

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**



**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**



ΔΠΜΣ

Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία

Διπλωματική Εργασία

«Απαλλαγή ναυτιλίας από εκπομπές άνθρακα: Η οπτική της
Ευρωπαϊκής Ένωσης και το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο»

Βασίλειος Κιλμπασάνης

MNΣΝΔ22019

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Ζάννης Θεόδωρος

Πειραιάς

Μάϊος 2024



ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

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



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΕΔιΕ του ΔΠΜΣ σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του ΔΠΜΣ ‘Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία’.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

ΜΕΛΟΣ Α΄: Δρ. Κατσάνης Ιωάννης

ΜΕΛΟΣ Β΄: Δρ. Παριώτης Ευθύμιος

ΜΕΛΟΣ Γ΄: Δρ. Θεόδωρος Ζάννης

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



Περίληψη

Βασικό αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η αποκωδικοποίηση της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα πλαίσια του πακέτου «Fit for 55» για σταδιακή απαλλαγή της ναυτιλίας από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με έμφαση στο FuelEUMaritime. Η ανάλυση αυτή, προτίθεται να εξετάσει τους στόχους και τις πολιτικές που έχουν θεσπιστεί σε επίπεδο ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα στον τομέα της ναυτιλίας, τα μέτρα που λαμβάνονται για την επίτευξη αυτών των στόχων καθώς και τις βλέψεις προς το μέλλον της ναυτιλίας όσο αφορά τα τις τεχνολογικές και λειτουργικές εξελίξεις, την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας η εναλλακτικών καυσίμων

Abstract

The main subject of the thesis is the decoding of the European Union legislation in the context of the "Fit for 55" package for the gradual decarbonisation of shipping with emphasis on FuelEUMaritime. This analysis intends to examine the objectives and policies adopted at EU level to reduce carbon emissions in the shipping sector, the measures taken to achieve these objectives as well as the future outlook for shipping in terms of technological and operational developments, the use of renewable energy sources or alternative fuels.



Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	4
Πίνακας Περιεχομένων	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	7
2.1 Ναυτιλία και εκπομπές άνθρακα.....	7
2.2 Παγκόσμια προσπάθεια μείωσης των εκπομπών άνθρακα.....	9
2.3 Ρόλος της ναυτιλίας στην παγκόσμια οικονομία.....	11
3. ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	12
3.1 Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα..	12
3.2 Κανονιστικά πλαίσια.....	15
3.3 Ευρωπαϊκή πολιτική για την προώθηση των καθαρών καυσίμων και της ενεργειακής απόδοσης.....	23
4. ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ	26
4.1 Τεχνολογικές και λειτουργικές καινοτομίες.....	26
4.1.1. Περιβαλλοντική πολιτική λιμένων.....	27
4.1.2. Τεχνολογικά μέτρα.....	28
4.1.3. Λειτουργικά μέτρα.....	34
4.1.4. Εναλλακτικά καύσιμα.....	35
4.1.5. Εναλλακτικές πηγές ενέργειας.....	35
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	44



1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παγκόσμια ανησυχία για την κλιματική αλλαγή και η ανάγκη για μείωση των εκπομπών άνθρακα έχουν τοποθετήσει τον τομέα της ναυτιλίας στο επίκεντρο της προσοχής. Ως ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς αερίων του θερμοκηπίου, η ναυτιλία αντιμετωπίζει την πρόκληση να μειώσει τις εκπομπές της, διατηρώντας ταυτόχρονα την ανταγωνιστικότητά της.

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην ανάλυση της απαλλαγής της ναυτιλίας από τις εκπομπές άνθρακα, με έμφαση στην οπτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο. Μέσα από την ανάλυση αυτή, προτίθεται να εξετάσει τους στόχους και τις πολιτικές που έχουν θεσπιστεί σε επίπεδο ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα στον τομέα της ναυτιλίας, καθώς και τα μέτρα που λαμβάνονται για την επίτευξη αυτών των στόχων.

Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία διατυπώνει τις εξής κύριες πτυχές:

- Ανάλυση του θεωρητικού υποβάθρου σχετικά με τη σχέση μεταξύ ναυτιλίας και εκπομπών άνθρακα, καθώς και τον ρόλο της ναυτιλίας στην παγκόσμια οικονομία.
- Ανάλυση της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη ναυτιλία και τις εκπομπές άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων των στόχων, των κανονιστικών πλαισίων και των πρωτοβουλιών.
- Ανάλυση των μέτρων μείωσης εκπομπών στη ναυτιλία, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών και λειτουργικών καινοτομιών, των εναλλακτικών καυσίμων και των νέων τεχνολογιών.
- Ανάλυση των προκλήσεων και των προοπτικών για τη μελλοντική ανάπτυξη και απαλλαγή από εκπομπές άνθρακα στον τομέα της ναυτιλίας.

Αυτή η έρευνα παρέχει μια συνολική εικόνα της πολιτικής και των μέτρων που λαμβάνονται σε επίπεδο ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα στον τομέα της ναυτιλίας, ενώ ταυτόχρονα προσδιορίζει πιθανές κατευθύνσεις για μελλοντικές εξελίξεις και προκλήσεις.



2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Ναυτιλία και εκπομπές άνθρακα

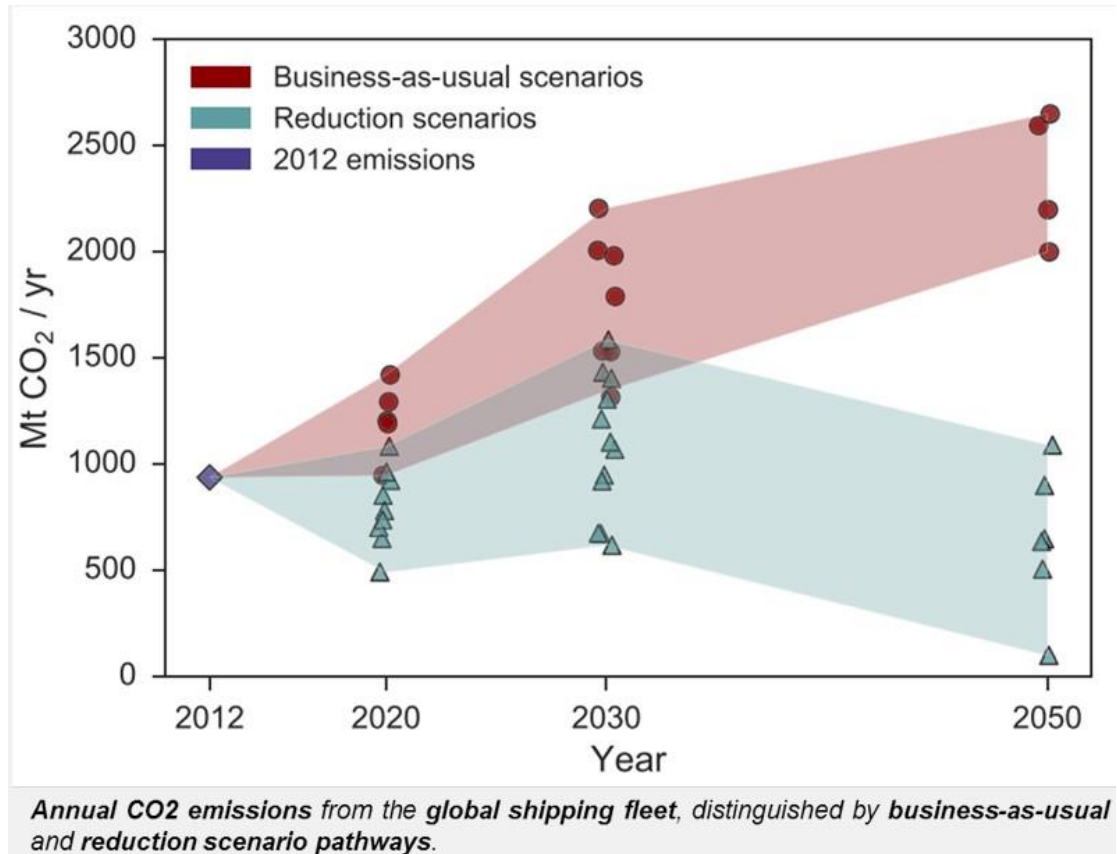
Η ναυτιλία αναδεικνύεται ως το πιο σημαντικό μέσο παγκοσμίως για τη μεταφορά προϊόντων και υπηρεσιών, παρέχοντας συχνά την πιο οικονομική και ασφαλή μέθοδο μεταφοράς εμπορευμάτων. Το ποσοστό κάλυψης του παγκόσμιου εμπορίου από τη ναυτιλία φτάνει το 91%, υπογραμμίζοντας την κρίσιμη σημασία της στον παγκόσμιο εμπορικό χώρο.

Σε σύγκριση με άλλα μέσα μεταφοράς όπως αεροπλάνα ή φορτηγά, τα πλοία παρουσιάζουν τη μικρότερη απελευθέρωση CO₂ ανά ποσότητα μεταφερόμενου προϊόντος. Συγκεκριμένα, από το παρακάτω σχήμα γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ναυτιλία συνεισφέρει μόλις στο 2.7% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αν προσθέσουμε και την εσωτερική ναυτιλία και αλιεία, αυτό το ποσοστό αυξάνεται στο 3.3%. Αυτός ο αριθμός είναι σημαντικά χαμηλότερος σε σύγκριση με άλλα μέσα μεταφοράς, εκτός από τις οδικές μεταφορές, όπως φαίνεται στο σχήμα όπου ο σιδηρόδρομος κατέχει το 0.5% και οι διεθνείς αερομεταφορές το 1.9%.



Εικόνα 1: Ποσοστά Εκπομπής CO₂ (Παριώτης, 2022)

Σύμφωνα με τη μελέτη του IMO του 2009, ελλείψει πολιτικών μετριασμού, οι εκπομπές των πλοίων θα μπορούσαν να αυξηθούν κατά 150% έως 250% έως το 2050. Τότε θα αποτελούσαν 12% έως 18% των συνολικών επιτρεπόμενων εκπομπών CO₂.



Εικόνα 2: Ετήσια Εκπομπή CO² Ναυτιλίας με Πρόβλεψη (Παριώτης, 2022)

Ορισμένα από τα μεγαλύτερα πλοία στη ναυτιλιακή βιομηχανία, όπως τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Container ships), τα χύδην μεταφοράς και τα πετρελαιοφόρα δεξαμενόπλοια, αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη ναυτιλία. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι αυτά τα πλοία πραγματοποιούν μεγάλες αποστάσεις κατά μήκος διεθνών και διαπεριφερειακών ακτογραμμών για τη μεταφορά των εμπορευμάτων τους.

Οι μεγάλες αποστάσεις αυτές απαιτούν περισσότερο καύσιμο, καθώς και μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας των κινητήρων των πλοίων. Ως αποτέλεσμα, παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου ανά μονάδα μεταφερόμενου εμπορεύματος σε σύγκριση με πιο μικρά πλοία ή άλλα μέσα μεταφοράς.

Τα πλοία αυτά, ωθούνται από πάνω από 500 GW χωρητικότητας κινητήρες, περισσότερο δηλαδή από ολόκληρο το στόλο των ευρωπαϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα (Marine Flottenkommando, 2018). Αυτές οι μεγάλες πηγές εκπομπών αποτελούν πρόκληση για την ναυτιλία σε σχέση με τη



μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τη βελτίωση της περιβαλλοντικής της απόδοσης.

Οι εκπομπές στη ναυτιλία εξαρτώνται κυρίως από το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιούνται και την αποδοτικότητά τους. Διαφορετικά καύσιμα παράγουν διαφορετικές εκπομπές αερίων όπως CO₂, SO_x, NO_x και μεθάνιο. Πλοία που δεν είναι τόσο αποδοτικά απαιτούν μεγαλύτερες ποσότητες καυσίμου για να λειτουργήσουν.

Το 2015, από τα 105 εκατομμύρια τόνους της παγκόσμιας κατανάλωσης καυσίμων στη ναυτιλία, το 72% προήλθε από βαρέα καύσιμα (μαζούτ), το 26% από αποστάγματα (πετρέλαιο ντίζελ) και το 2% από υγροποιημένο φυσικό αέριο. Τα βαρέα ορυκτά καύσιμα συνήθως έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θείο, με τη συνεισφορά της διεθνούς ναυτιλίας στις παγκόσμιες εκπομπές SO_x το 2012 να εκτιμάται στο 13%. Οι εκπομπές SO_x έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και προκαλούν βλάβες στο οικοσύστημα μέσω της όξυνσης του νερού και του εδάφους. Επιπλέον, οι εκπομπές θείου και οξειδίου του αζώτου έχουν βραχυπρόθεσμη επίδραση στην ψύξη του κλίματος, προκαλώντας μείωση των παγκόσμιων θερμοκρασιών για περισσότερο από 20 χρόνια. Αυτό αναδεικνύει την πρόκληση που αντιμετωπίζει η ναυτιλία όχι μόνο στη μείωση των εκπομπών του CO₂ αλλά και στον έλεγχο των εκπομπών που συμβάλλουν στην ρύπανση του περιβάλλοντος. (Μπόχτης, Σεπτέμβρης 2021)

2.2 Παγκόσμια προσπάθεια μείωσης των εκπομπών άνθρακα

Η παγκόσμια προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα αποτελεί έναν κρίσιμο στόχο που έχει τεθεί από πολλές χώρες και διεθνείς οργανισμούς, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Μερικές από τις πρωτοβουλίες που έχουν ληφθεί για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα περιλαμβάνουν:

- Συμφωνίες και διεθνείς συμφωνίες: Χώρες και διεθνείς οργανισμοί έχουν συμφωνήσει σε διάφορα πλαίσια για τη μείωση των εκπομπών, όπως τη Συμφωνία του Παρισιού του 2015 και η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) .



- Ενίσχυση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Η προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, αποτελεί σημαντικό μέτρο για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα.
- Τεχνολογικές καινοτομίες: Η ανάπτυξη και η χρήση νέων τεχνολογιών, όπως η βελτίωση των καυσίμων και η εξέλιξη των οχημάτων με χαμηλές εκπομπές, συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Υποδομή και μεταφορική πολιτική: Η ανάπτυξη υποδομών και πολιτικών που προωθούν τη χρήση δημόσιων μεταφορικών μέσων και την αποδοτικότητα της μεταφοράς μπορεί επίσης να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών.

Ειδικότερα, η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), υπογράφηκε το 1992, είναι μια σημαντική διεθνής συμφωνία που θέτει στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ο κύριος στόχος της UNFCCC είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου σε επίπεδα που αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρέμβαση στο κλιματικό σύστημα.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο, που υιοθετήθηκε το 1997, ήταν μια περαιτέρω προσπάθεια για την εφαρμογή συγκεκριμένων μέτρων για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, ειδικά από τις ανεπτυγμένες χώρες. Το Πρωτόκολλο του Κιότο επέβαλε δεσμευτικούς στόχους μείωσης στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου για τις ανεπτυγμένες χώρες που το υπέγραψαν.

Επιπλέον, στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι ανεπτυγμένες χώρες δεσμεύτηκαν να αναπτύξουν πολιτικές και μέτρα για την υποστήριξη της βιώσιμης επίτευξης των στόχων μείωσης εκπομπών. Αυτό περιλάμβανε την υιοθέτηση πολιτικών που προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη και τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες μορφές ενέργειας.

Παρότι ορισμένες από τις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο ολοκληρώθηκαν το 2012, η διεθνής κοινότητα συνεχίζει να εργάζεται για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω διαφόρων συμφωνιών και πρωτοβουλιών.

Η Συμφωνία του Παρισιού, που υπογράφηκε το 2015 από 197 χώρες, αποτελεί μια σημαντική παγκόσμια πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ο κύριος στόχος της συμφωνίας είναι η περιορισμός της αύξησης της μέσης



θερμοκρασίας του πλανήτη σε επίπεδα που να είναι αρκετά κάτω από τους 2 °C σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα.

Επιπλέον, η Συμφωνία του Παρισιού προωθεί τις προσπάθειες για τον περιορισμό της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη ακόμη περισσότερο, στον 1,5 °C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Αυτός ο στόχος θεωρείται πιο φιλόδοξος, καθώς η υπέρβαση του 1,5 °C θερμοκρασίας μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στο κλίμα και στο περιβάλλον, όπως η αύξηση των καταστροφικών φυσικών φαινομένων, η υπερθέρμανση των θαλασσών και η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων.

Η Συμφωνία του Παρισιού έχει ως στόχο να κινητοποιήσει τη διεθνή κοινότητα για συνεχείς και αποτελεσματικές δράσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και την προσαρμογή στις αναπόφευκτες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

2.3 Ρόλος της ναυτιλίας στην παγκόσμια οικονομία

Οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του διεθνούς εμπορίου και της παγκόσμιας οικονομίας. Περίπου το 90 % του παγκόσμιου εμπορίου σε όγκο και πάνω από το 70 % του παγκόσμιου εμπορίου σε αξία είναι μεταφέρονται δια θαλάσσης και διακινούνται από λιμάνια σε όλο τον κόσμο, δηλαδή λειτουργεί ως ο κύριος διεθνής εμπορικός μεταφορέας, αναλαμβάνοντας τη μεταφορά εμπορευμάτων ανάμεσα στις χώρες του κόσμου, καθιστώντας την αναπόσπαστη για τη λειτουργία του παγκόσμιου εμπορίου. Επίσης, συμβάλλει στη δημιουργία θέσεων εργασίας, παρέχοντας εκατομμύρια θέσεις απασχόλησης σε όλο τον κόσμο, από ναυτικούς μέχρι εργαζόμενους σε λιμένες και διοίκηση. Επιπλέον, η ναυτιλία συμβάλλει στη σύνδεση εμπορικών δραστηριοτήτων μεταξύ των χωρών, προωθώντας το εμπόριο και την οικονομική ανάπτυξη. Επιπλέον, η ανάπτυξη περιφερειακών λιμένων και η ναυτιλία συχνά αποτελούν κέντρα οικονομικής δραστηριότητας, προωθώντας την ανάπτυξη και την ευημερία σε πολλές τοπικές κοινότητες.

Ειδικά για την Ευρωπαϊκή Ένωση Οι θαλάσσιες μεταφορές αντιπροσωπεύουν έναν τεράστιο μερίδιο τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό εμπόριο της. Συγκεκριμένα, αποτελούν περίπου το 75% του εξωτερικού εμπορίου της Ένωσης και το 31% του εσωτερικού εμπορίου της όσον αφορά τον όγκο των μεταφερόμενων αγαθών. Κάθε χρόνο, περίπου 400 εκατομμύρια επιβάτες επιβιβάζονται ή



αποβιβάζονται σε λιμένες των κρατών μελών της ΕΕ, μεταξύ των οποίων περίπου 14 εκατομμύρια σε επιβατηγά κρουαζιερόπλοια.

Η σημασία των θαλάσσιων μεταφορών για την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι καθοριστική, καθώς αποτελούν ουσιώδη συνιστώσα του συστήματος μεταφορών της. Πέραν του εμπορίου, οι θαλάσσιες μεταφορές συμβάλλουν σημαντικά στην οικονομία της Ε.Ε., παρέχοντας ουσιαστική υποστήριξη σε διάφορους τομείς όπως η τουριστική βιομηχανία και η εμπορική δραστηριότητα. Επιπλέον, η αγορά των θαλάσσιων μεταφορών χαρακτηρίζεται από έντονο ανταγωνισμό μεταξύ οικονομικών φορέων εντός και εκτός της Ε.Ε., καθιστώντας απαραίτητη τη διατήρηση ενός ισότιμου πεδίου ανταγωνισμού. (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ιούλιος 2023)

3. ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΈΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

3.1 Στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα

Συμπεραίνοντας λοιπόν από τα παραπάνω τη σημαντικότητα της ναυτιλίας για την ευημερία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και λαμβάνοντας υπόψιν ότι η κυκλοφορία πλοίων προς ή από λιμένες στον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο αποτελεί μια σημαντική πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για την Ε.Ε., αφού, αντιπροσωπεύει περίπου το 11% του συνολικού όγκου εκπομπών CO₂ που προέρχονται από τις μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αντίστοιχα, αυτή η κυκλοφορία πλοίων συνιστά περίπου το 3 έως 4% του συνόλου των εκπομπών CO₂ της Ένωσης. Αυτό αποδεικνύει τη σημαντική επίδραση που έχει η ναυτιλία στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. (Ειδική έκθεση 18/2019)

Όπως έχουμε προαναφέρει, η αύξηση των εκπομπών CO₂ από τις θαλάσσιες μεταφορές είναι μια ανησυχητική τάση που αναμένεται να συνεχιστεί, εκτός εάν ληφθούν περαιτέρω μέτρα για τη μείωσή τους. Η εν λόγω αύξηση αντικατοπτρίζει την ανάγκη για πιο αποτελεσματικές δράσεις και πολιτικές που θα καταπολεμήσουν αυτήν την τάση και θα συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΤΘ).



Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, όλοι οι τομείς της οικονομίας της Ένωσης πρέπει να συνεισφέρουν στην ταχεία μείωση των εκπομπών ΑΤΘ. Σύμφωνα με αυτόν τον κανονισμό, ο στόχος είναι να επιτευχθούν καθαρές εκπομπές μηδενικές το αργότερο έως το 2050. Αυτό σημαίνει ότι η ναυτιλιακή βιομηχανία πρέπει να αναπτύξει και να υιοθετήσει πιο βιώσιμες τεχνολογίες και πρακτικές που θα μειώσουν την εκπομπή CO₂ και θα προωθήσουν την πράσινη ναυτιλία.

Καθορίζοντας μια κατάλληλη πορεία για την οικολογική μετάβαση των θαλάσσιων μεταφορών, η Ε.Ε. μπορεί να επιτύχει τους παραπάνω στόχους. Αυτό περιλαμβάνει την προώθηση της έρευνας και ανάπτυξης για την καινοτομία σε πράσινες τεχνολογίες και την ενίσχυση της νομοθεσίας που προωθεί την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών στον τομέα. Επιπλέον, η παροχή κινήτρων και ενισχύσεων για τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες λύσεις μπορεί να ενθαρρύνει τις επιχειρήσεις και τους επαγγελματίες του τομέα να υιοθετήσουν πράσινες πρακτικές. Μέσω αυτών των μέτρων, η Ένωση μπορεί να διαμορφώσει ένα πλαίσιο που θα ενθαρρύνει την αειφορία και την ανταγωνιστικότητα στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών, συμβάλλοντας έτσι στην προστασία του περιβάλλοντος και την οικονομική ανάπτυξη.

Έτσι, η πρόταση που ενέκρινε η Επιτροπή τον Σεπτέμβριο του 2020 έχει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030, καθώς και την προώθηση της ΕΕ προς την κατεύθυνση να γίνει κλιματικά ουδέτερη έως το 2050. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, απαιτείται μείωση των εκπομπών από τις μεταφορές κατά 90% έως το 2050.

Συγκεκριμένα, για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις διεθνείς θαλάσσιες μεταφορές, είναι αναγκαίο να υιοθετηθούν διάφορα μέτρα. Αυτά περιλαμβάνουν:

1. **Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης:** Η βελτίωση της τεχνολογίας και η υιοθέτηση πιο αποδοτικών μεθόδων λειτουργίας πλοίων μπορεί να μειώσει την κατανάλωση καυσίμων και, ως εκ τούτου, τις εκπομπές CO₂.
2. **Χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών:** Η μετάβαση σε πιο καθαρές μορφές ενέργειας, όπως ανανεώσιμα καύσιμα ή καύσιμα χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών CO₂.



Συνολικά, η εφαρμογή των παραπάνω μέτρων αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για την επίτευξη σημαντικών μειώσεων των εκπομπών CO₂ από τις θαλάσσιες μεταφορές.

Στην ανακοίνωση σχετικά με το σχέδιο κλιματικών στόχων για το 2030 εξηγείται ότι: «Τόσο ο αεροπορικός όσο και ο ναυτιλιακός τομέας θα πρέπει να εντείνουν τις προσπάθειές τους για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των αεροσκαφών, των πλοίων και των δραστηριοτήτων τους και για την αύξηση της χρήσης βιώσιμων και ανανεώσιμων καυσίμων με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό εξετάζεται λεπτομερέστερα στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών ReFuelEU Aviation και FuelEU Maritime, οι οποίες αποσκοπούν στην αύξηση της παραγωγής και της διάδοσης βιώσιμων εναλλακτικών καυσίμων για τους τομείς αυτούς. Η ανάπτυξη και η υλοποίηση των αναγκαίων τεχνολογιών πρέπει να έχει γίνει ήδη μέχρι το 2030 ώστε αυτές να είναι έπειτα έτοιμες για πολύ ταχύτερες αλλαγές.»

Το προαναφερθέν σχέδιο κλιματικών στόχων για το 2030 θέτει συγκεκριμένους στόχους για τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στον τομέα των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών.

Ανάλογα με τα σενάρια πολιτικής που εξετάζονται, η χρήση αυτών των καυσίμων θα πρέπει να αντιπροσωπεύει μεταξύ 6% και 9% του μείγματος καυσίμων των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών έως το 2030 και μεταξύ 86% και 88% έως το 2050. Αυτό θα συμβάλει στην επίτευξη των στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο σύνολο της οικονομίας της ΕΕ.

Το σχέδιο επισημαίνει επίσης την ανάγκη αύξησης του ποσοστού των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον τομέα των μεταφορών, με την ανάπτυξη του εξηλεκτρισμού, των προηγμένων βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών, προσεγγίζοντας το ζήτημα ολιστικά και ολοκληρωμένα.

Επιπλέον, υπογραμμίζεται η σημασία των συνθετικών καυσίμων με βάση το υδρογόνο για την απανθρακοποίηση, ειδικά στους τομείς της αεροπορίας και των θαλάσσιων μεταφορών.

Τέλος, σημειώνεται ότι η πίεση για τη χρήση καθαρότερων καυσίμων στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών είναι επίσης παρούσα σε διεθνές επίπεδο, με το



Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό να έχει ήδη εγκρίνει σχετικές στρατηγικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία. (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ιούλιος 2023)

3.2 Κανονιστικά πλαίσια

Ο παρών κανονισμός ορίζει τα εξής:

α) Ορίζει ένα ενιαίο όριο για την ένταση των αερίων του θερμοκηπίου (ΑτΘ) που προέρχονται από την ενέργεια που χρησιμοποιείται από ένα πλοίο κατά τον κατάπλου, την παραμονή εντός λιμένων ή τον απόπλου από λιμένες που υπάγονται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους.

β) Καθιστά υποχρεωτική τη χρήση ηλεκτρικής τροφοδότησης από ξηρά (ΗΤΑΞ) ή τεχνολογίας μηδενικών εκπομπών σε λιμένες που υπάγονται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους.

Ο στόχος του κανονισμού είναι να αυξηθεί η συνεπής χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών και υποκατάστατων πηγών ενέργειας στις θαλάσσιες μεταφορές σε ολόκληρη την Ένωση, συμβάλλοντας έτσι στον στόχο της Ένωσης για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Παράλληλα, ο κανονισμός διασφαλίζει την ομαλή διεξαγωγή των θαλάσσιων μεταφορών και δημιουργεί κανονιστική ασφάλεια για την υιοθέτηση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών, αποφεύγοντας τυχόν στρεβλώσεις στην εσωτερική αγορά.

Ο παρών κανονισμός ισχύει για όλα τα πλοία ολικής χωρητικότητας άνω των 5,000 τόνων που μεταφέρουν επιβάτες ή φορτίο για εμπορικούς σκοπούς, ανεξαρτήτως της σημαίας τους και συγκεκριμένα:

α) Ισχύει για την ενέργεια που χρησιμοποιείται κατά την παραμονή τους σε λιμένα κατάπλου υπό τη δικαιοδοσία κράτους μέλους .

β) Επίσης, καλύπτει το σύνολο της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε πλόες από λιμένα κατάπλου που υπάγεται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους προς λιμένα κατάπλου που υπάγεται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους.

γ) Υπάρχει όμως μια παρέκκλιση από τα παραπάνω, όπου το ήμισυ της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε πλόες μπορεί να μην υπάγεται στον κανονισμό για



πλόες με άφιξη ή αναχώρηση από λιμένα κατάπλου που βρίσκεται σε εξόχως απόκεντρη περιοχή υπό τη δικαιοδοσία κράτους μέλους.

δ) Επίσης, ισχύει παρόμοια παρέκκλιση για πλόες που έχουν άφιξη ή αναχώρηση από λιμένα κατάπλου που υπάγεται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους, ενώ ο προηγούμενος ή ο επόμενος λιμένας κατάπλου υπάγεται στη δικαιοδοσία τρίτης χώρας.

Μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2025, η Επιτροπή εκδίδει εκτελεστικές πράξεις για την κατάρτιση καταλόγου γειτονικών λιμένων μεταφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων. Στη συνέχεια, επικαιροποιεί τον κατάλογο αυτόν έως τις 31 Δεκεμβρίου κάθε διετίας.

Τα κράτη μέλη μπορούν να εξαιρέσουν από την εφαρμογή του κανονισμού τα ακόλουθα:

α) ειδικές διαδρομές και λιμένες όσον αφορά την ενέργεια που χρησιμοποιείται σε πλόες επιβατηγών πλοίων, εκτός από τα επιβατηγά κρουαζιερόπλοια, μεταξύ λιμένων κατάπλου που υπάγονται στη δικαιοδοσία ενός κράτους μέλους και λιμένων κατάπλου που υπάγονται στη δικαιοδοσία του ίδιου κράτους μέλους και βρίσκονται σε νησί με λιγότερους από 200,000 μόνιμους κατοίκους.

β) ειδικές διαδρομές και λιμένες όσον αφορά την ενέργεια που χρησιμοποιείται από πλοία κατά τους πλόες μεταξύ λιμένα κατάπλου που βρίσκεται σε εξόχως απόκεντρη περιοχή και άλλου λιμένα κατάπλου που βρίσκεται σε εξόχως απόκεντρη περιοχή, και όσον αφορά την ενέργεια που χρησιμοποιείται κατά την παραμονή τους σε λιμένες κατάπλου των εν λόγω εξόχως απόκεντρων περιοχών.

γ) τα επιβατηγά πλοία που εκτελούν διακρατικούς πλόες στο πλαίσιο υποχρεώσεων παροχής δημόσιας υπηρεσίας ή συμβάσεων παροχής δημόσιας υπηρεσίας στους λιμένες κατάπλου άλλων κρατών μελών για τα κράτη μέλη που δεν έχουν κοινά χερσαία σύνορα με κανένα άλλο κράτος μέλος

δ) τα επιβατηγά πλοία που παρέχουν υπηρεσίες θαλάσσιων μεταφορών κατά την έννοια του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 3577/92 στο πλαίσιο υποχρεώσεων παροχής δημόσιας υπηρεσίας ή συμβάσεων παροχής δημόσιας υπηρεσίας, τα οποία εκτελούν δρομολόγια πριν από ... [ημερομηνία έναρξης ισχύος του παρόντος κανονισμού], για τις συγκεκριμένες διαδρομές μεταξύ των ηπειρωτικών λιμένων κατάπλου και των



λιμένων κατάπλου που υπάγονται στη δικαιοδοσία τους και βρίσκονται σε νησί ή στις πόλεις Θέουτα και Μελίγια. Όσο αφορά τις εξαιρέσεις αυτές, καμία δεν ισχύει μετά την 31η Δεκεμβρίου 2029 και πριν από την εφαρμογή τους, τα κράτη μέλη πρέπει να ενημερώσουν την Επιτροπή για αυτές. Η Επιτροπή δημοσιεύει τις εν λόγω εξαιρέσεις στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για τα όρια των εκπομπών ο κανονισμός υπολογίζει με μείωση της τιμής αναφοράς των αερίων του θερμοκηπίου κατά το ποσοστό που προσδιορίζεται σε ετήσια βάση. Αυτό το ποσοστό είναι:

- 2% από την 1η Ιανουαρίου 2025,
- 6% από την 1η Ιανουαρίου 2030,
- 14,5% από την 1η Ιανουαρίου 2035,
- 31% από την 1η Ιανουαρίου 2040,
- 62% από την 1η Ιανουαρίου 2045,
- 80% από την 1η Ιανουαρίου 2050.

Αυτό σημαίνει ότι καθώς προχωράμε προς το μέλλον, το όριο για την ετήσια μέση ένταση αερίων του θερμοκηπίου θα μειώνεται σημαντικά.

Όσο αφορά τον ελλιμενισμό των πλοίων, από την 1η Ιανουαρίου 2030, τα πλοία που είναι προσδεμένα στην αποβάθρα λιμένα κατάπλου και υπάγονται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους, συνδέονται με ΗΤΑΞ και την χρησιμοποιούν για να καλύψουν το σύνολο της ζήτησής τους για ηλεκτρική ενέργεια σε ελλιμενισμό.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε πως ο κανονισμός δεν ισχύει για τα εξής:

1. Πολεμικά πλοία.
2. Βοηθητικά πλοία του πολεμικού ναυτικού.
3. Αλιευτικά σκάφη ή πλοία επεξεργασίας αλιευμάτων.
4. Ξύλινα πλοία πρωτόγονης κατασκευής.
5. Σκάφη χωρίς μηχανική πρόωση.



6. Πλοία που ανήκουν σε δημόσιες αρχές ή βρίσκονται υπό τη διαχείρισή τους και χρησιμοποιούνται μόνο για μη εμπορικούς σκοπούς.

Για την ορθή λειτουργία και έλεγχο όλων των ανωτέρω, οι εταιρείες, για καθένα από τα πλοία τους, είναι υπεύθυνες να παρακολουθούν και υποβάλλουν εκθέσεις για τα σχετικά δεδομένα. Η παρακολούθηση και η υποβολή εκθέσεων σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό απαιτεί την πλήρη και συνεχή παρακολούθηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται από πλοία επί του σκάφους, είτε αυτά βρίσκονται εν πλω είτε σε έλλιμενισμό. Οι εταιρείες είναι υπεύθυνες για τη διασφάλιση της ακεραιότητας και της ακρίβειας των δεδομένων κατά την περίοδο αναφοράς, αποφεύγοντας κενά στα δεδομένα.

Η παρακολούθηση πρέπει να είναι συνεπής και συγκρίσιμη διαχρονικά, με τη χρήση των ίδιων μεθοδολογιών και συνόλων δεδομένων, εκτός αν υπάρχουν επιλεγμένες τροποποιήσεις που εγκρίνονται από τον ελεγκτή. Οι εταιρείες πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τα παρακολουθούμενα και αναφερόμενα δεδομένα είναι αξιόπιστα και αναλυτικά, δίνοντας τη δυνατότητα στον ελεγκτή να εκτιμήσει την ένταση των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την ενέργεια που χρησιμοποιείται από τα πλοία.

Επιπλέον, οι εταιρείες είναι υποχρεωμένες να διατηρούν και να αποθηκεύουν όλα τα σχετικά δεδομένα και την τεκμηρίωση της παρακολούθησης για τουλάχιστον πέντε έτη. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν τις παραδοχές, τις βιβλιογραφικές αναφορές, τους συντελεστές εκπομπών, τα δελτία παράδοσης καυσίμων και άλλες απαραίτητες πληροφορίες που απαιτούνται για την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τον κανονισμό. Οι πληροφορίες αυτές πρέπει να παρέχονται με διαφάνεια και ακρίβεια, είτε σε έντυπη είτε σε ηλεκτρονική μορφή, ώστε ο ελεγκτής να μπορεί να αξιολογήσει τη συμμόρφωση με τον κανονισμό. Σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό, οι εταιρείες που εμπíπτουν στο πεδίο εφαρμογής πρέπει να υποβάλλουν σχέδιο παρακολούθησης στους ελεγκτές για κάθε πλοίο τους. Το σχέδιο πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Ταυτότητα και τύπος του πλοίου: Περιλαμβάνει το όνομα του πλοίου, τον κωδικό αριθμό του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΔΝΟ), τον λιμένα νηολόγησης ή βάσης του πλοίου και το όνομα του πλοιοκτήτη.



2. Επωνυμία και διακριτικός τίτλος της εταιρείας: Περιλαμβάνει την επωνυμία της εταιρείας, τη διεύθυνση, τον αριθμό τηλεφώνου και τη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του αρμόδιου επικοινωνίας.
3. Περιγραφή των εγκατεστημένων επί του σκάφους συστημάτων μετατροπής ενέργειας και της σχετικής χωρητικότητας ισχύος, εκφρασμένης σε megawatt (MW)
4. Περιγραφή των προτύπων και των χαρακτηριστικών του εξοπλισμού που καθιστά δυνατή τη σύνδεση με ΗΤΑΞ, ή τεχνολογίας μηδενικών εκπομπών
5. Την τιμή της καθορισμένης συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας του ελλιμενισμένου πλοίου, όπως παρέχεται στην ηλεκτρική εξισορρόπηση του φορτίου του ή στην μελέτη ηλεκτρικού φορτίου που χρησιμοποιείται για να αποδειχθεί η συμμόρφωση με τους κανονισμούς 40 και 41 του κεφαλαίου II-1 της Διεθνούς Σύμβασης για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα (SOLAS), όπως έχει εγκριθεί από την αρχή του κράτους της σημαίας του ή από αναγνωρισμένο οργανισμό όπως ορίζεται στον κώδικα του ΔΝΟ για τους αναγνωρισμένους οργανισμούς που εγκρίθηκε με τα ψηφίσματα MEPC.237(65) και MSC.349(92)· σε περίπτωση που το πλοίο δεν είναι σε θέση να παράσχει το εν λόγω στοιχείο, η τιμή που λαμβάνεται υπόψη είναι το 25 % του συνόλου των μέγιστων συνεχών κατανομών των κύριων κινητήρων του πλοίου, όπως προσδιορίζονται στο πιστοποιητικό EIAPP (Διεθνές πιστοποιητικό πρόληψης της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από κινητήρα) που εκδίδεται κατ' εφαρμογή της Διεθνούς Σύμβασης για την αποφυγή ρυπάνσεως της θαλάσσης από πλοία (MARPOL) ή, εάν οι κινητήρες δεν απαιτείται να διαθέτουν πιστοποιητικό EIAPP, στην πινακίδα ονομασίας των κινητήρων
6. Περιγραφή των προβλεπόμενων πηγών ενέργειας που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν επί του σκάφους κατά τον πλου και τον ελλιμενισμό
7. Περιγραφή των διαδικασιών για την παρακολούθηση της κατανάλωσης καυσίμου του πλοίου, καθώς και της ενέργειας που παρέχεται από υποκατάστατες πηγές ενέργειας ή από τεχνολογία μηδενικών εκπομπών
8. Περιγραφή των διαδικασιών για την παρακολούθηση και την υποβολή εκθέσεων σχετικά με τους συντελεστές εκπομπών ενέργειας από το φρέαρ έως



τη δεξαμενή και από τη δεξαμενή έως τα απόνερα, που χρησιμοποιούνται επί του σκάφους

9. Περιγραφή των χρησιμοποιούμενων διαδικασιών για την παρακολούθηση της πληρότητας του καταλόγου πλόων
10. Περιγραφή των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό δεδομένων δραστηριότητας ανά πλου, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών, αρμοδιοτήτων, μαθηματικών τύπων και πηγών δεδομένων για τον προσδιορισμό και την καταγραφή του χρόνου παραμονής στη θάλασσα μεταξύ του λιμένα αναχώρησης και του λιμένα άφιξης και του χρόνου ελλιμενισμού
11. Περιγραφή των διαδικασιών, συστημάτων και αρμοδιοτήτων που χρησιμοποιούνται για την επικαιροποίηση οποιωνδήποτε από τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στο σχέδιο παρακολούθησης κατά την περίοδο αναφοράς
12. Περιγραφή της μεθόδου που θα χρησιμοποιείται με σκοπό τον προσδιορισμό υποκατάστατων δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συμπλήρωση κενών στα δεδομένα ή για τον εντοπισμό και τη διόρθωση σφαλμάτων στα δεδομένα
13. Φύλλο καταγραφής των αναθεωρήσεων για την καταγραφή όλων των λεπτομερειών του ιστορικού αναθεωρήσεων

Για τα πλοία που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής, μετά τις 31 Αυγούστου 2024, οι εταιρείες πρέπει να υποβάλλουν το σχέδιο παρακολούθησης χωρίς αδικαιολόγητη καθυστέρηση, το αργότερο δε δύο μήνες μετά το πρώτο κατάπλου του πλοίου σε λιμένα που υπάγεται στη δικαιοδοσία κράτους μέλους.

Σκοπός του σχεδίου παρακολούθησης είναι η διασφάλιση ότι οι εταιρείες πληρούν τις απαιτήσεις του κανονισμού για την παρακολούθηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται από τα πλοία τους επί του σκάφους.

Σύμφωνα με τις προϋποθέσεις του κανονισμού, οι εταιρείες που υπόκεινται σε παρακολούθηση πλοίων είναι υποχρεωμένες να ελέγχουν τακτικά το σχέδιο παρακολούθησης κάθε πλοίου και τουλάχιστον ετησίως. Οι τροποποιήσεις του



σχεδίου πρέπει να γίνονται χωρίς αδικαιολόγητη καθυστέρηση σε περιπτώσεις όπου προκύπτουν οι ακόλουθες περιπτώσεις:

α) Αλλαγή εταιρείας: Σε περίπτωση αλλαγής εταιρείας, το σχέδιο παρακολούθησης πρέπει να τροποποιηθεί ώστε να αντικατοπτρίζει τη νέα δομή ή τη λειτουργία του πλοίου υπό τη νέα εταιρεία.

β) Εισαγωγή νέων συστημάτων ενέργειας ή τεχνολογιών: Εάν εισάγονται νέα συστήματα μετατροπής ενέργειας, νέοι τύποι ενέργειας, νέα συστήματα σύνδεσης με ΗΤΑΞ, νέες υποκατάστατες πηγές ενέργειας ή νέες τεχνολογίες μηδενικών εκπομπών, το σχέδιο παρακολούθησης πρέπει να ενημερωθεί ανάλογα.

γ) Αλλαγή στη διαθεσιμότητα δεδομένων: Εάν αλλάξει η διαθεσιμότητα δεδομένων λόγω χρήσης νέων μεθόδων μέτρησης ή ανάλυσης εξοπλισμού, πρέπει να προσαρμοστεί το σχέδιο παρακολούθησης για να διασφαλιστεί η ακρίβεια των δεδομένων.

δ) Εντοπισμός σφαλμάτων ή μη ακριβή δεδομένα: Αν εντοπιστούν σφάλματα ή μη ακριβή δεδομένα από εταιρείες, ελεγκτές ή αρμόδιες αρχές, το σχέδιο παρακολούθησης πρέπει να αναθεωρηθεί και να διορθωθούν τυχόν σφάλματα.

ε) Μη αρκετά αποτελεσματικές μέθοδοι πρόληψης κενών στα δεδομένα: Αν οι μέθοδοι πρόληψης κενών στα δεδομένα δεν είναι αποτελεσματικές, οι εταιρείες πρέπει να τις τροποποιήσουν για να διασφαλιστεί η ακρίβεια, η πληρότητα και η διαφάνεια των δεδομένων.

Επίσης, σε περίπτωση τροποποίησης του σχεδίου παρακολούθησης, οι εταιρείες υποχρεούνται να ενημερώσουν χωρίς καθυστέρηση τους ελεγκτές και να κοινοποιήσουν κάθε πρόταση τροποποίησης για έγκριση.

Έως τις 30 Ιουνίου της περιόδου επαλήθευσης, ο ελεγκτής εκδίδει έγγραφο συμμόρφωσης FuelEU για το εξεταζόμενο πλοίο. Το έγγραφο συμμόρφωσης FuelEU παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το εξεταζόμενο πλοίο και περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

α) Ταυτότητα του πλοίου:

- Όνομα του πλοίου.
- Κωδικός αριθμός Δημόσιας Μηολόγησης (ΔΝΟ) ή λιμένας νηολόγησης.



- Διμένας βάσης του πλοίου.

β) Στοιχεία του πλοιοκτήτη:

- Όνομα πλοιοκτήτη.
- Διεύθυνση πλοιοκτήτη.
- Κύριος τύπος επιχειρηματικής δραστηριότητας του πλοιοκτήτη.

γ) Ταυτότητα του ελεγκτή που εκδίδει το έγγραφο.

δ) Λεπτομέρειες έγγραφου συμμόρφωσης:

- Ημερομηνία έκδοσης του εγγράφου.
- Διάρκεια ισχύος του έγγραφου.
- Περίοδος αναφοράς του εγγράφου.

Το έγγραφο συμμόρφωσης FuelEU ισχύει για μια περίοδο 18 μηνών μετά τη λήξη της περιόδου αναφοράς που καλύπτει. Αν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου παρουσιαστούν νέες πληροφορίες ή αλλαγές που αφορούν τη συμμόρφωση του πλοίου, μπορεί να εκδοθεί νέο έγγραφο συμμόρφωσης FuelEU σε προγενέστερη ημερομηνία από την αρχική έκδοση.

Εάν πλοίο παρουσιάζει έλλειμμα συμμόρφωσης για τον επιμέρους στόχο, τότε του επιβάλλεται πρόστιμο ίσο με:

α) για το ισοζύγιο συμμόρφωσης όσον αφορά την ένταση ΑτΘ που προέρχονται από το πλοίο

Πρόστιμο FuelEU =	$\frac{ \text{ισοζύγιο συμμόρφωσης} }{\text{GHGE}_{\text{actual}} \times 41000} \times 2400$
-------------------	--

1.	Πρόστιμο FuelEU	2.	Εκφρασμένο σε EUR
3.	ισοζύγιο συμμόρφωσης	4.	Η απόλυτη τιμή του ισοζυγίου συμμόρφωσης
5.	41000	6.	1 μετρικός τόνος VLSFO που ισοδυναμεί με 41000 MJ
7.	2400	8.	Το ποσό που πρέπει να καταβληθεί σε EUR ανά ισοδύναμο μετρικό τόνο VLSFO

Πίνακας 1: Υπολογισμός προστίμου (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ιούλιος 2023)



β) τον επιμέρους στόχο ΑΚΜΒΠ αν $C_{BRFNBO} > 0$

Πρόστιμο FuelEU (RFNBO) =	$\frac{C_{BRFNBO}}{41000} \times P_d$
---------------------------	---------------------------------------

9.	Πρόστιμο FuelEU	10.	Εκφρασμένο σε EUR
11.	C_{BRFNBO}	12.	Η τιμή του ισοζυγίου συμμόρφωσης για ΑΚΜΒΠ
13.	P_d	14.	Η διαφορά τιμής μεταξύ ΑΚΜΒΠ και ορυκτών καυσίμων συμβατών με εγκαταστάσεις πλοίων
15.	41000	16.	1 μετρικός τόνος VLSFO που ισοδυναμεί με 41000 MJ

Πίνακας 2: Υπολογισμός προστίμου((Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ιούλιος 2023)

Σε περίπτωση που ένα πλοίο δεν συμμορφώνεται επαρκώς προς τους κανονισμούς για δύο ή περισσότερες διαδοχικές περιόδους αναφοράς και αν άλλα μέτρα επιβολής δεν έχουν επαρκή αποτελέσματα, η αρμόδια αρχή του κράτους μέλους του λιμένα κατάπλου μπορεί να εκδώσει διαταγή εκδίωξης. Αυτό σημαίνει ότι το πλοίο μπορεί να αναγκαστεί να αποχωρήσει από το λιμάνι και να μην επιτραπεί η είσοδός του στο λιμάνι κατάπλου. Πριν εκδοθεί αυτή η διαταγή εκδίωξης, η αρμόδια αρχή πρέπει να δώσει στην εκάστοτε εταιρεία τη δυνατότητα να υποβάλει τις παρατηρήσεις της. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει στην εταιρεία να αντιδράσει και να εξηγήσει τυχόν παρατυπίες ή ανωμαλίες που ενδέχεται να έχουν προκύψει. (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ιούλιος 2023)

3.3 Ευρωπαϊκή πολιτική για την προώθηση των καθαρών καυσίμων και της ενεργειακής απόδοσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει στρατηγικούς στόχους και πολιτικές για την προώθηση των καθαρών καυσίμων και της ενεργειακής απόδοσης, με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής. Οι πρωτοβουλίες αυτές είναι συνεκτικές με την παγκόσμια προσπάθεια για τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες μορφές παραγωγής ενέργειας και χρήσης καυσίμων.

Ορισμένες από τις κύριες πολιτικές και πρωτοβουλίες της ΕΕ είναι οι εξής:

1. Πράσινη Συμφωνία (Green Deal):



- Η Πράσινη Συμφωνία αποτελεί το κεντρικό πρόγραμμα της ΕΕ για την επίτευξη κλιματικών στόχων και την αειφορία.
- Στόχος είναι η μείωση των εκπομπών άνθρακα και η μετάβαση σε καθαρές και βιώσιμες πηγές ενέργειας.
- Περιλαμβάνει πρωτοβουλίες όπως η ενίσχυση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στις κατασκευές και οικοδομικά έργα, καθώς και η προώθηση της ηλεκτροκίνησης στα μεταφορικά μέσα.

2. Στόχοι Κλιματικής Πολιτικής:

- Οι στόχοι περιλαμβάνουν τη μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 55% έως το 2030 και την επίτευξη κλιματικής αλλαγής ανεκτικής στο 2050.
- Οι χώρες μέλη πρέπει να αναπτύξουν εθνικούς στόχους για την ενεργειακή απόδοση και τη μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα.

3. Πρόγραμμα "Ευρώπη Σαφής για το Κλίμα":

- Πρωτοβουλία για τη μείωση των εκπομπών, την αύξηση της ανανεώσιμης ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
- Περιλαμβάνει ενέργειες για την αναβάθμιση της υποδομής ενέργειας και την προώθηση των καθαρών τεχνολογιών.

4. Πρόγραμμα Clean Energy for All Europeans:

- Στοχεύει στην εξάλειψη της φτώχειας ενέργειας και την προώθηση της οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.
- Περιλαμβάνει πρωτοβουλίες για τη μείωση του διασυννοριακού διασυνδεδετισμού και την ενίσχυση της αγοράς ενέργειας.

Οι πρωτοβουλίες αυτές αποτελούν μέρος της φιλοδοξίας της ΕΕ για την επίτευξη των κλιματικών στόχων του Παρισιού και την καθιέρωση μιας βιώσιμης ενεργειακής πολιτικής για το μέλλον. Οι τρέχοντες ενεργειακοί στόχοι της ΕΕ για το 2030 περιλαμβάνουν τα εξής:



1. Αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική ενεργειακή κατανάλωση: Ο στόχος είναι να αυξηθεί το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική ενεργειακή κατανάλωση από το παρόν επίπεδο του 19.7% σε 42.5%, με στόχο να επιτευχθεί το 45%.

2. Μείωση της πρωτογενούς και της τελικής κατανάλωσης ενέργειας: Ο στόχος είναι να μειωθεί η πρωτογενής και η τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 11.7% σε σύγκριση με τις προβλέψεις του 2020. Αυτό ισοδυναμεί με μείωση της τάξης των 992.5 εκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου πετρελαίου (ΕΤΠ) για την πρωτογενή κατανάλωση και 763 εκατομμυρίων τόνων ισοδύναμου πετρελαίου (ΕΤΠ) για την τελική κατανάλωση.

3. Διασύνδεση τουλάχιστον του 15% των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ: Ο στόχος είναι να διασυνδεθεί τουλάχιστον το 15% των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η αξιοπιστία του ηλεκτρικού δικτύου και να επιτευχθεί καλύτερη ολοκλήρωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Αυτοί οι στόχοι αποτελούν κύρια μέρη της ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια και το κλίμα και έχουν σκοπό την επίτευξη μιας πιο βιώσιμης, αποδοτικής και αειφόρου ενεργειακής πολιτικής έως το 2030. Η αρχή της "προτεραιότητας στην ενεργειακή απόδοση" επιβάλλει στις χώρες της ΕΕ την υποχρέωση να ενσωματώνουν λύσεις ενεργειακής απόδοσης σε όλες τις αποφάσεις και τις δράσεις τους σχετικά με τον σχεδιασμό, την πολιτική και τις επενδύσεις, είτε αυτές αφορούν τον ενεργειακό είτε τον μη ενεργειακό τομέα. Αυτό συμβάλλει στην προώθηση της χρήσης αποδοτικής ενέργειας και στην ενίσχυση της βιώσιμης ανάπτυξης σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές αποτελεί σημαντικό κομμάτι της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτές οι πηγές περιλαμβάνουν την ηλιακή ενέργεια, την αιολική ενέργεια, την ωκεάνια ενέργεια, την υδροηλεκτρική ενέργεια, τη βιομάζα και τα βιοκαύσιμα. Οι αγορές ενέργειας μόνες τους δεν είναι αρκετές για να εξασφαλίσουν το επιθυμητό επίπεδο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ, και γι' αυτόν τον λόγο ενδέχεται να χρειαστούν εθνικά προγράμματα στήριξης και ενωσιακά χρηματοδοτικά προγράμματα.



Η πολιτική της ΕΕ στον τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας επικεντρώνεται στη διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην ανάπτυξη εγχώριων πηγών ενέργειας προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια του εφοδιασμού και να μειωθεί η εξωτερική ενεργειακή εξάρτηση. Ένας ιδιαίτερα σημαντικός φορέας ενέργειας είναι το υδρογόνο, το οποίο είναι απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και διαδραματίζει καίριο ρόλο στην ενεργειακή πολιτική της ΕΕ. (Matteo Ciucci, Νοέμβρης 2023)

4. ΜΕΤΡΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Η ανάπτυξη και η υιοθέτηση αποδοτικών πρακτικών που πληρούν τα αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα αποτελεί μια πρόκληση για τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Το τελικό στόχος είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή τεχνολογιών που δεν παράγουν εκπομπές ρύπων. Σύμφωνα με το ρυθμιστικό πλαίσιο του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), η προσοχή στην ανάπτυξη τεχνολογιών επικεντρώνεται στη μείωση των εκπομπών NO_x, SO₂ και CO₂. Επιπλέον, υπάρχουν εξελίξεις που αφορούν τις εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων. Παρακάτω περιγράφονται οι βασικές μέθοδοι μείωσης εκπομπών ανά είδος ρύπου, καθώς και οι μελλοντικές τεχνολογικές εξελίξεις που θα επηρεάσουν τα πλοία του μέλλοντος.

4.1 Τεχνολογικές και λειτουργικές καινοτομίες

Για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), υπάρχουν διάφορες κατηγορίες μέτρων που μπορούν να εφαρμοστούν, όπως:

- περιβαλλοντική πολιτική των λιμένων
- τεχνολογικά μέτρα
- λειτουργικά μέτρα
- εναλλακτικά καύσιμα και
- εναλλακτικές πηγές ενέργειας

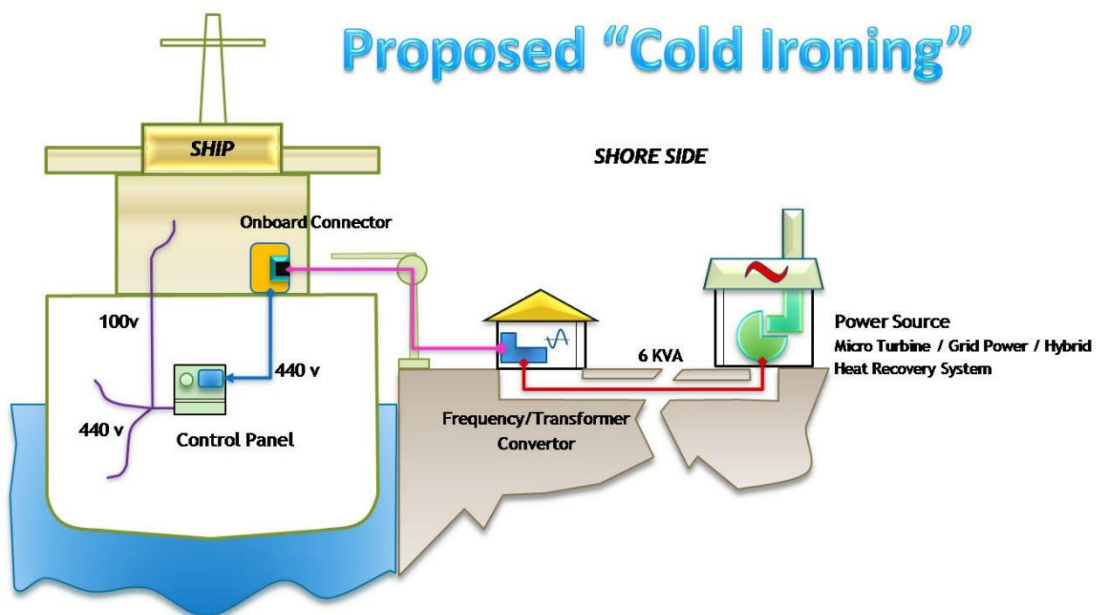
4.1.1. Περιβαλλοντική πολιτική λιμένων



Η λειτουργία των ναυτικών μηχανών επί πλοίου απαιτεί σημαντικές ποσότητες ενέργειας, με τις εκπομπές CO₂ να συμβαίνουν κυρίως κατά τη λειτουργία τους στη θάλασσα, παρά στο λιμάνι. Ειδικά όμως για πλοία όπως τα κρουαζιερόπλοια και τα επιβατικά, ο χρόνος στο λιμάνι μπορεί να είναι μεγαλύτερος.

Οι εκπομπές CO₂ είναι ανάλογες με την κατανάλωση καυσίμου, ιδίως κατά τη διάρκεια ελιγμών και φορτοεκφόρτωσης στο λιμάνι. Η μείωση αυτών των εκπομπών είναι εφικτή με συγκεκριμένες παρεμβάσεις, όπως η μείωση του χρόνου φορτοεκφόρτωσης και η χρήση ενέργειας από την ξηρά.

Τα πράσινα λιμάνια επιδιώκουν να αξιοποιήσουν αειφόρες τεχνολογίες για τη διαχείριση ενέργειας και να προσφέρουν οφέλη στο περιβάλλον και την οικονομία. Στην Ευρώπη, πλοία εμπορευματοκιβωτίων λαμβάνουν ενέργεια από το λιμάνι, ενώ στις ΗΠΑ δοκιμάζονται παρόμοιες πρακτικές.



Εικόνα 3: Cold Ironing (Pawanexh Kohli, Φεβρουάριος 2016)

Οι εκπομπές ρύπων στο λιμάνι μπορούν να περιοριστούν κατά 90% κατά τη διάρκεια πρόσδεσης, ανάλογα με το ενεργειακό μίγμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας συνολικά μειώνει τις εκπομπές. Η σύνδεση σε εγκαταστάσεις υψηλής τάσης από την ξηρά βελτιώνει τη διαχείριση της ενέργειας και προστατεύει την υγεία των κατοίκων, αν και απαιτεί σημαντικά κόστη για τις εγκαταστάσεις και την παροχή ενέργειας.



4.1.2. Τεχνολογικά μέτρα

Για τη μείωση των εκπομπών CO₂ στα πλοία, υπάρχουν διάφορα τεχνολογικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν στο κύτος, την έλικα ή τη μηχανή του πλοίου. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν:

1. Αλλαγές στο κύτος, την έλικα ή τη μηχανή του πλοίου: Μπορούν να γίνουν τεχνολογικές βελτιώσεις στο σχεδιασμό του κύτους, την έλικα ή τη μηχανή του πλοίου που να βελτιώνουν την απόδοση και να μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων.
2. Τοποθέτηση βολβοειδών επεκτάσεων κάτω από τη γραμμή νερού: Αυτές οι επεκτάσεις μπορούν να μειώσουν την αντίσταση και την τριβή του πλοίου με το νερό, με αποτέλεσμα μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 2-7%.
3. Καθαρισμός και βαφή του σκάφους με επικάλυψη χαμηλής τριβής: Ο καθαρισμός του σκάφους και η εφαρμογή επικάλυψης χαμηλής τριβής μπορούν να μειώσουν την αντίσταση στο νερό και να αυξήσουν την απόδοση του πλοίου έως και 5%.

Αυτά τα μέτρα συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και των εκπομπών CO₂ από τα πλοία, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας την περιβαλλοντική επίδραση των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων.

Όσο αφορά το κύτος των πλοίων, οι αλλαγές έχουν σκοπό να μειώσουν τις δυνάμεις τριβής (αντιστάσεις) κατά την κίνησή τους. Η βελτιστοποίηση του σχήματος της γάστρας είναι μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της αντίστασης του νερού και της κατανάλωσης καυσίμου στα πλοία. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τα μικρότερα πλοία, καθώς αυτά παρουσιάζουν σχετικά μεγαλύτερη αντίσταση λόγω κυματισμού σε σύγκριση με τα μεγαλύτερα πλοία. Η μέγιστη δυναμική μείωση κατανάλωσης καυσίμου από τη βελτιστοποίηση του σχήματος της γάστρας εκτιμάται στο 9%. Ένα παράδειγμα βελτιστοποίησης του σχήματος της γάστρας είναι η χρήση βολβοειδούς πλώρης. Η βολβοειδής πλώρη δημιουργεί κύματα πριν από το πλοίο, τα οποία αλληλοεπιδρούν με τα κύματα που δημιουργεί η πλώρη του πλοίου. Αυτή η αλληλεπίδραση εξασθενεί τα κύματα και μειώνει την αντίσταση στην



κίνηση του πλοίου λόγω κυματισμού, βοηθώντας στην εξοικονόμηση καυσίμων και στη μείωση των εκπομπών CO₂.

Η αλλαγή του βάρους του πλοίου μέσω της χρήσης ελαφρύτερων υλικών είναι μια ακόμα επιλογή που επηρεάζει το κύτος του πλοίου και μπορεί να συμβάλει στη μείωση της αντίστασης με το νερό. Η χρήση ελαφρύτερων υλικών μειώνει το συνολικό βάρος του πλοίου, με αποτέλεσμα να μειώνεται η βρεχόμενη επιφάνεια και, συνεπώς, η αντίσταση κατά την κίνηση στο νερό. Το δυναμικό μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας από την ελαφριά κατασκευή μπορεί να φτάσει έως και 7% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του πλοίου. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμοί λόγω των απαιτήσεων αντοχής και ασφάλειας του πλοίου. Τα ελαφρύτερα υλικά πρέπει να πληρούν τις αυστηρές προδιαγραφές για αντοχή και ασφάλεια που εφαρμόζονται στη ναυπηγική βιομηχανία, οι οποίες μπορεί να περιορίσουν την εφαρμογή τέτοιων μέτρων.

Τέλος, η λίπανση με αέρα (air lubrication) αποτελεί μια αποδοτική μέθοδο για τη μείωση της αντίστασης μεταξύ της γάστρας του πλοίου και του θαλάσσιου νερού, με χρήση φυσαλίδων αέρα. Αυτή η τεχνολογία λειτουργεί με ένα φουσητήρα αέρα που παράγει φυσαλίδες αέρα σε διάφορες θέσεις κάτω από το πυθμένα του πλοίου, δημιουργώντας ένα ομοιόμορφο στρώμα αέρα. Οι έρευνες και οι εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας έχουν δείξει ότι η λίπανση με αέρα μπορεί να μειώσει την τριβή ενός πλοίου κατά περίπου 10%. Αυτή η μείωση της τριβής συνεπάγεται εξοικονόμηση καυσίμων περίπου 10-15% για πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και δεξαμενόπλοια. Για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, η εξοικονόμηση καυσίμων είναι λίγο κάτω από 10%. Η τεχνολογία αυτή αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο για τη μείωση του ενεργειακού κόστους λειτουργίας των πλοίων και τη μείωση των εκπομπών CO₂.

Στο κομμάτι της έλικας των πλοίων, όπου όπως αναφέραμε τεχνολογικοί σχεδιασμοί μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών. Η ανάπτυξη πιο σύνθετων τύπων και συστημάτων προπέλας αποτελεί σημαντικό πεδίο έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της ναυτιλίας, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης και της αποδοτικότητας των πλοίων. Ανάμεσα σε αυτούς τους πιο σύνθετους τύπους προπέλας και συστημάτων πρόωσης περιλαμβάνονται:



1. Προπέλες σταθερού βήματος: Αυτοί οι τύποι προπέλας έχουν σταθερό βήμα και συνήθως χρησιμοποιούνται σε σκάφη με σταθερές συνθήκες λειτουργίας.
2. Προπέλες boss cap fins: Αυτές οι προπέλες διαθέτουν ένα καπάκι (boss cap) γύρω από τη βάση της προπέλας για τη μείωση της αντίστασης.



Εικόνα 4: Boss Cap Fins propeller (TOKYO-Mitsui O.S.K. Lines, Ltd., Ιούνιος 2020)

3. Προπέλες τύπου Kappel: Αυτοί οι τύποι προπέλας διαθέτουν ένα κυκλικό σχήμα για τη βελτίωση της απόδοσης και τη μείωση της αντίστασης.



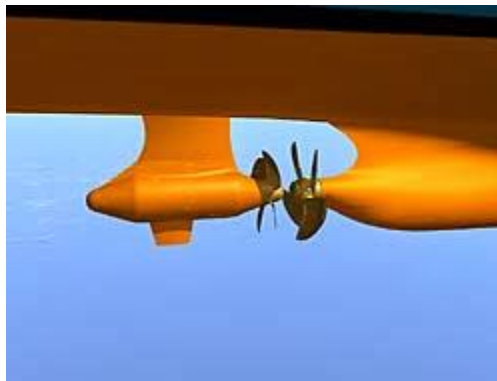
Εικόνα 5: Kappel type propeller (Giulio Gennaro, Σεπτέμβριος 2012)

4. Προπέλες Ducted: Αυτές οι προπέλες είναι περιβληματοσμένες με έναν αεροδυναμικό δοχείο (duct), το οποίο βελτιώνει την απόδοση και μειώνει την αντίσταση.



Εικόνα 6: Ducted propeller (Frederic Logghe, Μάρτιο2005)

5. Αντίθετα περιστρεφόμενες προπέλες: Αυτές οι προπέλες περιστρέφονται αντίθετα με την κατεύθυνση του νερού και μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση σε ορισμένες συνθήκες λειτουργίας.



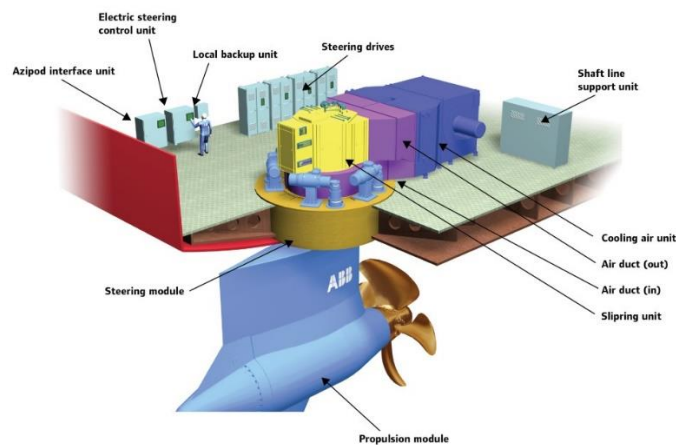
Εικόνα 6: Αντίθετα περιστρεφόμενες προπέλες (Κρίστου Εμίλιο Ιωαννίδου, Μάρτιος 2012)

6. Azimuth προπέλες και συστήματα πρόωσης: Αυτά τα συστήματα επιτρέπουν στις προπέλες να περιστρέφονται 360 μοίρες, προσφέροντας ευελιξία και βελτιωμένη απόδοση στην πρόωση.



Εικόνα 7: Azimuth προπέλες και συστήματα πρόωσης (Kawasaki Heavy Industries)

7. Πρόωση Azipod: Αυτό το σύστημα περιλαμβάνει προπέλες που τοποθετούνται σε περιστρεφόμενα περιβλήματα, προσφέροντας εξαιρετική ευελιξία και απόδοση.



5

Εικόνα 7: Πρόωση Azipod (Davide Laverga, Φεβρουάριος 2020)

Η χρήση πιο προηγμένων τύπων και συστημάτων προπέλας μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ταχύτητα και την κατανάλωση καυσίμων του πλοίου, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας το κόστος λειτουργίας



Τέλος, Οι βελτιώσεις στις μηχανές των πλοίων είναι κρίσιμες για τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τη βελτίωση της απόδοσης. Ακολουθούν κάποιες τεχνολογικές επιλογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτόν τον σκοπό:

1. Σύστημα ψεκασμού καυσίμου common rail: Αυτό το σύστημα βελτιστοποιεί την έγχυση καυσίμου στη μηχανή, επιτρέποντας τη βελτιωμένη απόδοση και μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου, ειδικά σε χαμηλά φορτία.
2. Ανάκτηση θερμότητας (Heat Recovery): Αυτή η τεχνολογία αξιοποιεί τη θερμότητα που χάνεται κατά τη διάρκεια της καύσης και τη μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό οδηγεί σε σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.
3. Ηλεκτροπρόωση (Electrical Propulsion): Η χρήση ηλεκτρικής πρόωσης μπορεί να βελτιώσει την απόδοση και να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου, ειδικά σε πλοία με υψηλές ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια.
4. Προσαρμογή κινητήρα για slow steaming (derating, cylinder cut-out): Με τη μείωση της ταχύτητας λειτουργίας του πλοίου (slow steaming) ή την απενεργοποίηση κυλίνδρων κατά τη λειτουργία σε μερικό φορτίο, μπορεί να επιτευχθεί οικονομία καυσίμου.

Ακόμα μια τεχνολογική εφαρμογή πέρα των προαναφερθέντων, είναι η αποθήκευση και φύλαξη ρύπων στα πλοία γνωστή και ως Carbon Capture and Storage (CCS), η οποία επικεντρώνεται στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα από τα αέρια καύσης και στην αποθήκευσή του με τρόπο που να αποτρέπει την εκπομπή του στην ατμόσφαιρα. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται ευρέως σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες ή μονάδες παραγωγής ενέργειας που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα. Παρόλο που υπάρχουν πιλοτικά έργα σε αυτόν τον τομέα σε όλο τον κόσμο, δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη σε τελική μορφή τεχνολογίες CCS για πλοία, κυρίως λόγω ανησυχιών για την αξιοπιστία των συστημάτων CCS λόγω δυνητικών διαρροών του αποθηκευμένου άνθρακα. Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογία αυτή εξελίσσεται και μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρότερες μονάδες εκπομπής ρύπων, όπως τα πλοία, αν και οι σχετικές σχεδιαστικές παρεμβάσεις στα υπάρχοντα πλοία απαιτούν ακόμη υψηλό κόστος που το καθιστά απαγορευτικό.



Αυτές οι τεχνολογίες και πρακτικές μπορούν να συνδυαστούν για να βελτιωθεί η απόδοση των πλοίων, μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές αερίων. (Ηλιοπύρης, Ε.Μ.Π.)

4.1.3. Λειτουργικά μέτρα

Τα λειτουργικά μέτρα για τη βελτίωση της απόδοσης των πλοίων και τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου περιλαμβάνουν διάφορες πρακτικές που μπορούν να υιοθετηθούν:

1. Μείωση της ταχύτητας: Η μείωση της ταχύτητας κατά 10% μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά περίπου 19% ανά τόνο-χιλιόμετρο. Αυτό επιβάλλει όμως αύξηση στον χρόνο ταξιδιού, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί με άλλα μέτρα όπως η χρήση περισσότερων πλοίων ή η βελτιστοποίηση του χρόνου στα λιμάνια.
2. Μείωση της αντίστασης του πλοίου: Η βελτιστοποίηση της διαγωγής (trim) του πλοίου και η περιοδική στίλβωση της έλικας μπορούν να μειώσουν την αντίσταση του πλοίου και έτσι την κατανάλωση καυσίμου κατά περίπου 0,5-2% και 2-5% αντίστοιχα.
3. Γενικά μέτρα βελτιστοποίησης του ταξιδιού: Η βελτιστοποίηση της φόρτωσης του πλοίου και η χρήση πιο αποδοτικών διαδρομών (weather routing) μπορούν να συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και στη βελτίωση της απόδοσης.
4. Χρήση μεγαλύτερων πλοίων: Η χρήση μεγαλύτερων πλοίων μπορεί να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου ανά τόνο-χιλιόμετρο, αλλά αυτό εξαρτάται από τη μεταφορική ζήτηση και τις δυνατότητες πρόσβασης σε λιμάνια και κανάλια.

Τα παραπάνω μέτρα μπορούν να συνδυαστούν για να επιτευχθεί ολοκληρωμένη βελτίωση στην απόδοση των πλοίων και τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Κάθε εταιρεία μπορεί να επιλέξει τα μέτρα που ταιριάζουν καλύτερα στις ανάγκες και τις δυνατότητές της προκειμένου να βελτιώσει τη βιωσιμότητα και την απόδοσή της. (Ηλιοπύρης, Ε.Μ.Π.)



4.1.4. Εναλλακτικά καύσιμα

Η ναυτιλιακή βιομηχανία αντιμετωπίζει σοβαρές προκλήσεις σχετικά με τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου έως το 2050 και έχει αναγνωρίσει την ανάγκη για μετάβαση σε εναλλακτικά καύσιμα ως μέρος της λύσης. Δύο από τις κύριες εναλλακτικές λύσεις που εξετάζονται είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) και τα βιοκαύσιμα.

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) αναδεικνύεται ως μια προοπτική που μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη αυτών των στόχων. Προσφέρει τη δυνατότητα να μειώσει τις εκπομπές CO₂ και τοξικών αερίων ρύπων σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα στη ναυτιλία. Η χρήση LNG στα πλοία μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO₂, καθώς έχει υψηλότερο λόγο υδρογόνου προς άνθρακα σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα. Ωστόσο, η εφαρμογή του απαιτεί υποδομή για την παροχή και αποθήκευση LNG σε λιμάνια, ενώ αντιμετωπίζει προκλήσεις σχετικά με την ασφάλεια λόγω της δυνητικής διαρροής μεθανίου (CH₄) κατά τη χρήση του.

Τα βιοκαύσιμα αποτελούν επίσης σημαντική εναλλακτική λύση για τη ναυτιλία. Αν και προσφέρουν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, υπάρχουν προκλήσεις όπως η επίδραση στις χρήσεις γης και οι επιπτώσεις στις τιμές των τροφίμων λόγω της χρήσης καλλιεργειών για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Η παραγωγή και μεταφορά βιοκαυσίμων επίσης επιφέρουν επιπλέον εκπομπές CO₂, οπότε η καθαρή μείωση των εκπομπών εξαρτάται από τους τρόπους παραγωγής και μεταφοράς τους.

Συνολικά, η επιλογή του κατάλληλου μείγματος καυσίμων πρέπει να λαμβάνει υπόψη την τεχνική εφαρμοσιμότητα και τη διαθεσιμότητα υποδομής, καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι μείωσης των εκπομπών CO₂ της ναυτιλιακής βιομηχανίας έως το 2050. (*Jasper Faber κ.α., Ιούλιος 2021 – Ηλιοπύρης Ε.Μ.Π.*)

4.1.5. Εναλλακτικές πηγές ενέργειας

Οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας που είναι εφικτές για χρήση σε πλοία περιλαμβάνουν την αιολική ενέργεια, την ηλιακή ενέργεια και τις κυψέλες καυσίμου. Αυτές οι τεχνολογίες εστιάζουν σε διάφορες προσεγγίσεις:

α) Αιολική Ενέργεια:



- Χρήση μαλακών πανιών (soft-sails). Τα μαλακά πανιά διαφέρουν από τα παραδοσιακά σκληρά πανιά καθώς είναι κατασκευασμένα από ελαστικά υλικά που επιτρέπουν στο πανί να παραμορφώνεται και να προσαρμόζεται στις συνθήκες του ανέμου. Η βασική αρχή λειτουργίας των μαλακών πανιών είναι η ίδια με αυτή των παραδοσιακών πανιών, δηλαδή η αξιοποίηση της πίεσης του ανέμου για την προώθηση του πλοίου. Ωστόσο, τα μαλακά πανιά προσφέρουν ορισμένα πλεονεκτήματα όπως η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα στις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες. Τα μαλακά πανιά μπορούν να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και συνεπώς των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες όπως οι ρότορες Flettner για να ενισχύσουν την ενεργειακή απόδοση του πλοίου.



Εικόνα 8: Soft sails (THE MARITIME EXECUTIVE, Μάιος 2022)

- Χρήση σταθερών πανιών (fixed-sails) Τα σταθερά πανιά είναι πανιά που δεν αλλάζουν θέση ή σχήμα κατά τη διάρκεια της πλοήγησης του πλοίου, σε αντίθεση με τα μαλακά πανιά που μπορούν να παραμορφώνονται. Η λειτουργία των σταθερών πανιών βασίζεται στην πρόσληψη της δύναμης του ανέμου και στη μεταφορά της ενέργειας του στο πλοίο. Η τοποθέτηση σταθερών πανιών σε στρατηγικά σημεία του πλοίου επιτρέπει τη χρήση της αιολικής ενέργειας για την κίνηση, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και των εκπομπών αερίων. Οι σταθεροί πανισμοί μπορούν να



ενσωματωθούν σε διάφορα είδη πλοίων, όπως φορτηγά, επιβατηγά ή ακόμη και πλοία επιβίβασης εμπορευμάτων. Η αποδοτικότητα της τεχνολογίας αυτής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο σχεδιασμός των πανιών, η τοποθέτησή τους στο πλοίο και οι υδροδυναμικές συνθήκες του περιβάλλοντος



Εικόνα 9: Fixed sails (European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, Αύγουστος 2023)

- Χρήση ρότορων Flettner (Flettner rotors). Οι ρότορες τύπου Flettner είναι καινοτόμος τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε πλοία για τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε πρόωση, εκμεταλλευόμενοι το φαινόμενο Magnus. Η ιδέα είναι ότι όταν ο αέρας περνά πάνω από έναν κινούμενο κύλινδρο (όπως ο ρότορας), δημιουργείται μια πλευρική δύναμη που προκαλεί πρόωση κάθετη στη διεύθυνση του ανέμου. Για παράδειγμα, ένα φορτηγό Supramax (55.000 τόνοι dwt) εξοπλισμένο με τέσσερις αιολικούς κινητήρες έχει εκτιμηθεί να εξοικονομεί περίπου 1.023 τόνους καυσίμων ετησίως, κατά μέσο όρο. Αυτή η εξοικονόμηση συνδέεται με τη μείωση της ανάγκης για καύσιμα λόγω της πρόσθετης πρόωσης που παράγεται από τους ρότορες Flettner. Η εξοικονόμηση καυσίμων με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας μειώνεται όσο το μέγεθος του πλοίου αυξάνεται. Για παράδειγμα, σε μικρά πλοία η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει το 60%, ενώ σε μεγάλα πλοία όπως τα VLCC η εξοικονόμηση πλησιάζει το 19%.



Εικόνα 10: Flettner rotors (IWSA)

- Χρήση πανιών τύπου χαρταετού (kite-sails). Τα πανιά τύπου χαρταετού λειτουργούν με την αρχή του αιολικού ιστιοπλοΐας και αξιοποιούν τις αεροδυναμικές δυνάμεις που δημιουργούνται από τον αέρα κατά την πλοήγηση του πλοίου. Τα πανιά αυτά συνήθως είναι σχεδιασμένα ώστε να αναπτύσσουν μεγάλες επιφάνειες και να εκμεταλλεύονται ακόμη και τις υψηλές ατμοσφαιρικές ροές για την παραγωγή της απαιτούμενης ώθησης. Τα kite-sails είναι συνήθως συνδεδεμένα με συστήματα ελέγχου που επιτρέπουν την αυτόματη προσαρμογή της θέσης και της γωνίας τους, προκειμένου να εκμεταλλευτούν αποτελεσματικά τον αέρα. Επίσης, η τεχνολογία αυτή μπορεί να συνδυαστεί με άλλα συστήματα παραγωγής ενέργειας, όπως η χρήση φωτοβολταϊκών πλαισίων στο πλοίο, για να επιτευχθεί μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση και ανεξαρτησία από τα καύσιμα.



Εικόνα 11: Kite-sails (EPA, Ιανουάριος 2008)

- Χρήση ανεμογεννητριών (wind turbines) Η χρήση ανεμογεννητριών στα πλοία έχει αντιμετωπιστεί με διάφορες προκλήσεις και περιορισμούς που περιλαμβάνουν την τελική σταθερότητα τους και τις παραγόμενες δονήσεις, καθώς και την ανεπάρκεια στη μετατροπή της ενέργειας σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες. Παρόλα αυτά, έχουν προταθεί άλλες πιθανές χρήσεις των ανεμογεννητριών στη ναυτιλία όπως: να παρέχουν ενέργεια για την τροφοδοσία των βοηθητικών συστημάτων ενός πλοίου, όπως φώτα, ψυγεία, ή άλλες ηλεκτρικές συσκευές, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από τα καύσιμα κατά τη διάρκεια της ναυτιλίας ή να χρησιμοποιηθούν σε παράκτιες εγκαταστάσεις ως πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αντικαθιστώντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές, μη ανανεώσιμες πηγές όπως τα ορυκτά καύσιμα.



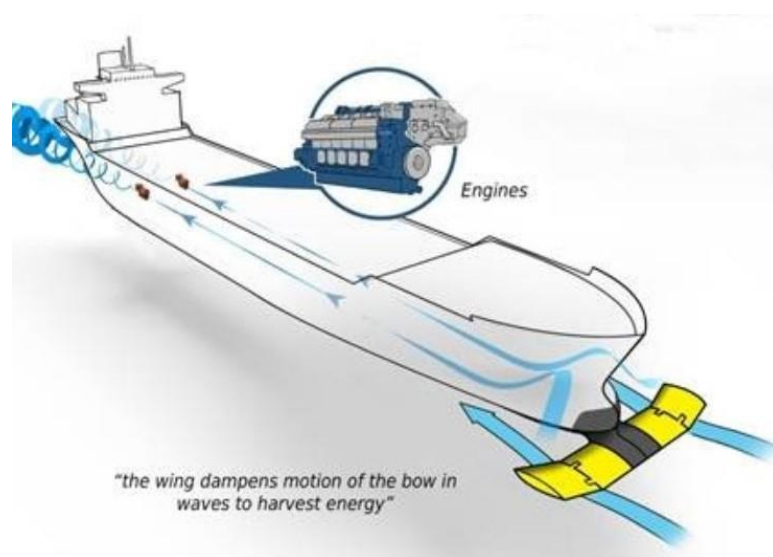
Εικόνα 12: Wind-turbine Vessel (John Konrad, Οκτώβρης 2012)

β) Φωτοβολταϊκά. Η χρήση φωτοβολταϊκών συλλεκτών στη ναυτιλία αντιμετωπίζει περιορισμούς λόγω της περιορισμένης επιφάνειας για την εγκατάσταση των πάνελ και των δυσκολιών στην αποθήκευση και χρήση της ενέργειας λόγω της διακοπόμενης φύσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Παρ' όλα αυτά, οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παράγουν ενέργεια για την κίνηση του πλοίου ή την τροφοδοσία βοηθητικών εξαρτημάτων, μειώνοντας τη συνολική κατανάλωση καυσίμων κατά ποσοστό που κυμαίνεται από 1% έως 3.5%, ανάλογα με τον τύπο του πλοίου και τον διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση. Παρόλο που η τεχνολογία αυτή χρειάζεται περαιτέρω εξέλιξη για να γίνει πιο αποδοτική και ευέλικτη στις ειδικές ανάγκες των πλοίων, η χρήση φωτοβολταϊκών στη ναυτιλία αντιπροσωπεύει μια προοπτική για μείωση της εξάρτησης από συμβατικές πηγές ενέργειας.



Εικόνα 13: Φωτοβολταϊκά (Kondaas, Οκτώβρης 2023)

γ) Κυματική Ενέργεια. Η κυματική ενέργεια αποτελεί έναν πολύ φιλόδοξο τομέα στη ναυτιλία, με πρότυπα όπως το E/S Orcelle της εταιρείας Wallenius Wilhelmsen Logistics (WWL) να εκμεταλλεύονται και να μετατρέπουν την κινητική ενέργεια των κυμάτων. Το Orcelle χρησιμοποιεί υποβρύχια flaps εμπνευσμένα από τις κινήσεις των ουρών των δελφινιών για να δημιουργήσει πρόωση και να παράγει ηλεκτρική και υδραυλική ενέργεια για τα συστήματα του πλοίου. Αυτή η προσέγγιση επιδιώκει να μιμηθεί την αποδοτικότητα που επιτυγχάνουν τα θαλάσσια ζώα όπως τα δελφίνια και τα πελαγικά ψάρια στην αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτές οι τεχνολογίες είναι ακόμα σε αρχικά στάδια ανάπτυξης και δοκιμών.



Εικόνα 14: Κυματική Ενέργεια (Marine Energy, Μάρτιος 2020)



δ) Πυρηνικοί Αντιδραστήρες. Η χρήση πυρηνικών αντιδραστήρων στη ναυτιλία αναδεικνύεται ως μια πιθανή εναλλακτική για την κίνηση πλοίων, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα και προκαλώντας συγχρόνως αρκετές προκλήσεις. Τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν τη μείωση των εκπομπών CO₂ και άλλων ρυπογόνων ουσιών, καθώς και την επέκταση της αυτονομίας και της απόδοσης των πλοίων. Ωστόσο, υπάρχουν σοβαρές ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια, τον χειρισμό των πυρηνικών υλικών και τη διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων. Επιπλέον, οι πυρηνικοί αντιδραστήρες απαιτούν συνεχή παρακολούθηση και συντήρηση, καθώς και ειδική εκπαίδευση του πληρώματος. Συνεπώς, η εφαρμογή πυρηνικών αντιδραστήρων στη ναυτιλία απαιτεί συνεκτικότητα σε θέματα ασφαλείας, ρύθμισης και τεχνολογικής ανάπτυξης πριν γίνει ευρέως αποδεκτή ως μια βιώσιμη επιλογή κίνησης πλοίων.

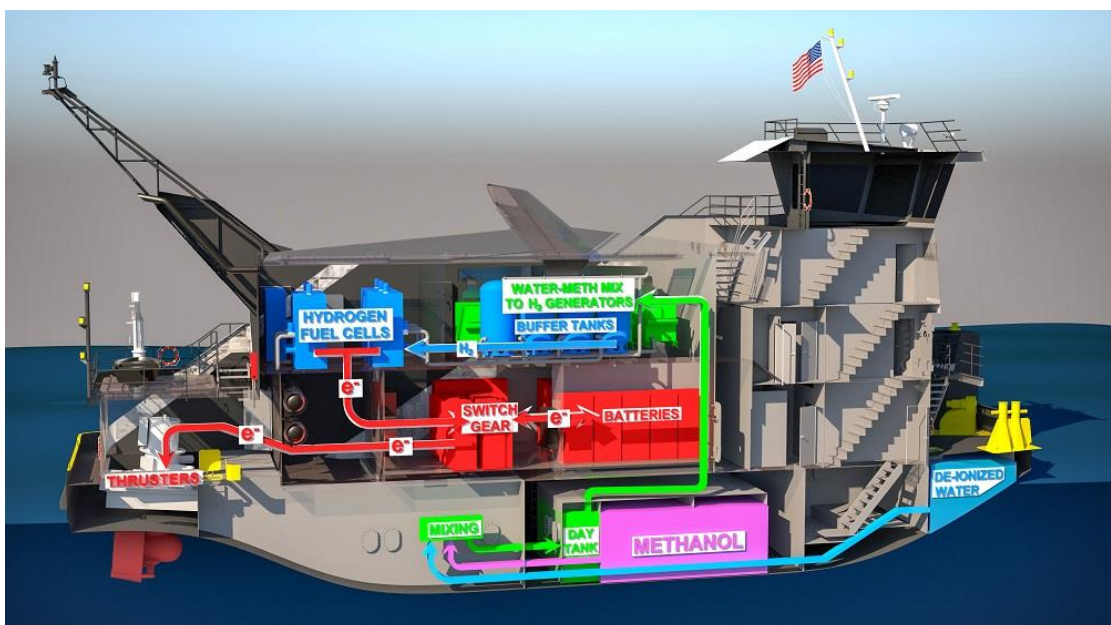
ε) Ηλιακά πανιά. Τα ηλιακά πανιά αποτελούν μια καινοτόμος τεχνολογία που εκμεταλλεύεται τόσο την ηλιακή όσο και την αιολική ενέργεια για την κίνηση πλοίων. Ένα παράδειγμα είναι το Solar Sailor, ένα καταμαράν με ηλιακά wingsails που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόωση και παραγωγή ηλεκτρισμού. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία που τοποθετούνται στο σκάφος επιτρέπουν τη συλλογή ηλιακής ενέργειας, ενώ οι πτέρυγες με τα ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά συλλέγουν αιολική ενέργεια. Η ενέργεια αποθηκεύεται σε μπαταρίες και μπορεί να προσδώσει ταχύτητα στο πλοίο, με το Solar Sailor να μπορεί να κινείται με επιπλέον ταχύτητα 5 km/h από την ηλιακή ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο, το Solar Sailor εκμεταλλεύεται τους φυσικούς πόρους του ηλίου και του αέρα για αειφορική κίνηση πλοίων, προσφέροντας μια πρωτοποριακή λύση στη ναυτιλία.





Εικόνα 15: Solar sails (Ocius, Αύγουστος 2014)

στ) Κυψέλες καυσίμων. Η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου αποτελεί μια προηγμένη λύση που βασίζεται σε ηλεκτροχημικές αντιδράσεις για τη μετατροπή της ενέργειας καυσίμου (όπως LNG, βιοκαύσιμα ή υδρογόνο) απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η τεχνολογία έχει σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς τις εκπομπές αερίων ρύπων, καθώς οι εκπομπές CO₂ είναι χαμηλότερες σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα και δεν υπάρχουν εκπομπές οξειδίων του θείου (SO_x) και του αζώτου (NO_x). Η εφαρμογή κυψελών καυσίμου σε πλοία μπορεί να γίνει μέσω υβριδικών συστημάτων πρόωσης, συνδυάζοντας μηχανές εσωτερικής καύσης με κυψέλες καυσίμου, ή καλύπτοντας τις ανάγκες ηλεκτρισμού του πλοίου. Παρ' όλα αυτά, η εγκατάσταση κυψελών καυσίμου εξακολουθεί να έχει υψηλό κόστος επένδυσης και λειτουργίας, καθώς είναι περίπλοκη τεχνολογία. Το κόστος επένδυσης για κυψέλη καυσίμου είναι συνήθως 2-3 φορές υψηλότερο από το κόστος μιας συμβατικής μηχανής. Παρά την υψηλή τιμή, υπάρχουν προγράμματα και συνεργασίες με στόχο την ανάπτυξη καινοτόμων πλοίων που χρησιμοποιούν κυψέλες καυσίμου ως κύρια πηγή ενέργειας. Η Bloom Energy συνεργάζεται με τη Samsung Heavy Industries για την ανάπτυξη πλοίων με κυψέλες καυσίμου, με στόχο τη μείωση των εκπομπών ρύπων κατά 45%, συμμορφούμενα με τα νέα κριτήρια του IMO. Τα προγράμματα αυτά δείχνουν την ανάπτυξη των κυψελών καυσίμου ως μια υποσχόμενη τεχνολογία για την περαιτέρω αειφορική εξέλιξη της ναυτιλίας.





Εικόνα 16: Fuel Cells (Rhys Berry, Ιούνιος 2022)

ε) Συνδυασμός των Παραπάνω Τεχνολογιών

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη ναυτιλία απαιτεί σημαντικές λειτουργικές αλλαγές. Περιλαμβάνουν την προσαρμογή της δρομολόγησης των πλοίων ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τις εποχές, προκειμένου να εκμεταλλευτούν μέγιστα την έκθεσή τους στις πρωταρχικές ενεργειακές πηγές όπως ο ήλιος, ο άνεμος και τα κύματα. Αυτές οι αλλαγές είναι ουσιαστικές για την επίτευξη αποδοτικής λειτουργίας και τη δημιουργία νέων λειτουργικών διαδικασιών στη ναυτιλία. (Ηλιοπύρης Ε.Μ.Π.)

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ναυτιλία αντιπροσωπεύει έναν σημαντικό τομέα της παγκόσμιας οικονομίας, αλλά επίσης συνδέεται με σημαντικές εκπομπές CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές αυτές προέρχονται από τη χρήση καυσίμων όπως πετρέλαιο, πετρελαιοειδή και άνθρακας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των πλοίων. Η αύξηση των εκπομπών CO₂ από τις θαλάσσιες μεταφορές αποτελεί μια ανησυχητική τάση που αναμένεται να συνεχιστεί, εκτός εάν ληφθούν περαιτέρω μέτρα για τη μείωσή τους. Αυτή η αύξηση αντικατοπτρίζει την επείγουσα ανάγκη για πιο αποτελεσματικές δράσεις και πολιτικές που θα καταπολεμήσουν αυτήν την τάση και θα συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΤΘ).

Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, όλοι οι τομείς της οικονομίας της Ένωσης υποχρεούνται να συνεισφέρουν στην ταχεία μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτόν τον κανονισμό, ο στόχος είναι να επιτευχθούν καθαρές εκπομπές μηδενικές το αργότερο έως το 2050, διαμορφώνοντας ένα αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο με ειδικούς νόμους και επιβολές προστίμων στα πλοία (εταιρείες) που δεν συμμορφώνονται σε αυτούς, με σκοπό την αύξηση της συνεπής χρήσης ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών και υποκατάστατων πηγών ενέργειας στις θαλάσσιες μεταφορές σε



ολόκληρη την Ένωση, χωρίς όμως να χαθεί ο ανταγωνισμός της και να υπάρξει στρέβλωση της αγοράς.

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, η ναυτιλιακή βιομηχανία πρέπει να αναπτύξει και να υιοθετήσει πιο βιώσιμες τεχνολογίες και πρακτικές που θα μειώσουν την εκπομπή CO₂ και θα προωθήσουν την πράσινη ναυτιλία. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ηλιακή ενέργεια και αιολική ενέργεια, την εφαρμογή τεχνολογιών κυψελών καυσίμου, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και την προώθηση των πρακτικών για την αποθήκευση και χρήση αποτελεσματικότερων καυσίμων.

Το μεγάλο τροχοπέδη σε όλη αυτή την προσπάθεια για ανάπτυξη «πράσινων»/οικολογικών πλοίων είναι το μεγάλο κόστος ναυπήγησης, η έλλειψη υποδομών και τεχνογνωσίας για την υποστήριξή τους καθώς και τα μεγάλα λειτουργικά τους κόστη. Εφόσον επιτευχθεί η μετάβαση, γενικά στις μεταφορές, από τη χρήση ορυκτών καυσίμων στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και σε πιο ενεργειακά αποδοτικά λύσεις, η ναυτιλία, ως ο ήδη αποτελεσματικότερος ενεργειακά τρόπος μεταφοράς αγαθών, θα ακολουθήσει και αυτή τη νέα οδό με σκοπό την εξάλειψη των συνολικών εκπομπών CO₂ στον πλανήτη.

Οι προσπάθειες αυτές απαιτούν συνεργασία και συντονισμό σε διεθνές επίπεδο, καθώς η ναυτιλιακή βιομηχανία λειτουργεί σε διεθνές πλαίσιο. Μόνο με την κοινή προσπάθεια και την υιοθέτηση καινοτόμων λύσεων μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών CO₂ και η επίτευξη των φιλόδοξων στόχων για την περιβαλλοντική αειφορία της ναυτιλίας.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Διπλωματική εργασία «ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΦΑΡΜΟΣΤΟΥΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΕΩΣ ΤΟ 2050», Ευάγγελος Ηλιοπύρης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
2. Διπλωματική εργασία «Ευρωπαϊκές πολιτικές του Αποτυπώματος Άνθρακα στη Ναυτιλία», Χαράλαμπος Ιωάννης Μπόχτης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σεπτέμβρης 2021
3. Κανονισμός (ΕΕ) του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου για τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στις θαλάσσιες μεταφορές και για την τροποποίηση της οδηγίας 2009/16/εκ, Βρυξέλλες, 13 Ιουλίου 2023
4. Διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας στα πλοία , Παριώτης Γ. Ευθύμιος, 2022
5. Ειδική έκθεση 18/2019: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην ΕΕ
6. Πρόταση του Κανονισμού (ΕΕ) του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου για τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στις θαλάσσιες μεταφορές και για την τροποποίηση της οδηγίας 2009/16/εκ, Βρυξέλλες, 17 Ιουλίου 2021
7. Ενεργειακή πολιτική της ΕΕ: γενικές αρχές, Matteo Ciucci, Νοέμβρης 2023
8. Impacts of FuelEU Maritime on the Dutch maritime sector, Jasper Faber, Anne Kleijn, Julius Király, Max van Geuns, Ιούλιος 2021
9. Sustainable maritime fuels 'Fit for 55' package: The FuelEU Maritime proposal, Jörgen Warborn, 14 Ιουλίου 2021
10. Decarbonising maritime transport: The EU perspective, European Parliamentary Research Service, Marketa Pape, Οκτώβρης 2020