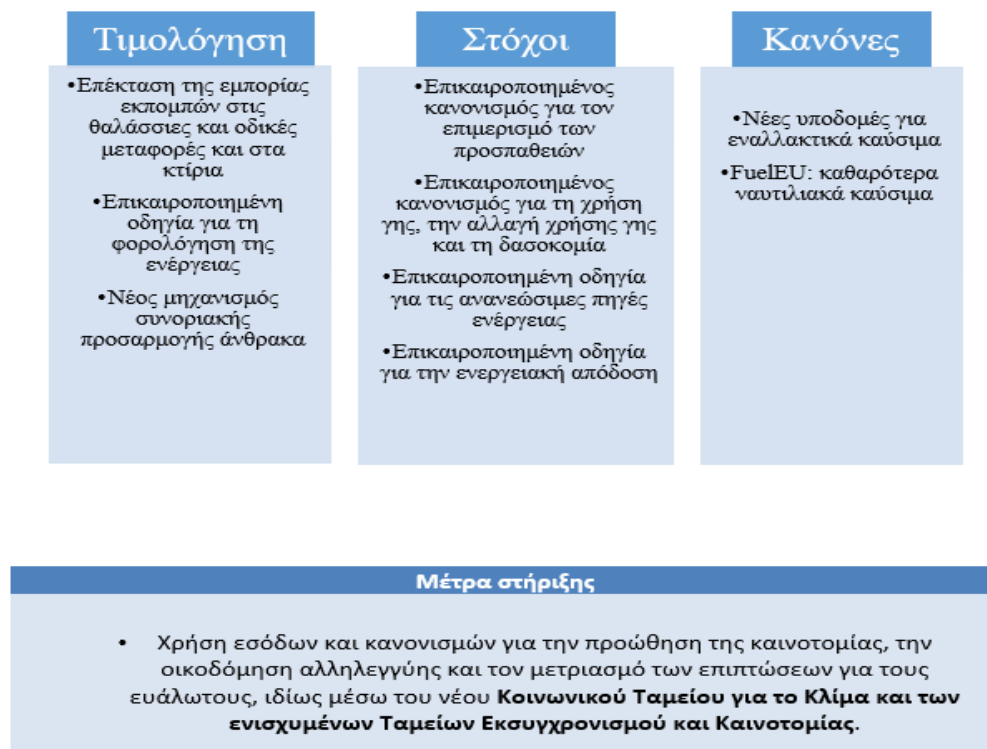
Τον Ιούλιο του 2021, η ΕΕ δημοσίευσε επικαιροποιημένα μέτρα για την «πράσινη συμφωνία», γνωστή ως "Fit for 55" σε σχέση με τη μείωση κατά 55% των εκπομπών άνθρακα με στόχο το 2030. Η δέσμη προτάσεων "Fit for 55" αναφέρεται σε οκτώ προϋπάρχουσες νομοθετικές πράξεις και

παρουσιάζει πέντε νέες πρωτοβουλίες σχετικά με τα εξής:

- Κλίμα
- Ενέργεια και καύσιμα
- Μεταφορές
- Κτίρια
- Χρήση γης και δασοκομία

Με επίκεντρο την κλιματική αλλαγή η ΕΕ για άλλη μια φορά είναι πρωτοπόρος με το "Fit for 55" χωρίς αυτό να μεταφράζεται ως πανάκεια για το φαινόμενο, καθώς οι δράσεις που θα δώσουν ουσιαστικό αποτέλεσμα είναι οι παράλληλες δράσεις από το σύνολο του πλανήτη. Η δέσμη των προτάσεων "Fit for 55" επηρεάζει τη ναυτιλία, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το σχεδιασμό μέτρων για την επέκταση του πεδίου εφαρμογής του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (EUETS) ώστε να συμπεριλάβει τις θαλάσσιες μεταφορές[17].

Σχετικά με τη ναυτιλία οι προτάσεις του "Fit for 55" παρουσιάζονται ολοκληρωμένα στον παρακάτω πίνακα 1[17].



Πίνακας 1 Οι αποφάσεις του προγράμματος «Fit for 55» συνοπτικά [17]

Οι κλιματικοί στόχοι για την φιλόδοξη δέσμη «Fit for 55» είναι προσανατολισμένοι στο πλαίσιο της ενίσχυσης της οικολογικής συνείδησης με τελικό στόχο την εξάλειψη των εκπομπών CO₂ από τη ναυτιλία, μαζί και με άλλους κλάδους, σεβόμενοι, ταυτόχρονα, την κοινωνική διάσταση αυτής της μετάβασης προς όφελος της παγκόσμιας κοινότητας.

1.4 Ο κανονισμός Fuel EU

Παρόλο που τα τελευταία χρόνια σημειώθηκε σημαντική πρόοδος, ο τομέας των θαλασσιών μεταφορών εξακολουθεί να χρησιμοποιεί σχεδόν εξ ολοκλήρου τα ορυκτά καύσιμα τα οποία αποτελούν σημαντική πηγή για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και άλλων ρύπων. Η προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών εκπομπών CO₂ στη ναυτιλία (FuelEU Maritime) στοχεύει μέχρι το 2050, στη μείωση της έντασης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία έως και 75%. Η πρόταση βρίσκεται στην ίδια κατεύθυνση με τους στόχους της ΕΕ για το κλίμα έως το 2030 και το 2050 και αναμένεται να συντελέσει καταλυτικά στην επίτευξη θετικών αποτελεσμάτων για το παγκόσμιο κλίμα [18].

Ο κανονισμός FuelEU πρόκειται να ισχύσει για όλα τα πλοία άνω των 5000 GT που ελλιμενίζονται εντός της ΕΕ, ανεξάρτητα από τη σημαία τους. Σύμφωνα με τον κανονισμό θα καταγράφονται οι εκπομπές των πλοίων τόσο για τα ταξίδια εντός της ΕΕ, όσο και για το 50% των εκπομπών από λιμάνια εκτός ΕΕ με προορισμό λιμάνια της ΕΕ ή που ξεκινούν από λιμάνι της ΕΕ αλλά καταλήγουν σε λιμάνι εκτός ΕΕ. Ειδικότερα οι εταιρείες θα πρέπει να καταγράφουν το είδος της ενέργειας και την ποσότητα που χρησιμοποιείται στο πλοίο κατά τη ναυσιπλοΐα και τον ελλιμενισμό, καθώς πληροφορίες που σχετίζονται με τον τύπο της μηχανής ή τη χρήση αιολικών τεχνολογιών προκειμένου να συμμορφώνονται με το όριο έντασης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Από την 1η Ιανουαρίου 2030, υπάρχουν πρόσθετες διατάξεις για την επίτευξη των μηδενικών εκπομπών, οι οποίες απαιτούν ότι (με την επιφύλαξη ορισμένων εξαιρέσεων), τα πλοία που βρίσκονται σε λιμάνι της ΕΕ για περισσότερες από δύο ώρες θα πρέπει να χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια από την ξηρά[18]. Οι πλοιοκτήτες θα πρέπει να υποβάλουν σχέδια παρακολούθησης το 2024 για να επιβεβαιώσουν τη μέθοδο με την οποία θα παρακολουθούν τις εκπομπές για να αποδείξουν τη συμμόρφωση με τους στόχους για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου όπως ορίζονται παραπάνω. Η παρακολούθηση θα πρέπει να επαληθεύεται εξωτερικά, όπως και η αναφορά βάσει αυτής, με το πιστοποιητικό «FuelEU» να εκδίδεται για κάθε πλοίο που συμμορφώνεται, το οποίο θα ελέγχεται σε λιμάνια σε όλη την ΕΕ ως μέρος των συνήθων επιθεωρήσεων σκαφών. Για την περίπτωση μη συμμόρφωσης με τον κανονισμό θα υπάρχουν

κυρώσεις. Το σχέδιο νόμου προβλέπει ότι τα κεφάλαια που λαμβάνονται από κυρώσεις για μη συμμόρφωση θα χρησιμοποιούνται για τη στήριξη ενεργειών που στοχεύουν στην ανάπτυξη καυσίμων χωρίς άνθρακα στον ναυτιλιακό τομέα [18].

1.5 Η Σύνοδος της Γλασκώβης

Το 2021, σύμφωνα με την έκθεση του IPCC, η θερμοκρασία του πλανήτη αυξήθηκε κατά 1.1° C λόγω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Έρευνες δείχνουν ότι η θερμοκρασία του πλανήτη μπορεί να σημειώσει αύξηση μέχρι 2° C.

Επιπλέον το 2021, συναντήθηκαν στο πλαίσιο της διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών COP26, τα 197 μέρη της σύμβασης πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (UNFCCC), μεταξύ αυτών και όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ και ανέλαβαν σημαντικές πρωτοβουλίες. Σε αυτές συγκαταλέγονται οι ακόλουθες:

1. Δεσμεύσεις των ανεπτυγμένων χωρών να αυξήσουν τις χρηματοδοτικές εισφορές με στόχο το ποσό των 100 δισ. USD ετησίως για την παροχή βοήθειας προς τις αναπτυσσόμενες χώρες.
2. Δέσμευση των χωρών (περισσότερων από 100) ώστε να μειώσουν τις εκπομπές μεθανίου κατά 30% έως το 2030. Οι εκπομπές μεθανίου ευθύνονται περίπου για το ένα τέταρτο της υπερθέρμανσης της γης καθώς το μεθάνιο αποτελεί το αέριο του θερμοκηπίου που παγιδεύει πάνω από 80 φορές περισσότερη θερμότητα στην ατμόσφαιρα συγκριτικά με το CO₂ [19].
3. Θέσπιση των μέτρων της συμφωνίας του Παρισιού, για την ενίσχυση της υλοποίησης τους. Η σύνοδος της Γλασκώβης επιχείρησε να οριστικοποιήσει τα μέτρα για τις διεθνείς αγορές άνθρακα (άρθρο 6 της Συμφωνίας του Παρισιού). Ο κανονισμός του Παρισιού έχει ως στόχο να διασφαλίσει ότι οι χώρες και οι εταιρείες που συμμετέχουν στα συστήματα εμπορίας εκπομπών CO₂ δεν καταμετρούν διπλά τις μειώσεις των εκπομπών τους [20].

Η σύνοδος της Γλασκώβης (COP26) σε σχέση με την επίτευξη του στόχου μηδενικών εκπομπών μέχρι το 2050 σηματοδότησε μια σημαντική ευκαιρία για τη δέσμευση των χωρών προς αυτή την κατεύθυνση. Επίσης, σημειώνεται πως, για πρώτη φορά, γίνεται αναθεώρηση της Συμφωνίας των Παρισίων (COP21) μεταξύ 196 χωρών σχετικά με την αυξητική τάση της θερμοκρασίας του πλανήτη που επικυρώθηκε το 2015 [21] [22].

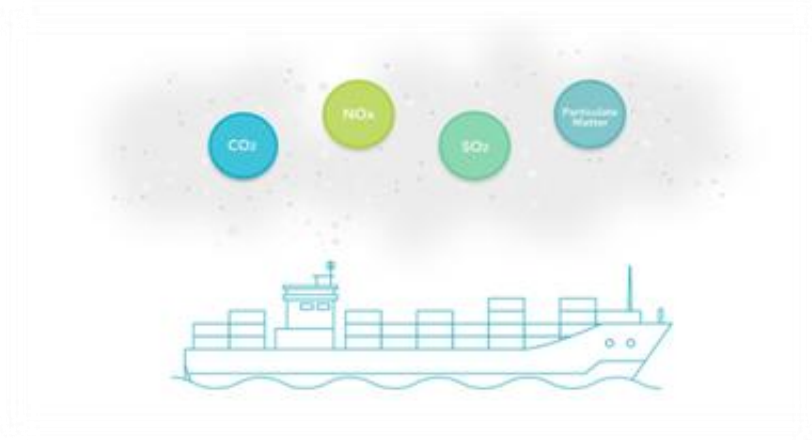


Εικόνα 2 Η περιβαλλοντολογική μόλυνση λόγω των εκπομπών CO_2 από τα πλοία[23]

Κεφάλαιο 2- Η Σύμβαση MARPOL

Η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (MARPOL) αποτελεί την κύρια παγκόσμια σύμβαση σχετικά με την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από πλοία εξαιτίας επιχειρησιακών ή τυχαίων αιτιών. Η Σύμβαση MARPOL, που εγκρίθηκε στις 2 Νοεμβρίου 1973 από τον ΙΜΟ και συμπληρώθηκε από το Πρωτόκολλο του 1978, προέκυψε μετά την πίεση της διεθνούς κοινότητας αφού είχε προηγηθεί μια σειρά ατυχημάτων δεξαμενόπλοιων μεταξύ του 1976 - 1977. Η συνδυασμένη νομοθεσία τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983. Το 1997, εγκρίθηκε η τροποποίηση της σύμβασης μέσω πρωτοκόλλου και προστέθηκε νέο παράρτημα (Παράρτημα VI), το οποίο στις 19 Μαΐου 2005 τέθηκε σε ισχύ. Το παράρτημα VI θέτει όρια στις εκπομπές οξειδίων του θείου (SO_x) και του αζώτου (NO_x) από τα καυσαέρια πλοίων και απαγορεύει τις εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος. Η σύμβαση καθόρισε περιοχές για τον έλεγχο των εκπομπών θέτοντας πιο αυστηρά πρότυπα για τις εκπομπές των SO_x, NO_x και των μικροσωματιδίων από τα καυσαέρια. Στο παράρτημα VI συμπεριλαμβάνονται απαιτήσεις σχετικά με την κατασκευή, την πιστοποίηση και τη λειτουργία σκαφών και κινητήρων, όπως επίσης και την ποιότητα των καυσίμων των πλοίων [24]. Υποχρεωτικά τεχνικά και λειτουργικά μέτρα για την ενεργειακή απόδοση των πλοίων με στόχο τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου εγκρίθηκαν το 2011 [24].

Σήμερα το κεφάλαιο VI της MARPOL που πραγματεύεται τη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος για περισσότερο από 15 χρόνια, πλέον αποτελείται από 23 κανονισμούς που σχετίζονται με τις εκπομπές αερίων από την καύση ορυκτών καυσίμων στα πλοία (Εικόνα 3) και τους κανονισμούς σχετικά με τα οξείδια του θείου (SO_x), του αζώτου (NO_x), και τους δείκτες EEDI, EEOI / SEEMP, DCS [25].



Εικόνα 3 Αέρια που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων στα πλοία [26]

2.1 Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής απόδοσης –EEDI

Η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος, στην πεντηκοστή ένατη συνεδρίασή της (13 -17 Ιουλίου 2009), αναγνώρισε την ανάγκη υιοθέτησης ενός δείκτη για το σχεδιασμό της ενεργειακής απόδοσης για νέα πλοία, προκειμένου να αναπτυχθούν τεχνολογικά καινοτόμες εφαρμογές που θα συμβάλουν στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός πλοίου από την αρχική φάση του σχεδιασμού του. Η Επιτροπή, έχοντας ως στόχο την εφαρμογή του EEDI σε όλες τις κατηγορίες πλοίων χρησιμοποίησε μια σχέση για τον υπολογισμό του δείκτη και εξέδωσε προσωρινές οδηγίες παροτρύνοντας τις κυβερνήσεις-μέλη της και τους εμπλεκόμενους οργανισμούς να συμμετέχουν εθελοντικά στην υιοθέτηση του δείκτη [27]. Τον Ιούλιο του 2011, στην 62^η συνεδρίαση της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC 62) εγκρίθηκε η τροποποίηση στο Παράρτημα VI MARPOL που καθιστά υποχρεωτική την εφαρμογή του EEDI. Η τροποποίηση αυτή τέθηκε σε ισχύ από την 1^η Ιανουαρίου 2013 [28].

Ο EEDI εκφράζει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη ναυτιλία σε σχέση με το όφελος για την κοινωνία. Για τον υπολογισμό του δείκτη, λαμβάνονται υπόψη τα ειδικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του πλοίου, το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιεί καθώς και μέθοδοι ανάκτησης ενέργειας και η υδροδυναμική συμπεριφορά του πλοίου όπως και η κατηγορία πάγου (για ορισμένα πλοία) [28]. Ο EEDI έχει ως στόχο να πιστοποιήσει ότι τα υπό-κατασκευή πλοία 400 GT (ολική χωρητικότητα) και άνω, που εκτελούν διεθνή ταξίδια έχουν σχεδιαστεί σε ένα πλαίσιο ενεργειακής απόδοσης, ενώ δεν απευθύνεται ως ένας δείκτης μέτρησης ενεργειακής αποδοτικότητας σε υπάρχοντα πλοία [28].

2.2 Σχέδιο διαχείρισης ενεργειακής απόδοσης – SEEMP

Τον Ιούλιο του 2011, στην 62^η συνεδρίαση της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC 62), εγκρίθηκε η τροποποίηση στο Παράρτημα VI MARPOL που καθιστά υποχρεωτική την εκπόνηση Σχεδίου Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης (SEEMP) παράλληλα με τον υπολογισμό του Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI). Η τροποποίηση τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου 2013 [29].

Το SEEMP έχει καθιερωθεί ώστε να επιτυγχάνεται η αποδοτικότερη διαχείριση της ενέργειας και της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών του πλοίου και μπορεί να αποτελεί μέρος του συστήματος ασφαλούς διαχείρισης μιας εταιρείας (Safety Management System– SMS). Το SEEMP είναι ένα εργαλείο διαχείρισης για τις εταιρείες ώστε να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα

των πλοίων τους κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Ειδικότερα η εφαρμογή του SEEMP λειτουργεί στο πλαίσιο μιας ευρύτερης εταιρικής πολιτικής για τη διαχείριση της ενέργειας με στόχο τη συνεχή βελτίωση μέσα από τέσσερα βήματα: τον σχεδιασμό, την εφαρμογή, την παρακολούθηση/λήψη μέτρων και την αυτοαξιολόγηση/βελτίωση [30]. Αυτά τα συστατικά παίζουν ένα κρίσιμο ρόλο για τη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής διαχείρισης του πλοίου.

Ειδικότερα, σχετικά με τη συμμόρφωση με τη διεθνή σύμβαση *MARPOL*, Annex VI (Κανονισμός 22):

- Μέρος I: Τέθηκε σε εφαρμογή την 1^η Ιανουαρίου του 2013 και σύμφωνα με το περιεχόμενο του, όλα τα πλοία άνω των 400 τόνων (ολικής χωρητικότητας) που εκτελούν διεθνείς πλόες θα πρέπει να συμμορφώνονται με το SEEMP (Μέρος I), δηλαδή να αναπτύξουν ένα σχέδιο για την μείωση των εκπομπών CO₂.



Εικόνα 4 Τα 4 βήματα υλοποίησης του SEEMP PART 1 [31]

- Μέρος II: Τέθηκε σε εφαρμογή την 1^η Ιανουαρίου 2019 και σύμφωνα με τον κανονισμό IMO DCS, που θα αναλυθεί στη συνέχεια στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας, όλα τα πλοία άνω των 5000 τόνων (ολικής χωρητικότητας) που εκτελούν διεθνείς πλόες οφείλουν να συλλέγουν και να αναφέρουν τα δεδομένα κατανάλωσης καυσίμου στις αρμόδιες αρχές. Έτσι απαιτείται να αναπτύξουν ένα σχέδιο συλλογής δεδομένων κατανάλωσης καυσίμου σύμφωνα με το SEEMP (Μέρος II) το οποίο θα επιβεβαιωθεί από τις Αρχές.

- Μέρος III: Περαιτέρω τροποποιήσεις στο Παράρτημα VI MARPOL (Ψήφισμα IMO MEPC.328(76)) εγκρίθηκαν στην 76η σύνοδο της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC 76) του IMO το 2021 και υιοθετήθηκε ο κανονισμός CII (Carbon Intensity Indicator) ο οποίος τέθηκε σε εφαρμογή την 1η Ιανουαρίου 2023. Με βάση αυτόν θα πρέπει να υπολογίζεται και να αναφέρεται η ετήσιος λειτουργικός δείκτης CI σύμφωνα με το σχέδιο SEEMP (Μέρος III).

Κεφάλαιο 3 - Ανάλυση του ευρωπαϊκού κανονισμού MRV

3.1 Η πολιτική της ΕΕ σχετικά με τις εκπομπές CO₂ από τα πλοία

Η ανάπτυξη πολιτικής από την ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου γεννήθηκε τη δεκαετία του 1990, μετά την προοδευτική αύξηση των χερσαίων πηγών ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι εκπομπές CO₂, από τα πλοία που εκτελούν πλόες μικρών αποστάσεων, σχεδόν διπλασιάστηκαν στο χρονικό διάστημα 1990 - 2008 και αναμένεται να αυξηθούν περισσότερο από 50% έως το 2050. Τη δεκαετία του 2000, η πολιτική της ΕΕ έθεσε αυστηρότερες απαιτήσεις και πιο φιλόδοξους στόχους για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις θαλάσσιες μεταφορές, ενώ εγκρίθηκαν νομοθετικές ρυθμίσεις προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές των οξειδίων του θείου από πλοία που πλέουν σε Ευρωπαϊκά ύδατα, και συγκεκριμένα εγκρίθηκε η οδηγία 2012/33 για την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων των πλοίων.

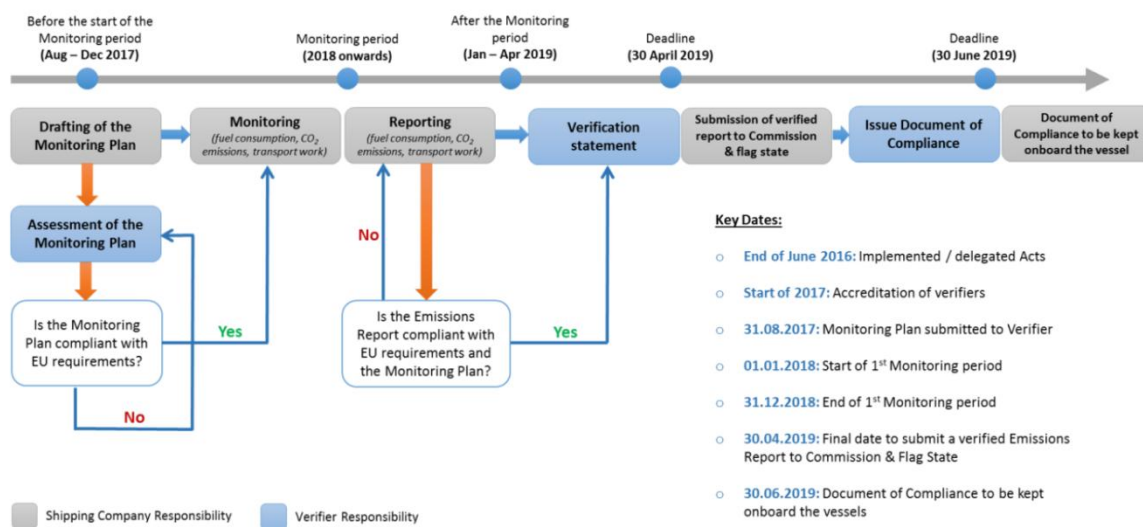
Επιπλέον, σύμφωνα με τους στόχους της ΕΕ για τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, αναπτύχθηκε μια ευρύτερη πολιτική για όλους τους τομείς της οικονομίας, συμπεριλαμβανομένης και της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Σε αυτό το πλαίσιο η ΕΕ έκρινε ότι η ναυτιλία θα πρέπει να προχωρήσει στην υιοθέτηση μέτρων για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Ειδικότερα, η προτεινόμενη στρατηγική της ΕΕ διαμορφώνεται σε τρία κύρια στάδια:

1. Εφαρμογή του κανονισμού MRV για τον προσδιορισμό της ποσότητας των εκπομπών CO₂ από τα πλοία.
2. Καθορισμός των στόχων μείωσης για τη θέσπιση παγκόσμιων προτύπων ενεργειακής απόδοσης.
3. Εφαρμογή μέτρων, όπως η κοστολόγηση των εκπομπών CO₂, η αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει".

Με την ψήφιση από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο τον Απρίλιο του 2015 του κανονισμού 2015/757 εισάγεται το σύστημα MRV για τις εκπομπές CO₂. Με αυτό τον τρόπο, η ΕΕ έκανε το πρώτο βήμα θεσπίζοντας έναν κανονισμό αντί μιας οδηγίας, ο οποίος επιτρέπει στα κράτη μέλη να εναρμονιστούν με τις διατάξεις του, αφού είναι υποχρεωτικός στο σύνολό του και εφαρμόζεται σε όλες τις χώρες της ΕΕ. Αυτή η νέα νομοθετική πράξη είχε ως στόχο να υπενθυμίζει: α) το σημαντικό ατμοσφαιρικό αποτύπωμα της ναυτιλίας στο περιβάλλον, και β) την απαίτηση για αυστηρότερη, βραχυπρόθεσμη και εναρμονισμένη εφαρμογή της νομοθεσίας [32].

Ο κανονισμός MRV είχε έναρξη ισχύος την 1^η Ιουλίου 2015 και τέθηκε σε πλήρη ισχύ από την 1η Ιανουαρίου 2018 με πεδίο εφαρμογής όλα τα πλοία ολικής χωρητικότητας (GT) άνω των 5000, ανεξάρτητα από τη σημαία και την ιδιοκτησία τους, που εκτελούν ένα ή περισσότερα δρομολόγια εντός, εκτός και μεταξύ των ευρωπαϊκών θαλάσσιων λιμένων.

Στην εικόνα 5 παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης για κάθε πλοίο σύμφωνα με τον κανονισμό. Οι ναυτιλιακές εταιρείες έκτοτε οφείλουν ετησίως να παρακολουθούν, και να αναφέρουν τις εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα από τα πλοία τους και να δημοσιεύουν τα δεδομένα για την ενεργειακή απόδοση των πλοίων [33]. Τα δεδομένα κάθε πλοίου ανά ταξίδι συλλέγονται από την 1 Ιανουαρίου κάθε ημερολογιακού έτους και αφού επαληθευτούν από τρίτο οργανισμό και αποσταλούν σε μια κεντρική βάση δεδομένων δημοσιεύονται έως τις 30 Ιουνίου του επόμενου έτους [30].



Εικόνα 5 Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης του πλοίου με τον κανονισμό MRV [30]

Ο κανονισμός αναφέρεται σε πλοία χωρητικότητας πάνω από 5000 κόρους (GT), καθώς τα πλοία αυτά εκπέμπουν το 90% των συνολικών εκπομπών από τις θαλάσσιες μεταφορές. Εξαιρούνται από την εφαρμογή του κανονισμού σύμφωνα με το Άρθρο 2, Παράγραφος 2 του κανονισμού της ΕΕ 2015/757 τα πλοία που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Ο κανονισμός MRV προβλέπεται ότι θα περιορίσει τις εκπομπές του CO₂ έως 2% και θα οδηγήσει σε συνολική μείωση του καθαρού κόστους μέχρι 1.2 δισ. ευρώ μέχρι το 2030, μέσω της εφαρμογής μέτρων ελέγχου των εκπομπών CO₂ [33].

	Τύπος πλοίου
1	Πολεμικά
2	Βοηθητικά πλοία του πολεμικού ναυτικού
3	Αλιευτικά και πλοία επεξεργασίας αλιευμάτων
4	Ξύλινα πλοία
5	Πλοία που δεν προωθούνται με μηχανικά μέσα
6	Πλοία που ανήκουν σε δημόσιες αρχές που χρησιμοποιούνται για μη εμπορικούς σκοπούς.

Πίνακας 2 Τύποι πλοίων που εξαιρούνται του κανονισμού MRV [33]

3.2 Βασικές αρχές του κανονισμού MRV: Παρακολούθηση, δημιουργία αναφοράς και επαλήθευση

Ο κανονισμός MRV της ΕΕ 2015/757 βασίζεται σε τρεις βασικές αρχές: την «παρακολούθηση, την αναφορά και την επαλήθευση», τηρώντας την απλή ιδέα ότι "κάποιος δεν μειώνει τίποτα αν δεν το μετρήσει πρώτα". Η παρακολούθηση και οι υποχρεώσεις υποβολής εκθέσεων αποτελούν ευθύνη των ναυτιλιακών εταιρειών, ενώ οι επαληθεύσεις διεξάγονται από διαπιστευμένη ανεξάρτητη αρχή. Οι νηογνώμονες της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων (IACS) και εξουσιοδοτημένοι φορείς, μπορούν να αξιολογούν και να πιστοποιούν τη συμβατότητα των εγγράφων για τον έλεγχο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εκδίδονται από τις ναυτιλιακές εταιρείες [33].

Στο πρώτο στάδιο εφαρμογής του συστήματος MRV εκπονείται το σχέδιο παρακολούθησης, το οποίο οι εταιρείες πρέπει να υποβάλλουν στους επιθεωρητές για κάθε ένα από τα πλοία τους. Στο σχέδιο παρακολούθησης προκαθορίζονται τεχνικές λεπτομέρειες και μέθοδοι που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την ακριβή ποσοτικοποίηση των εκπομπών. Στο δεύτερο στάδιο, σύμφωνα με το πιστοποιημένο σχέδιο παρακολούθησης, διεξάγεται σε ετήσια βάση και ανά ταξίδι η παρακολούθηση και η καταγραφή των εκπομπών CO₂ με σημείο εκκίνησης την 1^η Ιανουαρίου 2018. Για κάθε έτος παρακολούθησης και καταγραφής, συντάσσεται η έκθεση αναφοράς των καταγεγραμμένων εκπομπών και κατόπιν υποβάλλεται σε ελεγκτή για αξιολόγηση. Η επιβεβαίωση από τον ελεγκτή, αποτελεί το τελευταίο στάδιο εφαρμογής της νομοθεσίας, που οδηγεί στη χορήγηση του εγγράφου συμμόρφωσης για κάθε πλοίο και στη δημοσιοποίηση των δεδομένων των εκπομπών από την Επιτροπή.

3.2.1. Παρακολούθηση (Το Σχέδιο Παρακολούθησης, *Monitoring Plan*)

Στο σχέδιο παρακολούθησης αποτυπώνεται με πλήρη και διαφανή τρόπο η μέθοδος παρακολούθησης-καθώς, εκτός των πληροφοριών που αφορούν την εταιρεία και την ταυτότητα του πλοίου, περιγράφονται και τεχνικά στοιχεία που σχετίζονται με τις διαδικασίες παρακολούθησης των εκπομπών CO₂ στο πλοίο (π.χ. κύριοι κινητήρες, βοηθητικοί κινητήρες, αεριοστρόβιλοι, λέβητες και γεννήτριες αδρανούς αερίου), τους τύπους καυσίμων, τη μέτρηση της κατανάλωσης, τους συντελεστές εκπομπών για κάθε τύπο καυσίμου ή για τα εναλλακτικά καύσιμα σε κάθε φάση του ταξιδιού. Επίσης, με την υιοθέτηση του Διεθνούς Κώδικα για τα Πλοία που δραστηριοποιούνται στα Πολικά Ύδατα (*Polar Code, IMO 2015*), απαιτείται από τις εταιρείες να αναφέρουν στο σχέδιο παρακολούθησης την κατηγορία του πλοίου, την καταγραφή της διανυθείσας απόστασης και του χρόνου που πλέουν σε πολικά ύδατα. Το σχέδιο παρακολούθησης θα πρέπει πάντοτε να υποβάλλεται για επαλήθευση σε ανεξάρτητο και διαπιστευμένο ελεγκτή για έγκριση.

Τα στοιχεία που ένα σχέδιο παρακολούθησης πρέπει να περιέχει, σύμφωνα με το άρθρο 6 παράγραφος 3 του κανονισμού ΕΕ 2015/757, είναι τα ακόλουθα:

- (I) Ταυτότητα και τύπος του πλοίου: κατηγορία, ονομασία, αριθμός IMO, λμάνι νηολόγησης, όνομα ιδιοκτήτη, *deadweight*, ολική χωρητικότητα. Προαιρετικά αναφέρονται: η εταιρεία ταξινόμησης, κράτος σημαίας και περιγραφή πρόσθετων πληροφοριών σχετικά με τα χαρακτηριστικά του πλοίου.
- (II) Πληροφορίες για την εταιρία που διαχειρίζεται το πλοίο: διεύθυνση, χώρα, ταχυδρομικός κώδικας, πρόσωπο επικοινωνίας, αριθμός τηλεφώνου, διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- (III) Περιγραφή των πηγών που εκπέμπουν CO₂ και το είδος καυσίμου που χρησιμοποιούν σύμφωνα με τον πίνακα της οδηγίας (ΕΕ) 2016/1927 (πίνακας 3). Ως πηγές εκπομπών, εκτός από τους κύριους κινητήρες, λαμβάνονται υπόψη οι βοηθητικοί κινητήρες, οι αεριοστρόβιλοι, οι λέβητες και οι γεννήτριες αδρανούς αερίου. Επίσης, θα πρέπει να γίνει τεχνική περιγραφή για κάθε πηγή, όπου θα αναγράφεται η ισχύς, η ειδική κατανάλωση καυσίμου, το έτος εγκατάστασης, ο αριθμός αναγνώρισης σε περίπτωση πολλαπλών ίδιων πηγών εκπομπών κ.α.

Αρ. αναφοράς πηγής εκπομπών	Πηγή (όνομα, τύπος)	Τεχνική περιγραφή	Είδος καυσίμου

Πίνακας 3 Υπόδειγμα φόρμας για αναφορά εκπομπών και είδη καυσίμων που χρησιμοποιούνται [34]

(IV) Χρήση συντελεστών των εκπομπών CO₂: ανάλογα με το είδος του καυσίμου, έχει καθοριστεί από τον IMO η χρήση των παρακάτω συντελεστών (Πίνακας 4).

Είδος καυσίμου	Συντελεστές εκπομπών (σε τόνους CO ₂ / τόνο καυσίμου)
Βαρύ μαζούτ [HFO] (Reference: ISO 8217 Grades RME through RMK)	3.114
Ελαφρύ μαζούτ [LFO] (Reference: ISO 8217 Grades RMA through RMD)	3.151
Πετρέλαιο Diesel / αέριο [MDO/MGO] (Reference: ISO8217 Grades DMX through DMB)	3.206
Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (προπάνιο) [LPG]	3.000
Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (Βουτάνιο) [LPG]	3.030
Υγροποιημένο φυσικό αέριο [LNG]	2.750
Μεθανόλη	1.375
Αιθανόλη	1.913
Άλλα καύσιμα με μη τυποποιημένους συντελεστές εκπομπών	

Πίνακας 4 Συντελεστές εκπομπών ανά είδος καυσίμου [34]

Για τους σκοπούς της παρακολούθησης του πλοίου ανά ταξίδι (κανονισμός ΕΕ 2015/727 άρθρο 9 παράγραφος 1) οι εταιρείες οφείλουν να καταγράφουν τους παρακάτω παράγοντες:

α) λιμένα αναχώρησης και λιμένα άφιξης, με ημερομηνία και ώρα αναχώρησης και άφιξης

β) ποσότητα και συντελεστή εκπομπών για κάθε χρησιμοποιούμενο τύπο καυσίμου-συνολικά

γ) εκπομπές CO₂

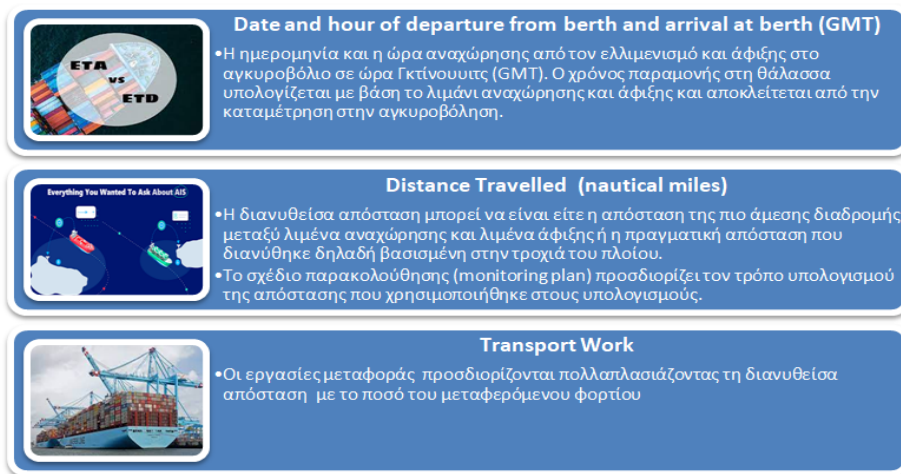
δ) διανυθείσα απόσταση

ε) χρόνο παραμονής στη θάλασσα

στ) μεταφερθέν φορτίο

ζ) μεταφορικό έργο

Επίσης οι εταιρείες μπορούν να παρακολουθούν πληροφορίες που αφορούν τα πλοία κατηγορίας πάγου και την πλεύση σε πάγο. Παρακάτω παρατίθενται διευκρινίσεις σχετικά με την καταγραφή των παραπάνω μεγεθών για τον κανονισμό MRV [33].



Date and hour of departure from berth and arrival at berth (GMT)

- Η ημερομηνία και η ώρα αναχώρησης από τον ελλιμενισμό και άφιξης στο αγκυροβόλιο σε ώρα Γκρίνουιτς (GMT). Ο χρόνος παραμονής στη θάλασσα υπολογίζεται με βάση το λιμάνι αναχώρησης και άφιξης και αποκλείεται από την καταμέτρηση στην αγκυροβόληση.

Distance Travelled (nautical miles)

- Η διανυθείσα απόσταση μπορεί να είναι είτε η απόσταση της πιο άμεσης διαδρομής μεταξύ λιμένα αναχώρησης και λιμένα άφιξης ή η πραγματική απόσταση που διανύθηκε δηλαδή βασισμένη στην τροχιά του πλοίου.
- Το σχέδιο παρακολούθησης (monitoring plan) προσδιορίζει τον τρόπο υπολογισμού της απόστασης που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς.

Transport Work

- Οι εργασίες μεταφοράς προσδιορίζονται πολλαπλασιάζοντας τη διανυθείσα απόσταση με το ποσό του μεταφερόμενου φορτίου

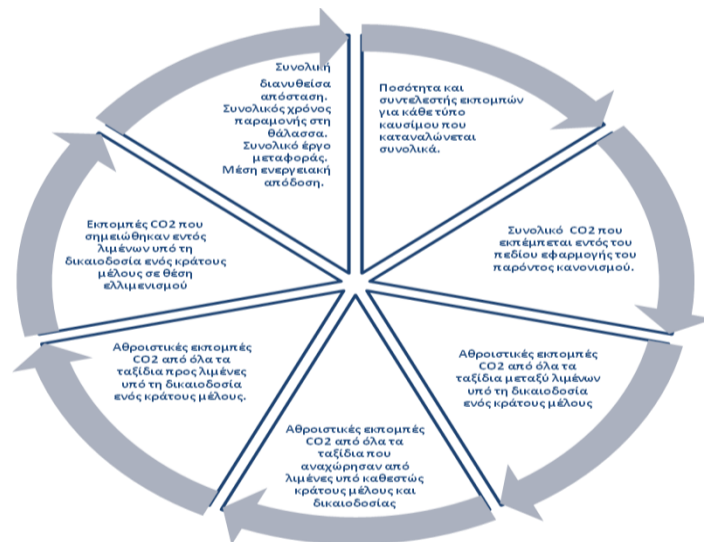
Εικόνα 6 Παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στον κανονισμό MRV [30]

Παράλληλα, για κάθε τύπο πλοίου, η έννοια του μεταφερόμενου φορτίου διαφοροποιείται. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται συνοπτικά οι διαφορές της έννοιας «μεταφερόμενο φορτίο» ανά τύπο πλοίου.



Πίνακας 5 Προσδιορισμός του φορτίου ανά τύπο πλοίου [30]

Η παρακολούθηση σε ετήσια βάση θα πρέπει να περιλαμβάνει τις παραμέτρους που παρουσιάζονται στην Εικόνα 7.



Εικόνα 7 Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στον κανονισμό MRV [30]

Ο κανονισμός MRV έχει ως στόχο τον συστηματικό έλεγχο των εκπομπών CO₂ από τα πλοία ετησίως, τόσο κατά τη διάρκεια των ταξιδιών τους στη θάλασσα όσο και όταν είναι αγκυροβολημένα. Όσον αφορά στην παρακολούθηση του ταξιδιού, όταν τα ετήσια ταξίδια του σκάφους είναι περισσότερα από 300 ή όταν το σύνολο των δρομολογίων ξεκινούν ή τελειώνουν σε ευρωπαϊκό λιμένα, αυτά τα ταξίδια εξαιρούνται από τον κανονισμό παρακολούθησης. Παρόλα αυτά, η ετήσια υποβολή εκθέσεων παραμένει υποχρεωτική. Η ημερήσια και ετήσια

παρακολούθηση πρέπει να περιλαμβάνει λεπτομερείς ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, όπως περιγράφονται στον Πίνακα 6.

Παρακολούθηση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού	Ετήσια παρακολούθηση
Ποσότητα και συντελεστής εκπομπών	Τύπος καυσίμου που καταναλώνεται συνολικά.
Λιμάνι αναχώρησης και λιμάνι άφιξης, ημερομηνία και ώρα της αναχώρησης και άφιξης	Συνολικό CO ₂ που εκπέμπεται
Ποσότητα εκπεμπόμενου CO ₂	Οι συγκεντρωτικές εκπομπές CO ₂ από όλα τα δρομολόγια, από και προς λιμένες της ΕΕ
Απόσταση που διανύθηκε	Εκπομπές CO ₂ ενώ εντός λιμένων της ΕΕ
Ο χρόνος που αφιερώθηκε στη θάλασσα	Συνολικός χρόνος παραμονής στη θάλασσα
Μεταφερόμενου φορτίου	Συνολική διανυθείσα απόσταση
Μεταφορικές εργασίες	Συνολικές εργασίες μεταφοράς Μέση ενεργειακή απόδοση (π.χ. ενεργειακή απόδοση, επιχειρησιακός δείκτης ανά απόσταση και μεταφορικό φορτίο)

Πίνακας 6 Παρακολούθηση κατά διάρκεια του ταξιδιού και ετήσια παρακολούθηση [33]

3.2.2. Παρακολούθηση της κατανάλωσης καυσίμου

Σημαντικό είναι, επίσης, ότι επιλέγεται από τις εταιρείες συγκεκριμένη μέθοδος για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης των καυσίμων που συνεισφέρουν στις εκπομπές CO₂. Υπάρχουν διαθέσιμες τέσσερις διαφορετικές μέθοδοι τις οποίες οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεμονωμένα ή και συνδυαστικά για την παρακολούθηση της κατανάλωσης καυσίμου. Οι εταιρείες είναι ελεύθερες να επιλέξουν μια ή περισσότερες από τις τέσσερις μεθόδους που προτείνονται για την παρακολούθηση της κατανάλωσης καυσίμου ή ακόμη μπορούν να χρησιμοποιήσουν συνδυασμό των τεσσάρων μεθόδων.

Ειδικότερα, οι μέθοδοι για την εκτίμηση της κατανάλωσης καυσίμου για κάθε ταξίδι (ΕΕ 2015/757, Παράρτημα Ι) είναι οι εξής [33]:

- A. Σημείωμα παράδοσης καυσίμου, BDN (Bunker Fuel Delivery Note) και περιοδική απογραφή των δεξαμενών καυσίμου.*
- B. Παρακολούθηση της δεξαμενής καυσίμου επί του σκάφους.*
- Γ. Όργανα μέτρησης ροής για τις εφαρμοστέες διεργασίες καύσης.*
- Δ. Άμεσες μετρήσεις εκπομπών CO₂.*

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι αρχές λειτουργίας της κάθε μεθόδου.

Μέθοδος	Διακριτικός τίτλος	Αρχή λειτουργίας
A	Σημείωμα παράδοσης καυσίμου BDN (Bunker Delivery Note) και περιοδική απογραφή των δεξαμενών καυσίμου	Βασίζεται στον συνδυασμό της ποσότητας και του τύπου καυσίμου, όπως ορίζονται στα BDN, με περιοδική απογραφή δεξαμενών καυσίμου βάσει των μετρήσεων στις δεξαμενές
B	Παρακολούθηση των δεξαμενών καυσίμου στο πλοίο	Βασίζεται σε καθημερινές μετρήσεις στο σύνολο των δεξαμενών του πλοίου. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται σε κάθε ανεφοδιασμό των δεξαμενών καυσίμου του πλοίου.
Γ	Όργανα μέτρησης ροής για τις εφαρμοστέες διεργασίες καύσης	Βασίζεται στη μέτρηση ροής του καυσίμου πάνω στο πλοίο
Δ	Άμεσες μετρήσεις των εκπομπών CO ₂	Βασίζεται στον προσδιορισμό της ροής των εκπομπών CO ₂ στις καπνοδόχους (τσιμινιέρες) με πολ/σμό της συγκέντρωσης CO ₂ στα καυσαέρια επί τη ροή των καυσαερίων

Πίνακας 7 Οι μέθοδοι εκτίμησης της κατανάλωσης καυσίμου [30]

Επιπλέον, οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν διαδικασίες και συστήματα διαχείρισης, π.χ. ISO 14001 ή ISO 50001, όπως περιγράφονται στα πρότυπα του πέμπτου μέρους της οδηγίας (ΕΕ) 2016/1927.

Τέλος στο σχέδιο παρακολούθησης παρέχεται η δυνατότητα για τροποποιήσεις όταν απαιτείται κατά την περίοδο παρακολούθησης. Με βάση αυτές, οι εταιρίες χωρίς καθυστέρηση θα πρέπει να κοινοποιούν τις τροποποιήσεις τους στον ελεγκτή, ο οποίος εν συνεχεία τις αξιολογεί.

3.2.3. Υποβολή εκθέσεων και επαλήθευση

Οι περίοδοι αναφοράς ορίζονται ανά ημερολογιακό έτος. Για παράδειγμα, ένα πλοίο που έχει ξεκινήσει από την Ελλάδα στις 7 Δεκεμβρίου του 2021 και δεν έχει ολοκληρώσει το ταξίδι του στις 31 Δεκεμβρίου του ίδιου έτους, οφείλει στην αναφορά του να προσμετρήσει τις ημέρες που ήταν σε ταξίδι μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2021 και μόνο. Από το 2019, τις τελευταίες ημέρες κάθε Απρίλη, οι ναυτιλιακές καταθέτουν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και στις αρχές των κρατών σημαίας, έκθεση σχετικά με τις εκπομπές CO₂. Η έκθεση περιέχει πληροφορίες σχετικά με το πλοίο, την εταιρεία ή τον πλοιοκτήτη και τα αποτελέσματα των ετήσιων εκθέσεων. Ναυτιλιακές εταιρείες, με μεγάλο στόλο και με διαφορετικές σημαίες, υποβάλλουν τις εκθέσεις τους σε πολλές διαφορετικές επιτροπές. Η έκθεση για τις εκπομπές πρέπει να ελεγχθεί και να αξιολογηθεί ως ικανοποιητική από έναν επαληθευτή. Μετά από έλεγχο, εκδίδεται το «Έγγραφο Συμμόρφωσης» για το πλοίο, με διάρκεια 18 μηνών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας κατάθεσης της παραπάνω έκθεσης (τέλος Απρίλη). Στη συνέχεια, έως το τέλος του Ιούνη κάθε έτους, η Επιτροπή της ΕΕ δημοσιεύει την ετήσια

έκθεση στην οποία αναφέρεται η εκτίμηση των εκπομπών CO₂ και η ενεργειακή απόδοση των θαλάσσιων μεταφορών ανά μέγεθος, είδος πλοίου και δραστηριότητα.

Σημαντικός παράγοντας, για την αλλαγή στο νομοθετικό πλαίσιο της ναυτιλίας και την εισαγωγή του νέου πρότυπου στην περιβαλλοντική διαχείριση, αποτελεί η ολική διαφάνεια από τις ναυτιλιακές εταιρείες, χωρίς βεβαίως να δημοσιοποιούνται εμπορικά ευαίσθητες πληροφορίες τους. Έτσι, οι εταιρείες πρέπει να κοινοποιούν συγκεντρωτικές ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες (Πίνακας 8) σχετικά με τις εκπομπές CO₂, την κατανάλωση καυσίμου ανά ταξίδι, τη μέση κατανάλωση καυσίμων ανά διανυόμενη απόσταση σε ταξίδια και μεταφερόμενα φορτία, τη μέθοδο παρακολούθησης, την τεχνική αποτελεσματικότητα του πλοίου, τον χρόνο παραμονής στη θάλασσα και την ταυτότητα του ελεγκτή. Το ποσό και η φύση των δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ευαίσθητη και στα όρια της εμπιστευτικότητας— και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο, η αποκάλυψη δεδομένων που δεν σχετίζονται με εκπομπές CO₂, θα έθετε σε κίνδυνο τα εμπορικά συμφέροντα τους. Οι εταιρείες έχουν το δικαίωμα να ζητήσουν διαφορετικό τρόπο συγκέντρωσης, και αν αυτό δεν είναι εφικτό, η Επιτροπή της ΕΕ δεν δημοσιεύει πληροφορίες που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο τα εμπορικά συμφέροντα τους.

Ποιοτικά στοιχεία	Ποσοτικά στοιχεία
Ταυτότητα του πλοίου (όνομα, IMO number, λιμένας νηολόγησης)	Ετήσιες εκπομπές CO ₂
Τεχνική αποτελεσματικότητα του πλοίου (EEDI, κατά περίπτωση)	Συνολική ετήσια κατανάλωση καυσίμων για ταξίδια
Μέθοδος που εφαρμόζεται για την παρακολούθηση	Μέση ετήσια κατανάλωση καυσίμου και εκπομπών CO ₂ ανά διανυόμενη απόσταση των ταξιδιών
Εγγραφο συμμόρφωσης (ημερομηνία έκδοσης και λήξης)	Μέση ετήσια κατανάλωση καυσίμου και εκπομπών CO ₂ ανά διανυθείσα απόσταση και φορτίο που μεταφέρθηκε
Ταυτότητα του επιθεωρητή	Συνολικός ετήσιος χρόνος παραμονής στη θάλασσα

Πίνακας 8 Ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία της ετήσιας έκθεσης για τις εκπομπές CO₂ (Πηγή: [33])

3.3 Αξιολόγηση του κανονισμού MRV

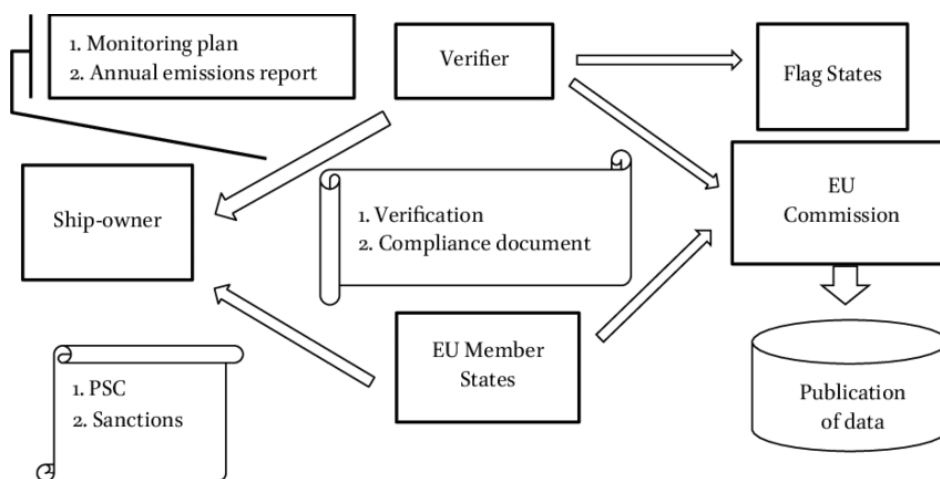
Η ναυτιλιακή κοινότητα, τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο— ιδίως από την πλευρά των πλοιοκτητών της Ευρωπαϊκής Ένωσης— όσο και σε διεθνές επίπεδο μέσω του διεθνούς Επιμελητηρίου της ναυτιλίας (International Chamber of Shipping), εκφράζει ανησυχίες και ασκεί σκληρή κριτική κυρίως όσον αφορά την εμπιστευτικότητα των δεδομένων καθώς και τις ευθύνες και τους περιορισμούς των συστημάτων καταγραφής των εκπομπών αερίων ρύπων. Ειδικότερα προτείνεται ένα πλαίσιο παγκόσμιας πολιτικής που θα επιτρέψει αποτελεσματική δράση [34]. Σε αυτή την κατεύθυνση, οι

πλοιοκτήτες επιθυμούν να ευθυγραμμίσουν τον κανονισμό MRV με τους κανονισμούς του IMO καθώς η ναυτιλία, ως παγκόσμια βιομηχανία, απαιτεί και παγκόσμιους κανόνες. Μια αντικειμενική αξιολόγηση του συστήματος MRV είναι απαραίτητη και, μέσω των κύριων πλεονεκτημάτων του, θα γίνει ποσοτικοποίηση του CO₂ που εκπέμπεται από τη διεθνή ναυτιλία και, με βάση τις πιθανές επιπτώσεις που έχουν αυτές οι εκπομπές για το περιβάλλον, θα οδηγηθούμε στη μείωση της περιβαλλοντικής μόλυνσης.

3.3.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κανονισμού MRV

Ο κανονισμός MRV της ΕΕ παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα τα κυριότερα εκ των οποίων αναλύονται στη συνέχεια. Καταρχήν, είναι θετικό ότι το σύστημα MRV είναι υποχρεωτικό, δεσμεύοντας όλα τα πλοία που χρησιμοποιούν λιμένες της ΕΕ να το ακολουθήσουν, χωρίς διακρίσεις εκτός από τις εξαιρέσεις του κανονισμού 2015/757.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι ότι το σύστημα MRV είναι πολύ ευρύ, τόσο στο πλαίσιο του, όσο και στην εφαρμογή του και στο σχεδιασμό του. Όπως συνοψίζεται στην εικόνα 8, το σύστημα MRV αρχίζει με την εκτίμηση του ελέγχου των εκπομπών μέσω του σχεδίου παρακολούθησης για τη χρονική περίοδο ενός έτους, συνεχίζεται με την επαλήθευση και την επικύρωση από ανεξάρτητο ελεγκτή, με το έγγραφο συμμόρφωσης που στέλνεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και στα κράτη σημαίας, και τέλος ολοκληρώνεται με τη δημοσίευση των δεδομένων.



Εικόνα 8 Το πλαίσιο λειτουργίας του κανονισμού MRV [35]

Η ΕΕ έχει καταστήσει, τη δημοσιοποίηση των πληροφοριών και τη διαφάνεια, ως ζήτημα αρχής για την εφαρμογή του MRV. Οι πληροφορίες για τις εκπομπές CO₂ του πλοίου είναι υποχρεωτικές, με αυστηρή τήρηση των διαδικασιών (σχέδιο παρακολούθησης, έκθεση εκπομπών και έγγραφο

συμμόρφωσης) και στόχο, συμπεριλαμβανομένης της ποσοτικοποίησης του CO₂, τη δημοσίευση των δεδομένων και την εφαρμογή προσαρμοσμένων μέτρων βάσει της αγοράς.

Το γεγονός, ότι το σύστημα MRV στοχεύει στη μέτρηση CO₂ που εκπέμπεται καθημερινά με τυποποιημένες μεθόδους, αποτελεί ένα ακόμη πλεονέκτημα του κανονισμού. Όπως υπενθυμίζεται, η μη τήρηση ακριβών καταγραφών των εκπομπών του άνθρακα, αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για τον καθορισμό και τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα. Λόγω της νομοθεσίας της ΕΕ, η ναυτιλιακή βιομηχανία μπορεί να μετρά με ακρίβεια τη συνολική ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται ετησίως. Η ΕΕ αξιολογεί ανά δύο έτη, τις συνολικές επιπτώσεις των θαλάσσιων μεταφορών παγκοσμίως. Αποτελεί γεγονός ότι, το MRV, είναι το πρώτο υποχρεωτικό μέσο που είναι ικανό να ποσοτικοποιεί τις εκπομπές του CO₂ της διεθνούς ναυτιλίας.

Τέλος, πλεονέκτημα του MRV αποτελεί το γεγονός ότι, το σύστημα εφαρμόζει τις απαιτούμενες διαδικασίες όσο και στόχους, έτσι ώστε οι πλοιοκτήτες να είναι οι κύριοι οφειλέτες και δικαιούχοι. Όσον αφορά στις διαδικασίες και στα σχέδια παρακολούθησης, που θα χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες, πρέπει να είναι συνεπή και συγκρίσιμα με την πάροδο του χρόνου, για τα ίδια σύνολα δεδομένων μεθοδολογίας παρακολούθησης, εκτός από τις περιπτώσεις που έχουν πραγματοποιηθεί τροποποιήσεις και έχουν εγκριθεί από τους επαληθευτές. Εκτός αυτού, η επαλήθευση και η αξιολόγηση των σχεδίων παρακολούθησης και των εκπομπών καθώς και οι εκθέσεις, αποσκοπούν στον εντοπισμό ελλείψεων ή μη συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του συστήματος MRV. Οι ελεγκτές έχουν, μεταξύ άλλων, το δικαίωμα να αναφέρουν ότι η έκθεση των εκπομπών δεν συμμορφώνεται με το σύστημα MRV. Λόγω της ευρείας παρέμβασης του ελεγκτή στη διαδικασία συμμόρφωσης, το σύστημα MRV, δημιουργεί υποχρεωτικά θεμέλια για συνεχείς βελτιώσεις όσον αφορά στην πληροφόρηση σχετικά με την απόδοση του πλοίου και στις εκπομπές CO₂. Η δημοσίευση συγκεντρωτικών δεδομένων σε ετήσια βάση συμβάλλει στην προστιθέμενη αξία του συστήματος [30].

Τα βασικά μειονεκτήματα του Κανονισμού MRV σχετίζονται κυρίως με τον περιφερειακό χαρακτήρα του κανονισμού. Εφόσον δεν είναι υποχρέωση του κράτους σημαίας να επιβάλει στο πλοίο τη νομοθεσία, ο έλεγχος για την εφαρμογή της νομοθεσίας της ΕΕ θα γίνει μέσω του ελέγχου (PSC) που γίνεται από την αρχή σε οποιοδήποτε λιμάνι της ΕΕ. Ο κανονισμός 2015/757 περιλαμβάνει μια τροποποίηση της Οδηγίας 2009/16/EC για το PSC. Επιπλέον, το πεδίο εφαρμογής της ΕΕ για το MRV παραμένει περιφερειακό, ενώ οι συνέπειές του είναι διεθνείς. Αν υπάρξει συμφωνία για την εφαρμογή του συστήματος MRV παγκοσμίως, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα πρέπει να επανεξετάσει τον κανονισμό της προκειμένου να ευθυγραμμιστεί με το παγκόσμιο σύστημα.

Επιπλέον, στα μειονεκτήματα του συστήματος συμπεριλαμβάνεται το γεγονός ότι το σύστημα MRV επικεντρώνεται μόνο στη μέτρηση των εκπομπών CO₂ και όχι άλλων εκπομπών όπως τα οξείδια του αζώτου (NO_x), οξείδια του θείου (SO_x), ή σωματιδίων (PM). Τέλος, ένα ακόμη μειονέκτημα είναι ότι, ο κανονισμός MRV δεν υποχρεώνει τους πλοιοκτήτες να χρησιμοποιήσουν συστήματα υποδομής ηλεκτροδότησης των πλοίων όπως Shore-side electricity (SSE) ή Onshore Power Supply (OPS) όταν τα πλοία τους είναι σε κάποιο λιμάνι της ΕΕ.

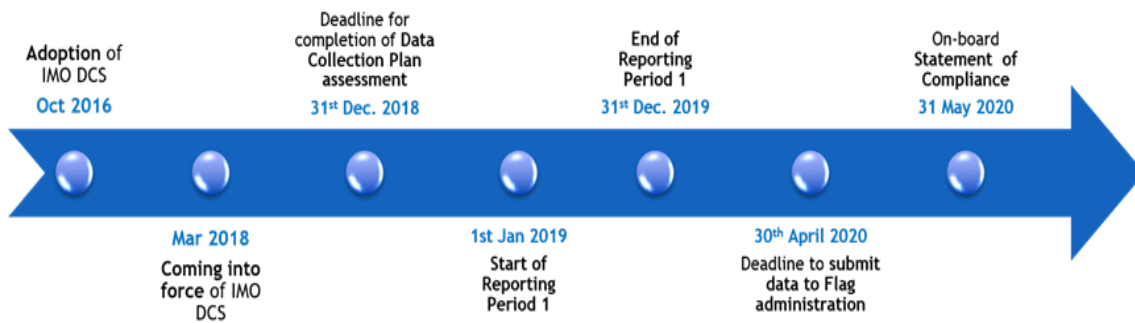
Κεφάλαιο 4 - Ανάλυση του συστήματος DCS του IMO

Το πρώτο σημαντικό βήμα για τον περιορισμό των εκπομπών CO_2 από τα πλοία έγινε το 2011 όταν ο IMO τροποποίησε το Κεφάλαιο 4 της σύμβασης *MARPOL* και υιοθέτησε κανονισμούς για την ενεργειακή απόδοση των πλοίων. Τα μέτρα, που θεσμοθετήθηκαν ήταν ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Design Index, EEDI) και το Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης (Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP) με υποχρεωτική εφαρμογή σε πλοία άνω των 400 GT από την 1^η Ιανουαρίου του 2013. Με την εφαρμογή των μέτρων αυτών, η ναυτιλία θέλησε να περιορίσει τις εκπομπές CO_2 και να επιτύχει εξοικονόμηση στο κόστος των καυσίμων [25].

Παρ όλα αυτά, το ο IMO αναγνώρισε ότι αυτά τα τεχνικά και λειτουργικά μέτρα δεν θα ήταν αρκετά για να μειώσουν ικανοποιητικά τις εκπομπές CO_2 των πλοίων σε σχέση με τις προβλεπόμενες εκπομπές, με άνοδο 180 έως 305 % έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Η ΕΕ, θεωρώντας ότι μόνο τα μέτρα σχετικά με τον Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) και το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης (SEEMP) δεν θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, υιοθέτησε τον κανονισμό MRV στοχεύοντας στον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη κάτω από $2^{\circ}C$. Σε αυτή την κατεύθυνση και η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του *IMO*, υπό την πίεση της ΕΕ, πρότεινε ένα παγκόσμιο σύστημα ελέγχου (DCS) για την κατανάλωση των καυσίμων των πλοίων. Το σύστημα αυτό βασίστηκε στη φιλοσοφία του SEEMP αναπτύσσοντας ένα δεύτερο κεφάλαιο το οποίο σκοπεύει στην συλλογή των στοιχείων για τον καλύτερο έλεγχο των εκπομπών CO_2 . Η ιδέα για τον κανονισμό DCS του IMO γεννήθηκε από την MEPC τον Οκτώβριο του 2016 και τέθηκε σε εφαρμογή την 1η Μαρτίου 2018 [36].

4.1 Το σύστημα συλλογής δεδομένων για την κατανάλωση καυσίμων των πλοίων

Από το 2013, ο IMO εξέτασε τη σημασία «ενίσχυσης της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων για τον περιορισμό των εκπομπών CO_2 ». Συγκεκριμένα, σχηματίστηκε μια ομάδα εργασίας για την ανάπτυξη ενός σταδιακού μέτρου της κατανάλωσης καυσίμων (Εικόνα 9) σε εθελοντική ή υποχρεωτική βάση, που οδήγησε τελικά σε ένα σύστημα υποχρεωτικό για πλοία άνω των 5000 GT, αποκλείοντας έτσι τα μικρά σκάφη από παραπάνω όγκο εργασίας και υποχρεώσεις.



Εικόνα 9 Σχηματική πορεία των σταδίων υιοθέτησης του DCS [37]

Τα δεδομένα που συλλέγονται κάθε χρόνο, παραμένουν διαθέσιμα προς ανάγνωση για τουλάχιστον ένα χρόνο από την τελευταία μέρα του έτους στο οποίο αναφέρονται και είναι προσβάσιμα από την αρμόδια αρχή, σύμφωνα με τον κανονισμό MARPOL Annex VI, Regulation 22A.8.

Οι βασικές πληροφορίες αυτού του συστήματος όπως φαίνεται και στον Πίνακα 9, περιλαμβάνουν την ταυτότητα και τα χαρακτηριστικά του πλοίου, τη μέθοδο παρακολούθησης για τη συλλογή, τα δεδομένα που περιγράφονται στο SEEMP για το συγκεκριμένο πλοίο, το EEDI, για κάθε περίπτωση, και το σύνολο της ετήσιας κατανάλωσης ανά τύπο καυσίμου εκφρασμένη σε μετρικούς τόνους για τη χρονική περίοδο των δώδεκα μηνών.

Ταυτότητα του πλοίου	Όνομα Αριθμός <i>IMO</i> Κράτους σημαίας Εγγεγραμμένος ιδιοκτήτης (όνομα, διεύθυνση, τόπος ενασχόλησης)
Τεχνικά χαρακτηριστικά	Τύπος πλοίου <i>GT, NT, DWT</i> Ισχύς κινητήρα(πληροφορίες, ταχύτητα σχεδίασης) <i>SEEMP</i> <i>EEDI</i> (κατά περίπτωση) Κατηγορία πάγου (εάν υπάρχει)
Ετήσια κατανάλωση καυσίμου	Συνολική ετήσια κατανάλωση Τύπος καυσίμου σε μετρικούς τόνους

Πίνακας 9 Πληροφορίες του συστήματος συλλογής δεδομένων των πλοίων [[38] [39]]

Η ΜΕΡC όρισε την παράμετρο της διανυθείσας απόστασης, ως την απόσταση που διανύεται από το σημείο αγκυροβόλησης και την παράμετρο των ωρών λειτουργίας, ως τις ώρες που το πλοίο δεν βρίσκεται αγκυροβολημένο. Το DWT χρησιμοποιείται για το βάρος / όγκο φορτίου.

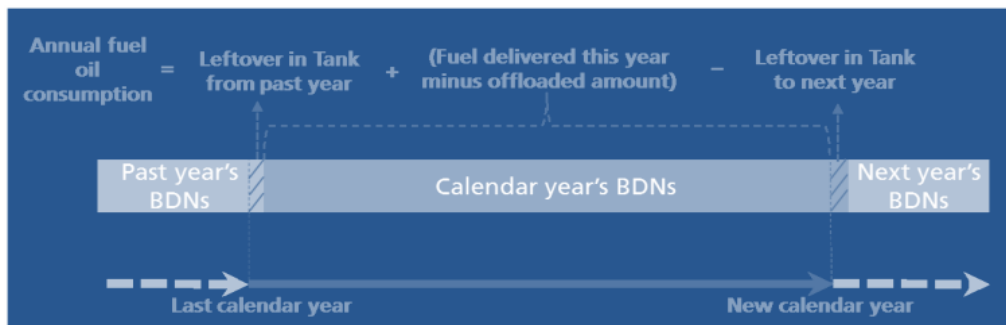
Το μέρος II του SEEMP περιλαμβάνει περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται για τη συλλογή των δεδομένων που απαιτείται από τον κανονισμό 22Α.1 του παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL και τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την αναφορά των δεδομένων στη διοίκηση του πλοίου. Η κατανάλωση καυσίμου περιλαμβάνει όλη την ποσότητα που καταναλώνεται στο σκάφος, και αφορά τα εξής μέσα:

- Κύριες και Βοηθητικές μηχανές
- Αεριοστρόβιλοι
- Λέβητες
- Γεννήτρια αδρανούς αερίου

Διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούν τα πλοία για τη συλλογή ετήσιων δεδομένων για την κατανάλωση καυσίμων πετρελαίου καθορίζονται στο *MEPC.282 (70)* – 2016.

4.1.1 Μέθοδος 1 – Σημείωμα παράδοσης καυσίμου (*BDN*)

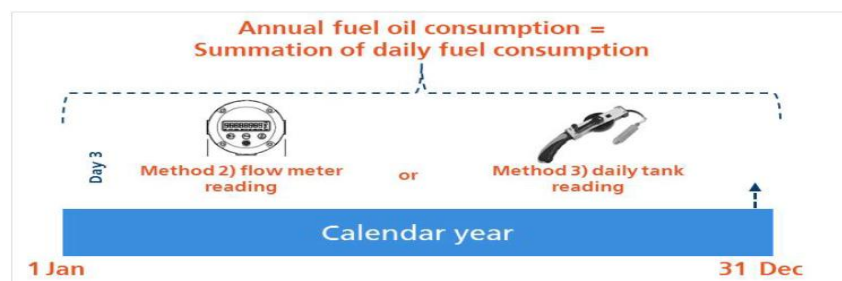
Το τυποποιημένο έγγραφο που απαιτείται από τη *MARPOL*, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης καυσίμου πετρελαίου, και περιέχει πληροφορίες για την παράδοση του (π.χ. όνομα του δοχείου παραλαβής, λιμένας, ημερομηνία, ποσότητα και χαρακτηριστικά του πετρελαίου), όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 10. Σύμφωνα με στο παράρτημα VI της *MARPOL*, τα BDN πρέπει να διατηρούνται επί του σκάφους για τρία έτη.



Εικόνα 10 Μέθοδος 1 – Σημείωμα παράδοσης Καυσίμου (BDN) [40]

4.1.2 Μέθοδος 2 - Μετρητές ροής

Μέσω της χρήσης μετρητών ροής για τη μέτρηση της ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμου και όλων των σχετικών διαδικασιών κατανάλωσης καυσίμου πετρελαίου, η ετήσια κατανάλωση καυσίμου πετρελαίου μπορεί να καταγραφεί. Για τη μέθοδο αυτή, το σχέδιο συλλογής δεδομένων πρέπει να περιλαμβάνει περιγραφή των μετρητών ροής και τη σύνδεσή τους με συγκεκριμένους καταναλωτές πετρελαίου καυσίμου και τη βαθμονόμηση των μετρητών ροής (Εικόνα 11).



Εικόνα 11 Μέθοδος 2 (Μετρητές ροής) και Μέθοδος 3 (Παρακολούθηση δεξαμενών καυσίμου) [40]

4.1.3 Μέθοδος 3 - Παρακολούθηση της δεξαμενής καυσίμου

Τα ημερήσια δεδομένα κατανάλωσης καυσίμου που μετριοούνται από τις σωρευτικές μεταβολές της στάθμης των δεξαμενών καυσίμου, κατά τον πλου, καθώς και σε κάθε πλήρωση ή εκκένωση των δεξαμενών καυσίμου του πλοίου, καταγράφονται. Μια σύνοψη των δεδομένων παρακολούθησης πρέπει να διατηρείται επί του σκάφους.

Η άμεση μέτρηση των εκπομπών CO₂ δεν απαιτείται από τον κανονισμό 22Α του παραρτήματος VI της σύμβασης MARPOL. Ωστόσο, εάν χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος, ο εξοπλισμός μέτρησης και η θέση του θα πρέπει να περιγράφονται στο SEEMP (Μέρος II), ενώ θα πρέπει να διατηρούνται στο πλοίο τα αρχεία βαθμονόμησης και συντήρησης αυτού του εξοπλισμού.

Εντός τριών μηνών από το τέλος κάθε περιόδου αναφοράς, τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να υποβληθούν από τον πλοιοκτήτη ή τον διαχειριστή του πλοίου στην Αρχή του κράτους σημαίας προκειμένου να συγκεντρωθούν σε μια κεντρική βάση δεδομένων του *ΙΜΟ*. Σύμφωνα με τις δηλωθείσες τιμές, ο *ΙΜΟ* υποβάλλει ετήσια έκθεση στην Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (ΜΕΡC) συνοψίζοντας τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και την κατάσταση για τις ελλείψεις πληροφορίες [40].

Κεφάλαιο 5 -Σύγκριση των κανονισμών MRV και DCS

Ο Ευρωπαϊκός κανονισμός MRV εισάγει μία μεθοδολογία για την ακριβή καταγραφή των εκπομπών άνθρακα μέσω της ποσοτικοποίησης των εκπομπών CO₂. Ο κανονισμός καλύπτει την παρακολούθηση, την αναφορά και την επαλήθευση (*monitoring, reporting και verification*) της κατανάλωσης καυσίμου, των εκπομπών CO₂ και του μεταφορικού έργου (μεταφερόμενο φορτίο, μίλια ταξιδιών και χρόνος στη θάλασσα) των πλοίων. Σκοπός του MRV είναι να μετρούνται με ακρίβεια οι ετήσιες εκπομπές CO₂ και η κατανάλωση καυσίμου για την παρακολούθηση και αναφορά των διαφορετικών παραμέτρων, προκειμένου να υλοποιηθούν οι στόχοι μείωσης των εκπομπών και τα μέτρα πρόληψης της αγοράς μεσοπρόθεσμα. Το σύστημα έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός νέου είδους συγκριτικής αξιολόγησης/αναφοράς στην Ευρώπη [41].

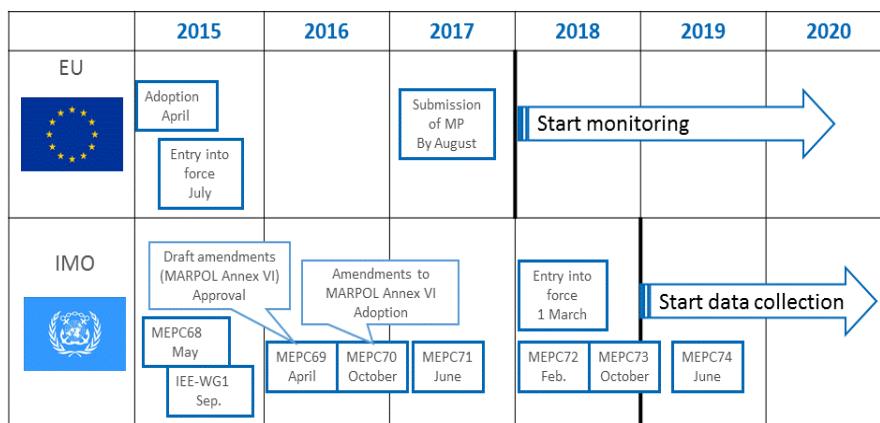
Από την άλλη μεριά, το σύστημα ελέγχου DCS του IMO είναι μια διαδικασία σχετική με την καταγραφή της κατανάλωσης καυσίμου. Η κατανάλωση καυσίμου είναι ήδη διαθέσιμη για σχεδόν όλα τα σκάφη, λόγω του κανονισμού 18 του παραρτήματος VI της σύμβασης της MARPOL που καθιστά υποχρεωτική την εφαρμογή του σημειώματος παράδοσης καυσίμου (*bunker delivery note*). Οι διατάξεις που προτείνονται από τον IMO, απoσκοπούν κυρίως στην ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης χωρίς σαφή ατζέντα για μέτρα βάσει της αγοράς. Επιπλέον, στο βαθμό που οι βασικές παράμετροι του DCS είναι τα απλουστευμένα δεδομένα, δημιουργούνται εύλογες αμφιβολίες όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του ίδιου του συστήματος και τα μελλοντικά αποτελέσματά του [35]. Αντίθετα, στον κανονισμό MRV της ΕΕ υπολογίζεται η μέση ετήσια κατανάλωση καυσίμου και οι εκπομπές CO₂ ανά απόσταση ταξιδιού, με αποτέλεσμα να λαμβάνεται υπόψη και το φορτίο που μεταφέρεται στα ταξίδια, προκειμένου να μετρηθεί η ενεργειακή απόδοση του πλοίου.

Επίσης, καθώς ορισμένα κράτη δεν σκοπεύουν να δημοσιεύουν εμπορικά και τεχνικά δεδομένα, οι αναφορές σχετικά με την κατανάλωση των καυσίμων θα είναι ανώνυμες και θα έχουν πρόσβαση μόνο τα κράτη μέλη του IMO. Σύμφωνα με την MEPC 69, "*η εμπιστευτικότητα είναι ζωτικής σημασίας και δεν επιτρέπεται η πρόσβαση τρίτων στα δεδομένα*" επομένως, τα κράτη θα έχουν πρόσβαση μόνο σε δεδομένα που "*θα είναι ανώνυμα και δεν θα είναι δυνατή η αναγνώριση ενός συγκεκριμένου πλοίου*", ενώ η ΕΕ επιβάλλει την αρχή της πλήρους διαφάνειας με την ελεύθερη πρόσβαση. Επομένως ο κανονισμός MRV της ΕΕ MRV, επιτρέπει στους ναυλωτές να έχουν πρόσβαση σε μια μεγάλη βάση δεδομένων των πλοίων με ακριβή και επαληθευμένα χαρακτηριστικά απόδοσης. Αυτό είναι και ένα βασικό πλεονέκτημα του Ευρωπαϊκού συστήματος, έναντι του απλουστευμένου συστήματος ελέγχου DCS του IMO. Ο Πίνακας 10 συνοψίζει τα βασικά

χαρακτηριστικά των συστημάτων MRV και DCS ενώ ο Πίνακας 11 τη χρονική εξέλιξη για την εφαρμογή των δύο συστημάτων.

Βασικά χαρακτηριστικά	EU MRV	IMO DCS
Η φύση του συστήματος	Υποχρεωτικό	Υποχρεωτικό
Μέγεθος πλοίων	> 5000 GT	> 5000 GT
Χαρακτηριστικά του πλοίου	Πλήρης ταυτότητα	Πλήρης ταυτότητα
Μέθοδος παρακολούθησης	Ναι	Ναι
Κατανάλωση καυσίμου ανά τύπο καυσίμου	Ναι	Ναι
Εκπομπές CO2	Ναι	Όχι
Μεταφορικές εργασίες	Ναι	Πρόκειται να καθοριστει
Μεταφερόμενο φορτίου	Ναι	Πρόκειται να καθοριστει
Απαίτηση για υποβολή εκθέσεων	Πλοιοκτήτης /διαχειριστής	Πλοιοκτήτης /διαχειριστής
Περίοδος αναφοράς	12 μήνες	12 μήνες
Επαλήθευση δεδομένων	Εξωτερικός ελεγκτής	Αρχή κράτους σημαίας
Εγγραφο συμμόρφωσης	Ναι	Ναι
Συλλογή δεδομένων και δημοσίευση	EU Commission	IMO
Διαφάνεια	Συνολική διαφάνεια και δεδομένα	Ανώνυμα δεδομένα
Πρόσβαση δεδομένων	Δεδομένα ανοιχτά στο κοινό	Δεδομένα που έχουν δεσμευτεί στα μέλη του IMO

Πίνακας 10 Σύγκριση μεταξύ του συστήματος MRV της ΕΕ και του DCS του IMO για την κατανάλωση των καυσίμων των πλοίων [37], [40]].



Πίνακας 11 Η χρονική εξέλιξη της εφαρμογής των δύο συστημάτων [42]

Η νομοθεσία σχετικά με τη συλλογή των δεδομένων της κατανάλωσης των καυσίμων, όπως υιοθετήθηκε από τον ΙΜΟ, αντιπροσωπεύει μια πραγματική ευκαιρία και μπορεί να επιταχύνει την ταχεία υιοθέτηση μιας παγκόσμιας λύσης για το CO₂ μέσω και της εφαρμογής του MRV, παρόλο που η συναίνεση για κάτι τέτοιο φαίνεται πιο δύσκολη με 171 κράτη μέλη σε σύγκριση με τα 28 κράτη μέλη της ΕΕ.

Η ρύθμιση των εκπομπών του CO₂ από τα πλοία, με τεχνικά και επιχειρησιακά μέτρα σε παγκόσμιο επίπεδο, φαίνεται να είναι ένα φιλόδοξο σχέδιο το οποίο θα οδηγήσει, πιθανώς, σε μονομερείς εθνικές ή περιφερειακές προσπάθειες για συναφή μέτρα βάσει της αγοράς [35]. Για παράδειγμα, η ΕΕ έχει ήδη προγραμματίσει να συμπεριλάβει τις εκπομπές CO₂ των πλοίων στο δικό της εμπορικό σύστημα εκπομπών. Σε σύγκριση με τις αεροπορικές μεταφορές, προφανώς η ναυτιλιακή βιομηχανία φαίνεται να είναι πίσω, όταν σε μεγάλο βαθμό οι αεροπορικές εταιρείες συμμορφώνονται ήδη με τη μείωση εκπομπών CO₂ της ΕΕ στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Ζώνη (European Economic Area, EEA) [35].

Κεφάλαιο 6 – Στόχος η επίτευξη μηδενικών εκπομπών αυτόν τον αιώνα

Στην 76η Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEP76) του IMO τον Ιούλιο του 2021, τα μέλη συμφώνησαν να θέσουν σε ισχύ δύο νέα μέτρα στις αρχές του 2023 – τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης για υπάρχοντα πλοία (EEXI) και τον επιχειρησιακό/λειτουργικό δείκτη έντασης άνθρακα (CII). Ο EEXI ασχολείται με τον τρόπο εξοπλισμού ή σχεδιασμού των πλοίων, ενώ ο CII είναι ένας δείκτης για την ταξινόμηση των πλοίων σε σχέση με την επιχειρησιακή/λειτουργική ένταση του άνθρακα στις κατηγορίες A, B, C, D ή E .

6.1 Η εφαρμογή του δείκτη EEXI

Ο EEXI είναι η τιμή του Δείκτη Απόδοσης Υφιστάμενου Πλοίου που επιτυγχάνεται από ένα μεμονωμένο πλοίο, σύμφωνα με τον Κανονισμό 23 του Παραρτήματος VI της Διεθνούς σύμβασης MARPOL. Ο επιτευχθείς EEXI αφορά συγκεκριμένο πλοίο και αναφέρει την εκτιμώμενη ενεργειακή απόδοση του πλοίου.

Με την εφαρμογή του EEXI, η οποία τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου 2023, αξιολογούνται και περιορίζονται οι εκπομπές CO₂ ανά μεταφορικό έργο λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις προδιαγραφές σχεδίασης του εκάστοτε πλοίου [43]. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 12) περιγράφονται μέθοδοι / προτάσεις συμμόρφωσης με τον δείκτη EEXI.

Description	Power limitation [% rel. to MCR]	Ship speed loss [% rel. to V _s]	EEXI Improvement [%]
Engine power limitation	up to 50	~21	~37
Description	SFOC Improvement [%]	Different C _F [%]	EEXI Improvement [%]
Fuel change from MDO to LNG	10	15	25
Description	Power reduction [% rel. to P _{ME}]	Ship speed reduction [% rel. V _{ref}]	EEXI Improvement [%]
Rotor sails (2 units) on Long Range 2 tanker	4		3.8
Installation of shaft generator	6	1.7	5.6
Combination of both installations	10	1.7	9.5
Description	DWT increase [%]	att. EEXI gain [%]	EEXI Improvement [%]
Deadweight increase	5	3.7	1.5
	10	7.1	3.0
Description	Power reduction [% rel. to P _{ME}]	Ship speed increase [% rel. V _{ref}]	EEXI Improvement [%]
Energy saving device (e.g. PBCF, duct)	1	0.3	0.3
	4	1.4	1.3
	7	2.4	2.3
	10	3.5	3.3

Πίνακας 12 Μέθοδοι - Προτάσεις για τη μείωση των εκπομπών από τα πλοία [44]

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 12, από τις πιο διαδεδομένες και αποδοτικές μεθόδους για τη συμμόρφωση με τον Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης των Υφιστάμενων Πλοίων (EEXI) είναι η χρήση μειωμένης ισχύος του κινητήρα.

Ο κανονισμός EEXI ισχύει για πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόνων και άνω και των οποίων ο τύπος πλοίου εμπίπτει σε μία ή περισσότερες από τις κατηγορίες του κανονισμού 2 του παραρτήματος VI MARPOL. Τα πλοία στα οποία ισχύει ο κανονισμός θα πρέπει να υπολογίσουν την τιμή EEXI (δηλαδή την τιμή EEXI που έχει επιτευχθεί) και η τιμή θα πρέπει είναι ίση ή μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή (δηλαδή τη μέγιστη απαιτούμενη EEXI). Επιπλέον, εάν το επιτευχθέν EEXI δεν μπορεί να ικανοποιήσει το απαιτούμενο EEXI, το πλοίο θα πρέπει να εφαρμόσει τυχόν αντίμετρα, όπως μείωση ισχύος κινητήρα, χρήση συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας κ.λπ. [45]. Οι απαιτούμενες τιμές EEXI προσδιορίζονται με βάση τα στατιστικά στοιχεία του στόλου ανά τύπο πλοίου, χωρητικότητα φορτίου και μέθοδο πρόωσης [46].

6.2 Βασικές αρχές του επιχειρησιακού/λειτουργικού δείκτη έντασης άνθρακα CII

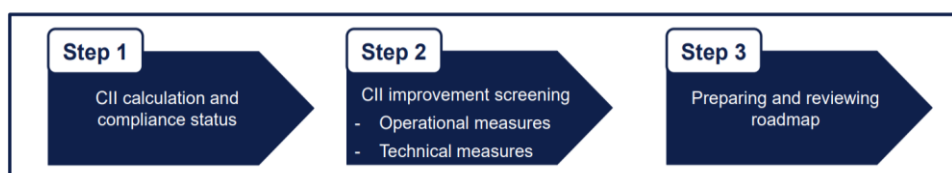
Ο CII είναι ένας επιχειρησιακός/λειτουργικός δείκτης που υπολογίζει ετησίως τα γραμμάρια CO₂ που εκπέμπονται από ένα πλοίο προς τη μεταφορική ικανότητα - ναυτικό μίλι», όπου η μεταφορική ικανότητα εκφράζεται είτε ως DWT είτε ως GT ανάλογα με τον τύπο του πλοίου. Επιπλέον, στους βασικούς υπολογισμούς του CII μπορούν να εφαρμοστούν διορθωτικοί συντελεστές και να γίνουν διορθώσεις σε σχέση με τα ταξίδια, για την περίπτωση ειδικών σχεδιάσεων και λειτουργίας.

Calculation of annual CII:

$$\text{CII} = \frac{\text{Annual fuel consumption} \cdot \text{CO}_2 \text{ factor}}{\text{Annual distance travelled} \cdot \text{Capacity}} \cdot \text{Correction factors}$$

To be developed

Εικόνα 12 Η διαδικασία που ακολουθείται ώστε το πλοίο να συμμορφώνεται με τον κανονισμό CII [47]



Εικόνα 13 Τα στάδια συμμόρφωσης με τον κανονισμό CII [47].

Με βάση τα παραπάνω, για τον προσδιορισμό του ετήσιου CII γίνεται ταξινόμηση της επιχειρησιακής/λειτουργικής έντασης του άνθρακα στις κατηγορίες A, B, C, D ή E για τα πλοία. Τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον λαμβάνουν επίπεδο ταξινόμησης A, ενώ τα πιο ρυπογόνα ταξινομούνται στο επίπεδο E [43].

Τα αρχικά κατώτατα όρια αξιολόγησης ορίζονται με βάση το 2019 και θα γίνουν αυστηρότερα με την πάροδο του χρόνου. Το 2023 για παράδειγμα, ο συντελεστής μείωσης ορίστηκε στο 5% (Πίνακας 13)[47].

Year	Reduction from 2019 ref. (mid-point of C-rating band)
2023	5 %
2024	7 %
2025	9 %
2026	11 %
2027- 2030	To be decided

Πίνακας 13 Οι συντελεστές μείωσης του συντελεστή CII με την πάροδο των ετών [47]

Με τα ολοένα και πιο αυστηρά κριτήρια, αυτό μπορεί να σημαίνει στην πράξη, για παράδειγμα, ότι εάν το πλοίο λάβει βαθμολογία B και δεν ληφθούν μέτρα για δύο χρόνια, τότε το πλοίο θα μπορούσε να λάβει βαθμολογία C το επόμενο έτος. Σύμφωνα με τον κανονισμό, ένα πλοίο ταξινομημένο ως D ή E για τρία συνεχόμενα έτη πρέπει να αναπτύσσει ένα σχέδιο διορθωτικών ενεργειών για να επιτύχει τον απαιτούμενο επιχειρησιακό/λειτουργικό CII. Οι αρχές και άλλοι εμπλεκόμενοι φορείς θα πρέπει να παρέχουν κίνητρα ώστε τα πλοία να έχουν ταξινόμηση επιπέδου A ή B.

Κεφάλαιο 7 - Ανάλυση στοιχείων και εφαρμογή του κανονισμού MRV

7.1 Το σύστημα THETIS MRV

Η ηλεκτρονική βάση δεδομένων «Thetis MRV» (<https://mrv.emsa.europa.eu/#public/eumrv>) αποτελεί ένα σύστημα δημοσιοποίησης των αποτελεσμάτων των επιθεωρήσεων των πλοίων από το κράτος Λιμένα, που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την Ασφάλεια στη Θάλασσα (EMSA). Στην ηλεκτρονική βάση έχουν πρόσβαση οι εταιρείες που διαχειρίζονται τα πλοία, οι επιθεωρητές και τα κράτη μέλη της Ε.Ε. Τα πλοία, προκειμένου να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας (ΕΕ) 2015/757, υποχρεωτικά καταχωρούν τα στοιχεία τους στην πλατφόρμα και οι εταιρείες οφείλουν να ενημερώνουν συνεχώς το σύστημα με τις πληροφορίες που προκύπτουν από την παρακολούθησή τους. Στόχος είναι, μέσω της ηλεκτρονικής εφαρμογής, να συγκεντρώνονται τα δεδομένα σε ένα ασφαλές περιβάλλον προκειμένου να ελέγχονται οι απαιτήσεις του κανονισμού MRV, τόσο από το κράτος σημαίας όσο και από την ίδια την Ε.Ε. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καθιστά τα αναφερόμενα δεδομένα, συγκεντρωτικά σε ετήσια βάση, δημόσια διαθέσιμα και δημοσιεύει επίσης μια ετήσια έκθεση, αναλύοντας τα αναφερόμενα δεδομένα. Παρακάτω αναλύονται τα αποτελέσματα της έκθεσης με δεδομένα για την περίοδο 2018-2020, με ιδιαίτερη έμφαση στα δεδομένα του 2020 που αντιστοιχούν στην τρίτη περίοδο αναφοράς του συστήματος MRV της ΕΕ.

7.2 Εκπομπές CO₂ για το διάστημα 2018-2020

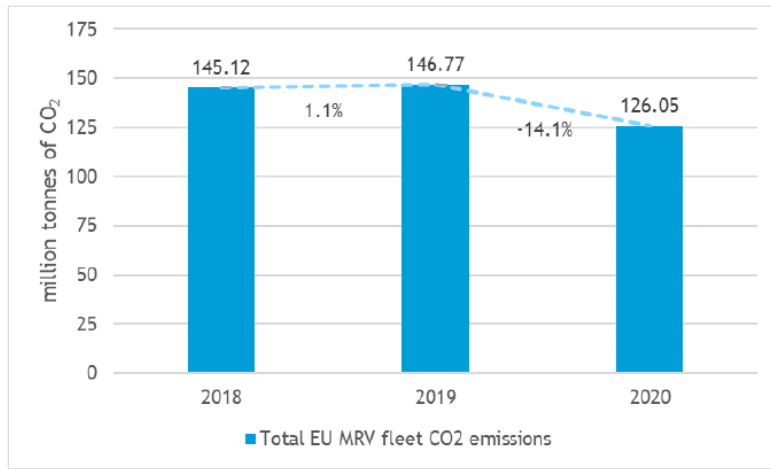
Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στην τρίτη ετήσια συγκεντρωτική έκθεση της για τις εκπομπές CO₂ από τη ναυτιλία για το διάστημα 2018-2020, ανάλυσε τα στοιχεία για σχεδόν 11700 πλοία που είχαν υποβάλει ετήσιες εκθέσεις στα πλαίσια συμμόρφωσης με τον κανονισμό MRV. Η ανάλυση των δεδομένων φανερώνει διαφορές μεταξύ των στοιχείων του 2020 και των δύο προηγούμενων ετών αναφοράς, αντανακλώντας τον αντίκτυπο δύο μεγάλων γεγονότων. Πρώτον, στις αρχές του 2020, τέθηκε σε ισχύ αυστηρότερο όριο από τον IMO σχετικά με την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων που χρησιμοποιούν τα πλοία, και δεύτερον, ξέσπασε η κρίση του COVID-19 που επηρέασε σημαντικά το θαλάσσιο εμπόριο και τις θαλάσσιες μεταφορές επιβατών.

Ο αντίκτυπος της πανδημίας COVID-19 στον κλάδο της ναυτιλίας είχε σαν αποτέλεσμα να δραστηριοποιούνται λιγότερα πλοία εντός του πεδίου εφαρμογής του κανονισμού MRV, με συνέπεια χαμηλότερες εκπομπές CO₂ σχεδόν για όλους τους τύπους πλοίων αλλά και για το σύνολο των εκπομπών όλου του στόλου. Όπως φαίνεται στα γραφήματα 1,2 , ενώ ο αριθμός των πλοίων και οι αναφερόμενες εκπομπές CO₂ ήταν περίπου σταθερές για τα δύο πρώτα έτη αναφοράς (2018 και 2019), οι εκπομπές μειώθηκαν σημαντικά την περίοδο αναφοράς 2020. Οι εκπομπές CO₂ των πλοίων για το 2020 ήταν περίπου 126 εκατομμύρια τόνοι [48].

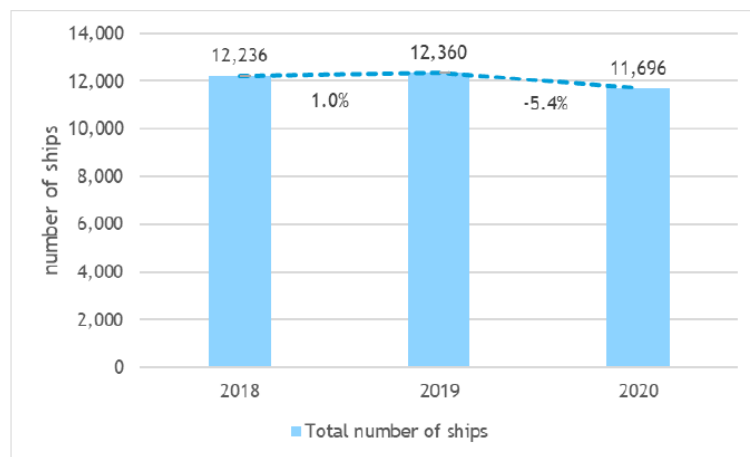
Ειδικότερα το έτος 2020:

- Σε σύγκριση με το 2019, οι αναφερόμενες, με βάση των κανονισμό MRV, εκπομπές CO₂ μειώθηκαν κατά 14,1% (Γράφημα 1) αλλά επίσης μειώθηκε και ο αριθμός των εκθέσεων αναφοράς των εκπομπών κατά 5,4% (Γράφημα 2).
- Οι εκπομπές CO₂ μειώθηκαν για όλα τα είδη ταξιδιών καθώς και για τον ελλιμενισμό, ιδιαίτερα σε ότι αφορούσε ταξίδια εντός του ΕΟΧ (Ευρωπαϊκός Οικονομικός χώρος) με μείωση περίπου 21% (Γράφημα 3) .
- Σε σύγκριση με το 2019, οι εκπομπές CO₂ ήταν χαμηλότερες για όλους σχεδόν τους τύπους πλοίων, εκτός από τα πλοία LNG και τα combination carriers. Σε απόλυτες τιμές, οι εκπομπές CO₂ μειώθηκαν ειδικά για τα επιβατηγά πλοία, συμπεριλαμβανομένων των κρουαζιερόπλοιων, αλλά η μείωση ήταν επίσης μεγάλη για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και τα πλοία Ro-rah (Γράφημα 4).

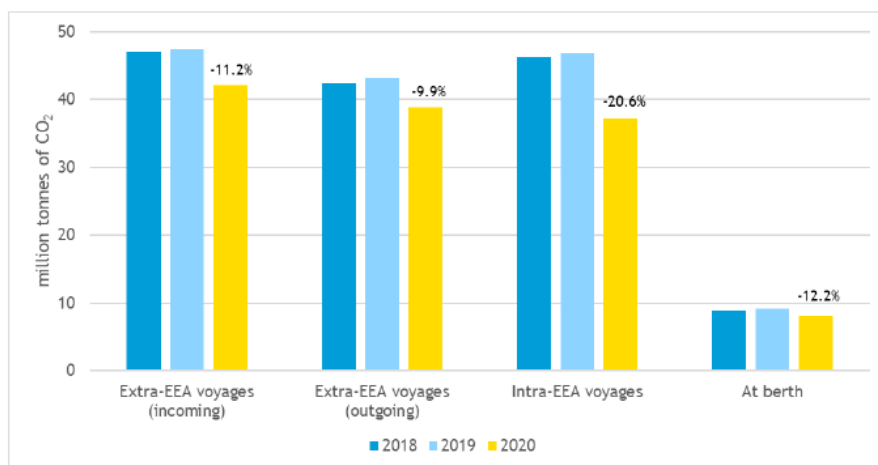
Το νέο όριο του IMO, για την περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο, οδήγησε σε μια σαφή στροφή προς το ελαφρύ μαζούτ (+197%), ενώ επηρέασε πολύ λιγότερο τη χρήση του LNG (+12%) και το πετρελαίου ντίζελ (+10%). Η χρήση μη συμβατικών (μη ορυκτών) καυσίμων παρέμεινε εξαιρετικά μικρή [48].



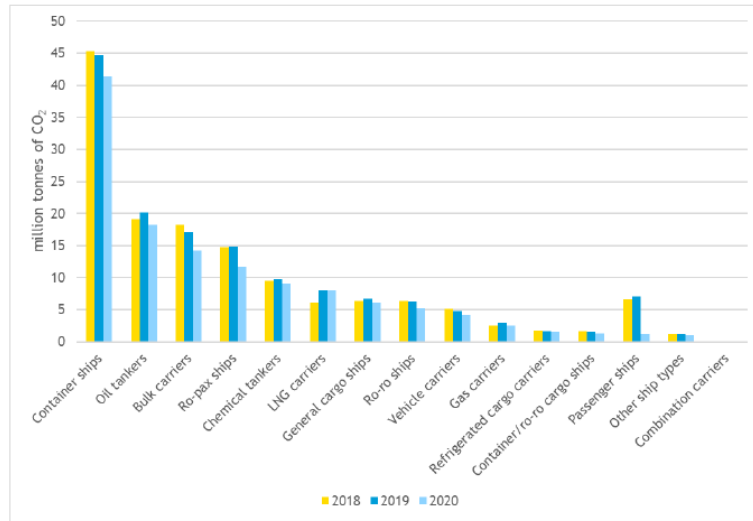
Γράφημα 1 Αναφερόμενες συνολικές εκπομπές CO₂ του στόλου 2018-2020 [48]



Γράφημα 2 Συνολικός αριθμός πλοίων για τα οποία υποβλήθηκε έκθεση εκπομπών 2018-2020 [48]

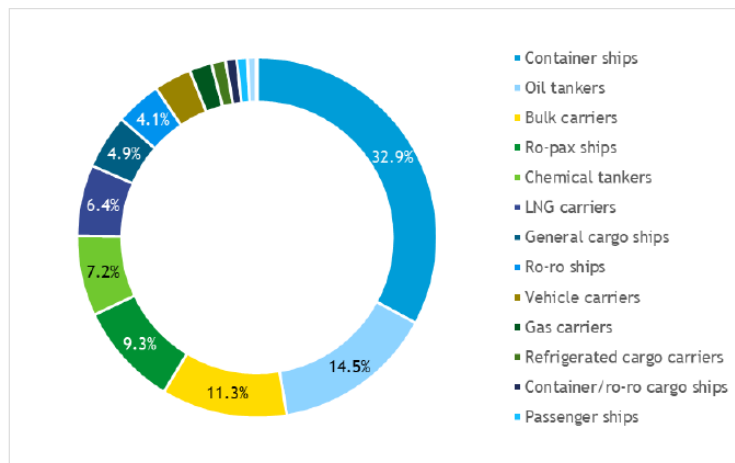


Γράφημα 3 Εκπομπές στόλου 2018 έως 2020 ανά τύπο ταξιδιού και σε θέση ελλιμενισμού [48]



Γράφημα 4 Συνολικές εκπομπές ανά τύπο πλοίου (2018 έως 2020) [48]

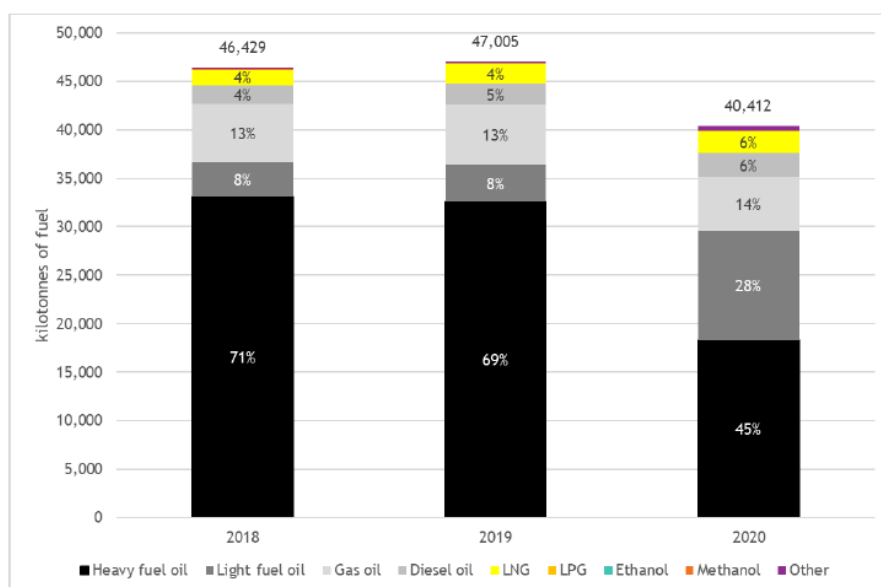
Όσον αφορά στη συνεισφορά στις εκπομπές CO₂ ανά τύπο πλοίου για το 2020 (Γράφημα 5), παρατηρούμε ότι τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είχαν το υψηλότερο ποσοστό στις εκπομπές CO₂ του στόλου (33%) και ήταν, μαζί με τα πετρελαιοφόρα, υπεύθυνα για σχεδόν το ήμισυ (47%) των εκπομπών του στόλου. Επίσης σημαντική ήταν και η συνεισφορά στις εκπομπές CO₂ (πάνω από 10 MT) των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου καθώς και των πλοίων Ro-pax [48].



Γράφημα 5 Η συνεισφορά στις εκπομπές CO₂ ανά τύπο πλοίου για το 2020 [48]

7.3 Κατανάλωση καυσίμου για το διάστημα 2018-2020

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής αυστηρότερου κανονισμού για το θείο δείχνουν ξεκάθαρα ότι, το 2020 σε σύγκριση με το 2019, μειώθηκε η συνολική ποσότητα καυσίμου κατά περίπου 14% καθώς η συνολική κατανάλωση ήταν 40.4 εκατομμύρια τόνους αντί 47 εκατομμύρια τόνους το 2019 (Γράφημα 6). Επιπλέον, η κατανάλωση βαρέως πετρελαίου μειώθηκε σημαντικά (-44%), ενώ η χρήση ελαφρού πετρελαίου έχει αυξηθεί σημαντικά (+197%). Η κατανάλωση πετρελαίου ντίζελ έχει επίσης αυξηθεί σε σύγκριση με το 2019 (+10%) (Γράφημα 6). Σημειώνεται σε αυτό το πλαίσιο, ότι το VLSFO μπορεί, ανάλογα με την κατηγορία, να εμπίπτει σε διαφορετικές κατηγορίες καυσίμων που διακρίνονται σύμφωνα με τον κανονισμό της ΕΕ MRV [48].



Γράφημα 6 Η συνολική κατανάλωση καυσίμου του στόλου της ΕΕ ανά τύπο καυσίμου (2018-2020) [48]

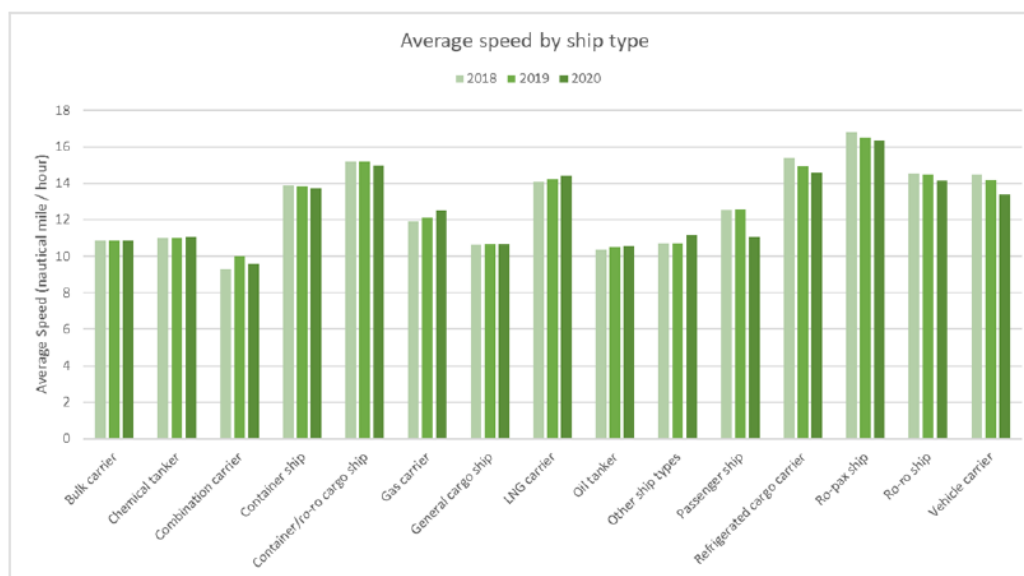
7.4 Ταχύτητα και χρόνος ταξιδιού για το διάστημα 2018-2020

Η ταχύτητα έχει άμεση επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου και στις εκπομπές CO₂. Η μείωση της ταχύτητας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και συνεπώς τη μείωση των εκπομπών CO₂. Το κόστος των καυσίμων αποτελεί μεγάλο μέρος του λειτουργικού κόστους των πλοίων. Με τη μείωση της ταχύτητας, θα μειωθεί το λειτουργικό κόστος, γεγονός που είναι πιθανό να αυξήσει και τα κέρδη. Το θετικό αποτέλεσμα είναι επομένως η μείωση των εκπομπών CO₂.

Η ταχύτητα είναι μια παράμετρος που είναι δύσκολο να συγκριθεί μεταξύ διαφορετικών τύπων πλοίων, καθώς τα διαφορετικά σχέδια πλοίων και τα επιχειρηματικά μοντέλα τους παίζουν

σημαντικό ρόλο. Ωστόσο, η διακύμανση ταχύτητας με την πάροδο του χρόνου είναι ένας σχετικός δείκτης που εξηγεί την εξέλιξη της λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης των πλοίων. Στο πλαίσιο αυτό, στα δεδομένα που παρουσιάζονται στην έκθεση της ΕΕ, η μέση ταχύτητα ανά τύπο πλοίου έχει υπολογιστεί με βάση τη διάρκεια του ταξιδιού στη θάλασσα και τη διανυθείσα απόσταση (Γράφημα 7).

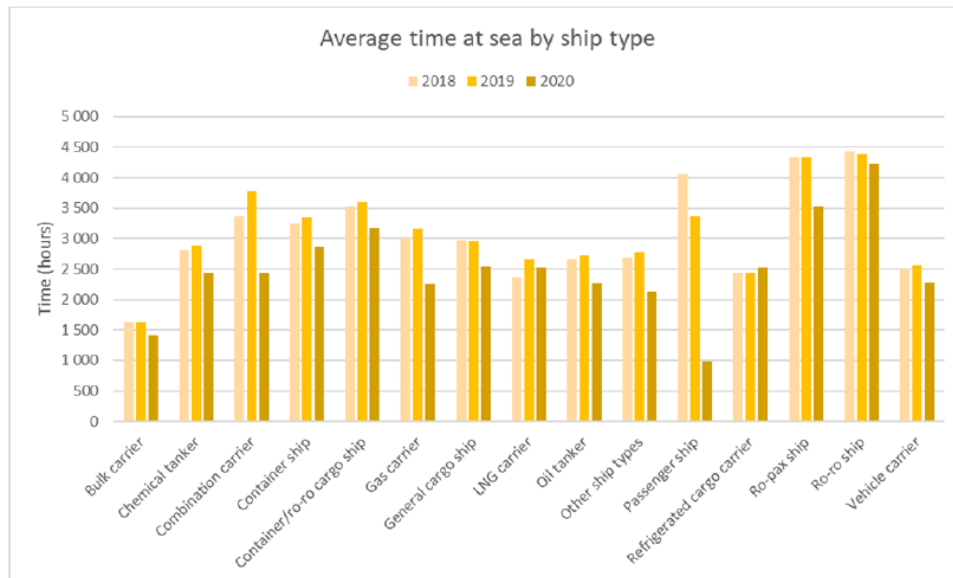
Λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές του διαγράμματος, συμπεραίνει κανείς ότι η διακύμανση ταχύτητας μεταξύ των ετών 2018, 2019 και 2020 ανά τύπο πλοίου είναι μικρή, πράγμα που σημαίνει ότι η μέση ταχύτητα ανά τύπο πλοίου δεν έχει μειωθεί σημαντικά. Εξαιρέσεις σε αυτό αποτελούν οι περιπτώσεις πλοίων μεταφοράς οχημάτων (vehicle carriers) και μεταφοράς φορτίου σε ψυγεία (refrigerated cargo carriers), για τις οποίες καταγράφηκε μείωση της μέσης ταχύτητας. Επιπλέον, σημαντική μείωση της μέσης ταχύτητας είναι εμφανής στα επιβατηγά πλοία το 2020 σε σύγκριση με το 2018-2019 [48].



Γράφημα 7 Μέση ταχύτητα ανά τύπο πλοίου [48]

Καθώς ο μέσος χρόνος στη θάλασσα ποικίλλει ανά τύπο πλοίου, αφού ο κάθε τύπος έχει διαφορετικό επιχειρησιακό προφίλ, είναι δύσκολο να συγκριθεί ο χρόνος στη θάλασσα για διαφορετικούς τύπους πλοίων. Όπως φαίνεται στο Γράφημα 8, για όλους τους τύπους πλοίων, εκτός από τα πλοία μεταφοράς φορτίου σε ψυγεία (refrigerated cargo carriers), ο μέσος χρόνος στη θάλασσα ήταν σημαντικά μικρότερος το 2020 σε σχέση με το 2018 και το 2019. Αυτό οφείλεται σε προσωρινή μείωση του μεταφορικού έργου λόγω του COVID-19. Τα επιβατηγά πλοία, όπως και τα κρουαζιερόπλοια, έχουν πληγεί περισσότερο λόγω των περιορισμών της πανδημίας για διακοπές, καθώς αναγκάστηκαν να μείνουν ακυροβλημένα χωρίς επιβάτες και μόνο με ελάχιστο αριθμό

μελών πληρώματος κατά τη διάρκεια του COVID-19 τον περισσότερο χρόνο (Ο χρόνος στο αγκυροβόλιο δεν λαμβάνεται υπόψιν στον υπολογισμό του χρόνου στη θάλασσα) [48].



Γράφημα 8 Μέσος χρόνος στη θάλασσα ανά τύπο πλοίου [48]

Κεφάλαιο 8 - Σχόλια – Τελικές παρατηρήσεις

Η πιθανότητα μηδενικών εκπομπών από τη διεθνή ναυτιλία στο μέλλον εξαρτάται από πολλούς και αβέβαιους παράγοντες, που σχετίζονται κυρίως με τις τεχνολογικές εξελίξεις, την ικανότητα εφοδιασμού και τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών καυσίμων και το κόστος τους, τα οποία δεν μπορούν να προβλεφθούν επακριβώς σε αυτή τη φάση.

Στο πλαίσιο της παρούσης διπλωματικής εργασίας, παρουσιάστηκαν πρόσφατοι κανονισμοί για τον περιορισμό των ρύπων από τα πλοία που αναδεικνύουν τις πολιτικές της ΕΕ και του IMO σε αυτή την κατεύθυνση. Ειδικότερα, στην εργασία αναλύθηκε η συμβολή του κανονισμού MRV της ΕΕ στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της διεθνούς ναυτιλίας μέσω ενός νέου κανονιστικού πλαισίου. Το σύστημα MRV της ΕΕ αποτελεί ένα βασικό βήμα για τη μείωση των εκπομπών του άνθρακα, στοχεύοντας στη βελτίωση και στη βιωσιμότητα των θαλάσσιων μεταφορών καθώς επίσης και στην ακριβή ποσοτικοποίηση των εκπομπών CO₂. Ο κανονισμός έχει σχεδιαστεί για να συμβάλλει στην περαιτέρω αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, επιβάλλοντας διαφάνεια των πληροφοριών σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές CO₂.

Το σύστημα DCS του IMO, που απαιτεί τη συγκέντρωση στοιχείων από την κατανάλωση καυσίμων των πλοίων, αποτελεί επιπλέον νομοθεσία με υποχρεωτική εφαρμογή. Όπως αναφέρθηκε, τα χαρακτηριστικά του DCS διαφέρουν σε σχέση με τις απαιτήσεις της ΕΕ καθώς το σύστημα MRV βασίζεται στη διαφάνεια, ενώ το σύστημα DCS του IMO βασίζεται στην εμπιστευτικότητα.

Παρόλο που το DCS διαφέρει από το MRV σε αρκετά σημαντικά σημεία, τα δύο συστήματα έχουν αρκετά κοινά σημεία και υπάρχει η πεποίθηση πως θα είναι ωφέλιμο να ευθυγραμμιστούν και να συνδυαστούν για την εφαρμογή ενός παγκόσμιου συστήματος.

Τα συστήματα και οι μηχανισμοί χρηματοδότησης για την εφαρμογή των παραπάνω προτάσεων πρέπει να υλοποιηθούν με τη συμβολή όλων των εμπλεκόμενων μερών, με σκοπό την ενίσχυση της εμπορικής σκοπιμότητας και την κατασκευή και λειτουργία πλοίων με μηδενικές εκπομπές το συντομότερο δυνατό.

Ταυτόχρονα, οι μέχρι σήμερα προσπάθειες σχετικά με τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τα πλοία έχουν προχωρήσει σε ικανοποιητικό βαθμό και, όσο οι τεχνολογίες βελτιώνονται, αυτό θα αντικατοπτρίζεται και στα επίπεδα των εκπομπών.

Βιβλιογραφία

- [1] T. R. W. i. Riley E.J. Schnurr, «Marine Transportation and Energy Use,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/marine-transportation>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [2] S. FECHT, «How Exactly Does Carbon Dioxide Cause Global Warming?,» 25 2 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://news.climate.columbia.edu/2021/02/25/carbon-dioxide-cause-global-warming/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [3] «Global Greenhouse Gas Emissions Data,» 15 2 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [4] «Understanding greenhouse gases and its effect on our atmosphere,» 21 5 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://spectrumlocalnews.com/nc/triad/weather/2023/05/12/what-are-greenhouse-gases->. [Πρόσβαση 21 5 2023].
- [5] U. N. C. o. t. a. Development, «REVIEW OF MARITIME TRANSPORT 2022,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2022_en.pdf. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [6] IMO, «Climate action and clean air in shipping,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Decarbonization%20and%20Clean%20air%20in%20shipping.aspx>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [7] IMO, «Energy Efficiency Measures,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.imo.org/fr/ourwork/environment/pages/technical-and-operational-measures.aspx>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [8] E. Commision, «Paris Agreement,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [9] V. shipping, «EU MRV / IMO DCS / CSI,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.verifavia.com/uploads/files/VERIFAVIA%20SHIPPING%20_%20EU%20MRV%20&%20IMO%20DCS%20_%20POSIDONIA. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [10] IMO, «ADOPTION OF THE INITIAL IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [11] E. Συμβούλιο, «Δέσμη Fit for 55,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].

- [12] «European Parliament,» 3 5 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20220610STO32720/cutting-emissions-from-planes-and-ships-eu-actions-explained>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [13] «History of the Convention,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [14] «Paris Agreement,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [15] «5 charts that explain the Paris climate agreement,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2016/11/5-charts-that-explain-the-paris-climate-agreement/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [16] «Συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/climate-change/paris-agreement/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [17] «COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [18] E. E. a. s. Comitte, «Πρωτοβουλία FuelEU για τη ναυτιλία,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/fueleu-maritime>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [19] «Η παγκόσμια δέσμευση για το μεθάνιο,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ot.gr/2022/04/27/green/i-pagkosmia-desmeysi-gia-to-methanio/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [20] «Η Ευρώπη καταστρώνει «σχέδιο μάχης» για την σύνοδο κορυφής για το κλίμα,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.euractiv.gr/section/periballon/news/i-eyropi-katastronei-schedio-machis-gia-tin-synodo-koryfis-gia-to-klima/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [21] «Είναι η Σύνοδος της Γλασκόβης η τελευταία ευκαιρία για τη σωτηρία του πλανήτη μας;» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.lifo.gr/now/perivallon/einai-i-synodos-tis-glaskobis-i-teleytaia-eykairia-gia-ti-sotiria-toy-planiti-mas>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [22] «UN climate change conference (COP 26), World Leaders Summit, Glasgow, UK, 1 November 2021,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/international-summit/2021/11/01/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [23] «CO2 emissions from the marine industry: how can shipping companies be greener?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://marine-digital.com/article_co2. [Πρόσβαση 20 5 2023].

- [24] «International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL),» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx). [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [25] «MARPOL Annex VI - Prevention of Air Pollution from Ships,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.rempoc.org/en/knowledge-centre/online-catalogue/3-zb-l01-marpol-annex-vi-regulations-final.pdf>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [26] «AIR POLLUTION & MARINNE SHIPPING,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://clearseas.org/en/air-pollution/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [27] « Interim guidelines on the method of calculation of the energy efficiency design index for new ships,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://ruc.overheid.nl/nsi/doc/PUC_1682_14/1/. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [28] «Implementing EEDI,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.irclass.org/media/2368/energy-efficiency-design-index.pdf>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [29] «Improving the energy efficiency of ships,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Improving%20the%20energy%20efficiency%20of%20ships.aspx>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [30] IC SARAIDARIS, «EU & UK MRV - MONITORING PLAN,» IC SARAIDARIS, Piraeus , 2022.
- [31] I.C. SARAIDARIS, «Ship Energy Efficiency Plan,» I.C. SARAIDARIS, Piraeus, 2021.
- [32] «EU MRV vs. IMO fuel consumption data collection system,» 2 12 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.verifavia-shipping.com/shipping-carbon-emissions-verification/press-media-eu-mrv-vs-imo-fuel-consumption-data-collection-system-155.php>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [33] «Κανονισμός (ΕΕ) 2015/757 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Απριλίου 2015, για την παρακολούθηση, την υποβολή εκθέσεων και επαλήθευση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από θαλάσσιες μεταφορές και για την τροποποίηση της οδηγίας 200,» 29 4 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://op.europa.eu/el/publication-detail/-/publication/c895b0b3-fdf7-11e4-a4c8-01aa75ed71a1/language-el/format-PDFA1A>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [34] «Εκτελεστικός κανονισμός (ΕΕ) 2016/1927 της Επιτροπής, της 4ης Νοεμβρίου 2016, σχετικά με τα υποδείγματα για τα σχέδια παρακολούθησης, τις εκθέσεις εκπομπών και τα έγγραφα συμμόρφωσης σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) 2015/757 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και τ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:32016R1927>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [35] «The Monitoring, Reporting and Verification of Ships' Carbon Dioxide Emissions: A European Substantial Policy Measure towards Accurate and Transparent Carbon Dioxide Quantification,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.researchgate.net/figure/The-EU-MRV-A-virtuous-systemic-framework-Source-Author-based-on-EU-Regulation-2015->

757_fig1_318139934. [Πρόσβαση 20 5 2023].

- [36] «The IMO Data Collection System (DCS),» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.verifavia-shipping.com/shipping-carbon-emissions-verification/shipping-mrv-regulation-the-imo-data-collection-system-dcs-106.php>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [37] «Monitoring the Carbon Footprint of Dry Bulk Shipping in the EU: An Early Assessment of the MRV Regulation,» 19 9 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/5133>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [38] M. E. P. Committee, «MEPC 69/6/AA,» 2015.
- [39] Committee, Marine Environment Protection, «MEPC 69/21,» Committee, Marine Environment Protection, 2016.
- [40] «Guidance on the EU MRV regulation and the IMO DCS for shipowners and operators,» 9 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.maritimecyprus.com/wp-content/uploads/2018/03/mo-guidance-on-the-eu-mrv-regulation-and-the-imo-dcs-for-shipowners-and-operators-v1-0-201709-1.pdf>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [41] «The EU Monitoring, Reporting & Verification (MRV),» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.verifavia-shipping.com/shipping-carbon-emissions-verification/shipping-mrv-regulation-the-eu-monitoring-reporting-verification-mrv-6.php>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [42] «EU MRV and IMO DCS Regulations,» 20 3 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://maritimecyprus.com/2018/03/20/eu-mrv-and-imo-dcs-regulations/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [43] «Νέα ανάλυση δείχνει ότι το EEXI θα οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών κατά 6,6%,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://e-nautilia.gr/nea-analush-deixnei-oti-to-eexi-tha-odhghseise-meiwsh-twn-ekpompwn-kata-6-6/>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [44] Webinar, DNV, «Energy Efficiency Existing Ship Index,» σε *EEXI – what you need to know*, 2021.
- [45] «EEXI regulation,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.classnk.or.jp/hp/en/activities/statutory/eexi/index.html>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [46] «WHAT IS EEXI?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://marine-offshore.bureauveritas.com/shipping-decarbonization/carbon-index/eexi>. [Πρόσβαση 20 5 2023].
- [47] D. Webinar, «The carbon intensity indicator (CII) - a closer look,» 2021.
- [48] «Third annual report from the European Commission on CO2 Emissions from Maritime Transport (Period 2018-2020),SWD(2022),» European Commission, Brussels, 2022.