

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**«ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΓΟΡΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ  
– ΙΣΤΟΡΙΚΟ, ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ,  
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ  
ΑΝΑ ΤΟΠΙΚΗ ΑΓΟΡΑ»**

Λεωνίδας Διαμάντης

**Διπλωματική εργασία**

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών  
του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος  
των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού  
Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία

Πειραιάς

Ιανουάριος 2023

## Δήλωση αυθεντικότητας

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

## **Τριμελής επιτροπή**

«Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Διονύσιος Πολέμης (Επιβλέπων)
- Τζαννάτος Ερνέστος
- Λαγούδης Ιωάννης

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

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου καθώς και τους καθηγητές της τριμελούς επιτροπής που μου έκαναν την τιμή να δεχθούν την διπλωματική μου εργασία. Επίσης τους γονείς μου και τον αδερφό μου, οι οποίοι με στήριξαν και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	Σελ.7
Abstract	Σελ.8
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup>	Σελ.9
1.1.Εισαγωγή	Σελ.9
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup>	Σελ.11
2.1.Εισαγωγή στην γαλάζια οικονομία	Σελ.11
2.2.Ιστορική αναδρομή στη πράσινη ναυτιλία	Σελ.14
2.2.1.Κανονισμοί του IMO	Σελ.14
2.2.2.Ατμοσφαιρική ρύπανση	Σελ.15
2.2.3. Οι πρωτοβουλίες της Ε.Ε. για την πράσινη οικονομία και την ναυτιλία	Σελ.18
2.2.3.1. Η πράσινη συμφωνία της Ε.Ε.(EUGREENDEAL)-ένας οδικός χάρτης για βιώσιμες οικονομίες	Σελ.18
2.2.3.2.FIT FOR 55 για τη ναυτιλία	Σελ.22
2.2.3.3. Το αναθεωρημένο σύστημα εμπορίας εκπομπών της Ε.Ε.(ΣΕΔΕ)	Σελ.24
2.2.3.4.Κανονισμός FUEL EU MARITIME	Σελ.25
2.2.3.5.Αναθεώρηση της οδηγίας για τη φορολόγηση της ενέργειας (ΟΦΕ) - a revision to the ENERGY TAXATION DIRECTIVE (ETD)	Σελ.27
2.2.3.6.Αναθεώρηση του κανονισμού για τις υποδομές εναλλακτικών καυσίμων	Σελ.28
2.2.3.7.Αναθεώρηση της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας(REDII):	Σελ.29
2.3.Τα είδη των ατμοσφαιρικών ρύπων στη ναυτιλία	Σελ.30
2.3.1.Αέριοι Ρύποι Οξειδίων του Θείου (SOX)	Σελ.31
2.3.2.Αέριοι Ρύποι Οξειδίων του Αζώτου (NOX).	Σελ.31
2.3.3. Εκπομπές Αιρούμενων Σωματιδίων	Σελ.31
2.4.Τεχνολογίες και πρακτικές μείωσης των αέριων ρύπων	Σελ.32
2.4.1. Πλυντηρίδες καυσίμων(Scrubbers)	Σελ.32
2.4.2.Slow Steaming	Σελ.33
2.5.Επισκόπηση των υπό ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων	Σελ.35
2.5.1. Υδρογόνο(H2)	Σελ.35
2.5.2.Αμμωνία (NH3)	Σελ.36
2.5.2.1.Η αμμωνία στη ναυτιλία	Σελ.38

2.5.3.Μεθανόλη (CH <sub>3</sub> OH)	Σελ.43
2.5.4.Βιοκαύσιμα (Biofuels)	Σελ.45
2.5.5.Πυρηνική ενέργεια στη ναυτιλία	Σελ.45
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> -Κατανάλωση και κόστος εναλλακτικών καυσίμων	Σελ.48
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> -Πρόδοξης Κίνας και του Παγκόσμιου Ναυτιλιακού Οργανισμού(IMO) στις προκλήσεις της απανθρακοποίησης	Σελ.58
4.1.Στάση της Κίνας απέναντι στις προκλήσεις της απανθρακοποίησης	Σελ.58
4.2.Προσδοκίες της ναυτιλιακής βιομηχανίας από τον Παγκόσμιο Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO)	Σελ.61
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> - Μελέτη περίπτωσης : OW BUNKER & TRADING A/S	Σελ.64
Συμπεράσματα	Σελ.69
Βιβλιογραφία	Σελ.73

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εξέταση και η ανάλυση των υπαρχόντων και μελλοντικών λύσεων όσον αφορά στα εναλλακτικά καύσιμα και τις τεχνολογίες και πρακτικές μείωσης των ρύπων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη ναυτιλία.

Τα εναλλακτικά καύσιμα που εξετάστηκαν είναι το υδρογόνο, η αμμωνία, η μεθανόλη, η οικογένεια των βιοκαυσίμων και η πυρηνική ενέργεια. Οι τεχνολογίες που εξετάστηκαν για τις πρακτικές μείωσης των ρύπων είναι οι πλυντηρίδες καυσίμων (scrubbers) και η μείωση της ταχύτητας (slow steaming).

Οι λύσεις που εξετάστηκαν φέρουν τα εναλλακτικά καύσιμα και τις τεχνολογίες μείωσης των ρύπων είτε απευθείας στο σύστημα πρόωσης του πλοίου (ως κύρια ή επικουρική πηγή ενέργειας) είτε ως παροχή ενέργειας για τα βοηθητικά συστήματα του πλοίου.

Οι λύσεις για το μέλλον της ναυτιλίας είναι πολυάριθμες, η καθεμία με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της.

Συνεπώς, δεν υπάρχει μια και μοναδική λύση η οποία να ταιριάζει σε όλες τις περιπτώσεις απανθρακοποίησης του ναυτιλιακού τομέα, αλλά διαφορετικές οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν κατά περίπτωση, ανάλογα με το κόστος υλοποίησης, την δυναμική τους για το μέλλον αλλά και τα προβλήματα που προκύπτουν κατά την υλοποίησή τους.

Ρυθμιστικές αρχές όπως ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) και η Ευρωπαϊκή Ένωση μετατρέπουν τους στόχους σε κανονισμούς. Καθώς οι υποχρεωτικοί κανονισμοί για το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ενισχύονται, είναι σαφές ότι κανένα καύσιμο δεν θα λύσει όλες τις ανάγκες της ναυτιλίας για μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Στο μέλλον, οι πλοιοκτήτες θα εξοπλίσουν τα πλοία για το καύσιμο που είναι το πλέον κατάλληλο για τον τύπο του πλοίου, τη διαδρομή και το φορτίο. Εκτός από την αμμωνία, άλλα υποψήφια εναλλακτικά καύσιμα είναι το υδρογόνο, η μεθανόλη, τα βιοκαύσιμα, και η πυρηνική ενέργεια.

**Λέξεις-κλειδιά: Απανθρακοποίηση, Ναυτιλία, Εναλλακτικά καύσιμα**

## **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to examine and analyse existing and future solutions regarding alternative fuels and the pollution reduction technologies and practices that can be used in shipping.

The alternative fuels considered are hydrogen, ammonia, methanol, the biofuel family and nuclear energy. The technologies considered for pollution reduction practices are fuel scrubbers and slow steaming.

The solutions considered bring alternative fuels and emission reduction technologies either directly into the ship's propulsion system (as a primary or auxiliary power source) or as a power supply for the ship's auxiliary systems.

Therefore, there is no single solution that fits all cases of carbonisation in the shipping sector, but different ones that can be applied on a case-by-case basis, depending on the cost of implementation, their potential for the future and the problems that arise during implementation.

Regulatory authorities such as the International Maritime Organisation (IMO) and the European Union turn targets into regulations. As mandatory carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) regulations are strengthened, it is clear that no single fuel will solve all of shipping's zero-carbon needs. In the future, shipowners will equip ships for the fuel that is most suitable for the type of ship, route and cargo. In addition to ammonia, other alternative fuel candidates include hydrogen, methanol, biofuels, batteries and nuclear energy.

**Key words:** Decarbonization, Shipping, Alternative fuels



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο 21<sup>ος</sup> αιώνας σηματοδοτεί πολλές αλλαγές, μεταξύ των οποίων και την ευθυγράμμιση της ναυτιλιακής βιομηχανίας, με τους στόχους για μηδενική περιεκτικότητα σε άνθρακα - με τους στόχους του ΙΜΟ. Η ενεργειακή μετάβαση της ναυτιλιακής βιομηχανίας, απαιτεί νέες τεχνολογίες χαμηλών ή/και μηδενικών εκπομπών άνθρακα, εναλλακτικά καύσιμα και υποδομές που θα στηρίξουν μια μηδενικών εκπομπών ναυτιλία.

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η επισκόπηση σε διεθνές επίπεδο των ναυτιλιακών καυσίμων, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε λύσης, αλλά και τα προβλήματα υλοποίησης τους.

Για την εκπόνηση της διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε δευτερογενής έρευνα, με τη βοήθεια βιβλίων, άρθρων και αξιόπιστων πηγών του διαδικτύου.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια, συμπεριλαμβανομένων των συμπερασμάτων.

Το πρώτο κεφάλαιο ασχολείται με την αναδρομή στην πράσινη ναυτιλία. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στη γαλάζια οικονομία, ενώ το εν λόγω κεφάλαιο κάνει μία εκτεταμένη αναδρομή στη πράσινη ναυτιλία. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στους κανονισμούς του Παγκόσμιου Ναυτιλιακού Οργανισμού (International Maritime Organization-IMO) σχετικά με την απανθρακοποίηση της ναυτιλιακής βιομηχανίας για το 2030 και 2050 αντίστοιχα.

Επιπροσθέτως, γίνεται μία σύντομη αναδρομή στους κανονισμούς και τις πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την πράσινη οικονομία στη ναυτιλία. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην πράσινη συμφωνία (Green Deal), Fit for 55, στο αναθεωρημένο σύστημα εμπορίας εκπομπών της Ε.Ε. (ΣΕΔΕ): EU EMISSIONS TRADING SYSTEM (EUETS), στον κανονισμό FUEL EU MARITIME, στην αναθεωρημένη οδηγία για τη φορολόγηση της ενέργειας (ΟΦΕ)- revised ENERGY TAXATION DIRECTIVE (ETD), αλλά και στον αναθεωρημένο κανονισμό για τις υποδομές εναλλακτικών καυσίμων (AFID)- revised Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFID). Τέλος, γίνεται αναφορά και στην αναθεωρημένη οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας revised RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE (REDII),

αλλά και στα είδη των ατμοσφαιρικών ρύπων στη ναυτιλία (θείο, άζωτο και αιρουμένων σωματιδίων) και στις τεχνολογίες και πρακτικές μείωσης των.(πλυντηρίδες καυσίμων και μείωση ενέργειας).

Ακόμη γίνεται ανασκόπηση των υπό ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων και πιο συγκεκριμένα στο υδρογόνο, αμμωνία, μεθανόλη, βιοκαύσιμα και πυρηνική ενέργεια. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη κατανάλωση και το κόστος των εναλλακτικών καυσίμων .Το τέταρτο κεφάλαιο ασχολείται με την πρόοδο της Κίνας στις προκλήσεις της απανθρακοποίησης αλλά και στις προσδοκίες που μπορεί να έχει η παγκόσμια ναυτιλία από τον Παγκόσμιο Ναυτιλιακό Οργανισμό. Το πέμπτο κεφάλαιο αφορά στη μελέτη περίπτωσης χρεωκοπίας της OWBUNKER&TRADINGA/S, ενώ η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα και τις βιβλιογραφικές αναφορές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 2.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΓΑΛΑΖΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Η γαλάζια οικονομία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της ευρωπαϊκής οικονομίας, δεδομένου ότι στηρίζει την τουριστική βιομηχανία, συμβάλλει στη διευκόλυνση των μεταφορών και παράγει και χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι τομείς γύρω από τους οποίους συνοψίζονται οι γαλάζιες δραστηριότητες είναι οι εξής: θαλάσσιοι έμβιοι και μη έμβιοι πόροι, θαλάσσιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, λιμενικές δραστηριότητες, ναυπηγική και ναυπηγοεπισκευαστική δραστηριότητα, θαλάσσιες μεταφορές και παράκτιος τουρισμός. Πρόκειται για επτά τομείς, οι οποίοι συνεισφέρουν περίπου 1,5% στην Ευρωπαϊκή οικονομία σε σχέση με την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία απασχολώντας παράλληλα περισσότερο από το 2,2% των εργαζομένων στην Ε.Ε.(Sustainable blue economy,EC site). Από τους προαναφερόμενου τομείς, εκείνοι που είναι καταλυτικοί για την προστιθέμενη αξία της γαλάζιας οικονομίας , είναι ο παράκτιος τουρισμός, οι θαλάσσιες μεταφορές και οι συναφείς τομείς τους.

European Commission. The EU Blue Economy Report 2020

Περίπου το 65% των εργαζομένων της γαλάζιας οικονομίας απασχολείται στον παράκτιο τουρισμό, άμεσα ή έμμεσα ενώ το υπόλοιπο 25% των εργαζομένων της γαλάζιας οικονομίας, απασχολείται στις θαλάσσιες μεταφορές και τους συναφείς τομείς, κάτι που καθιστά τους τομείς αυτούς κύρια πηγή εισοδημάτων σε πολλές περιοχές της Ευρώπης. (ναυπηγική - επισκευή πλοίων και λιμενικές δραστηριότητες) (European Commission. The EU Blue Economy Report 2020)

Η συμμετοχή των Ευρωπαϊκών κρατών στην γαλάζια οικονομία διαφέρουν, βάσει της γεωγραφικής τους θέσης, της δομής και των ιδιαιτεροτήτων της οικονομίας τους. Η γαλάζια οικονομία κατέχει την μερίδα του λέοντος στις οικονομίες των κρατών μελών που περιβάλλονται από θάλασσα, όπως η Ελλάδα, η Κροατία, η Μάλτα, η Κύπρος ή η Πορτογαλία.<sup>1</sup>

Οι θαλάσσιες μεταφορές και οι συναφείς δραστηριότητές τους (ναυπηγική, επισκευές και λιμενικές δραστηριότητες) αντιπροσωπεύουν περίπου το 40% της

---

<sup>1</sup>Σύμφωνα με τα πορίσματα της έκθεσης «Το Ευρωπαϊκό περιβάλλον - Κατάσταση και προοπτικές το 2020: γνώση για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη Ευρώπη» (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

προστιθέμενης αξίας. Οι θαλάσσιες μεταφορές περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων που μαζί με τις λιμενικές δραστηριότητες και τους κόμβους εφοδιασμού, έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην ανάπτυξη των θαλάσσιων τομέων και του εμπορίου, προάγοντας, την οικονομική ανάπτυξη και τη δημιουργία θέσεων εργασίας.(Sustainable blue economy,EC site).

Εκτός από την θετική επίδραση στην οικονομική ευρωστία και ανάπτυξη, οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν, μέχρι σήμερα, τον λιγότερο ζημιογόνο μέσο εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, συγκριτικά με τα άλλα μέσα μεταφοράς. Εντούτοις, στο πλαίσιο των σύγχρονων πολιτικών σχετικά με τη μείωση της ρύπανσης της Ε.Ε., είναι απαραίτητη η ανάληψη δράσης για να μειωθεί η ρύπανση και στον συγκεκριμένο τομέα.(Το Ευρωπαϊκό περιβάλλον - Κατάσταση και προοπτικές το 2020: γνώση για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη Ευρώπη. Συνοπτική έκθεση)

Σήμερα, υπάρχουν πολλές έρευνες, οι οποίες επικεντρώνονται στη ρύπανση των θαλάσσιων μεταφορών, η οποία συζητείται έντονα στη βιβλιογραφία, στην ακαδημαϊκή κοινότητα και στους διεθνείς θεσμικούς κύκλους, εστιάζοντας τόσο στην εκτίμηση των επιπτώσεων όσο και στα μέτρα για την αποτελεσματική μείωση της ρύπανσης από αυτές.(Το Ευρωπαϊκό περιβάλλον - Κατάσταση και προοπτικές το 2020: γνώση για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη Ευρώπη. Συνοπτική έκθεση)

Για παράδειγμα, οι Bagoulla και Guillotreau (2020),αξιολογούν τις επιπτώσεις διαφόρων τύπων ατμοσφαιρικών ρύπων και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) που προκύπτουν από τις θαλάσσιες μεταφορές και διαπιστώνουν ότι οι SO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> είναι οι πιο ρυπογόνοι ατμοσφαιρικοί ρύποι, καθώς λαμβάνουν τους μεγαλύτερους πολλαπλασιαστές από όλες τις βιομηχανίες.

Οι Taghvaei *et al.* (2017) εξέτασαν τις σχέσεις μεταξύ των θαλάσσιων μεταφορών, της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της οικονομικής ανάπτυξης χρησιμοποιώντας ένα δυναμικό λογαριθμικό υπόδειγμα στο Ιράν. Οι συγγραφείς κατέληξαν σε θετική σχέση μεταξύ των θαλάσσιων μεταφορών, της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της οικονομικής ανάπτυξης.

Επιπλέον, ο Goleblowski(2016) αναφέρει ότι οι θαλάσσιες μεταφορές είναι η πιο ενεργειακά αποδοτική μορφή μεταφοράς. Ωστόσο, οι θαλάσσιες μεταφορές ενδέχεται να έχουν μεγαλύτερες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον τα επόμενα χρόνια (Serra *et. al.*, 2020), οπότε θα πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών ρύπων από τις θαλάσσιες μεταφορές, οι οποίες θα

λειτουργήσουν αποτελεσματικά συνδυαστικά με άλλες δράσεις, προκειμένου να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Αξίζει όμως να τονιστεί ότι παρά την ραγδαία ανάπτυξη της ναυτιλίας παγκοσμίως τα τελευταία 40 χρόνια τόσο σε επίπεδο μεταφερόμενης ποσότητας αλλά και αριθμού των νεότευκτων πλοίων ,οι εκπομπές ρύπων από την ναυτιλιακή βιομηχανία βρίσκονται σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο από τις εκπομπές των υπολοίπων κλάδων των μεταφορών.

Μέσω της ναυτιλίας εκπέμπεται μόλις το 2,5% των παγκοσμίων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ταυτόχρονα διακινείται το 90% των εμπορευμάτων παγκοσμίως. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω των πολύ μεγάλων ποσοτήτων που διακινούνται μέσω των πλοίων, του αυξανόμενου όγκου τους και των τεράστιων οικονομιών κλίμακας που αναπτύσσει μια ναυτιλιακή επιχείρηση σε σχέση με αντίστοιχες μεταφορικές επιχειρήσεις στην ξηρά ή αεροπορικές. Συνεπώς, η ναυτιλία αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό κλάδο των μεταφορών ως προς την σχέση μεταξύ μεταφορικού έργου και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.(Abadieet.al., 2017). Το κάτωθι διάγραμμα(1) καταδεικνύει τους εκπομπές CO<sub>2</sub> σε γραμμάρια ανά μετρικό τόνο φορτίο και ανά χιλιόμετρο από όλους τους κλάδους των μεταφορών.

**Διάγραμμα 1: Εκπομπές CO<sub>2</sub> (g) ανά κλάδο μεταφορών.**

Mode of Transport	CO <sub>2</sub> emissions
Aircraft	450–500 g
Truck	60–150 g
Train	30–100 g
Ship	10–40 g

Πηγή:World Shipping, 2021

Οι αυστηρότεροι κανόνες για τις εκπομπές ρύπων από τον IMO έχουν αναγκάσει τους πλοιοκτήτες, τους παραγωγούς και τους μεταφορείς να ακολουθήσουν τους νέους κανόνες για καθαρότερα και φιλικότερα προς το περιβάλλον καύσιμα.

## 2.2.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗ ΠΡΑΣΙΝΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

### *2.2.1.ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΙΜΟ*

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Green House Gases-GHG) από την ναυτιλιακή βιομηχανία συνδέονται στενά, με την κατανάλωση καυσίμου. Τα πλοία χρησιμοποιούν κατά συντριπτική πλειοψηφία, σε ποσοστό 95% το πετρέλαιο ως καύσιμο. Το είδος του πετρελαίου το οποίο χρησιμοποιούν όμως (bunkeroil) είναι πολύ χαμηλότερης ποιότητας από αυτό που χρησιμοποιείται στις οδικές μεταφορές. Ως εκ τούτου είναι πολύ φθηνότερο καθώς πρόκειται ουσιαστικά για ένα υποπροϊόν της διαδικασίας διύλισης..

Δεδομένου ότι μέχρι την δεκαετία του 1980 οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν λάμβαναν τη δέουσα σημασία, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization-IMO), άλλαξε τα δεδομένα, με την αρχική του δραστηριότητα να αφορά κυρίως στη θαλάσσια ασφάλεια. Ωστόσο, ως θεματοφύλακας της Διεθνούς Σύμβασης του 1954 για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο (Σύμβαση OILPOL), ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός, αμέσως μετά την έναρξη της λειτουργίας του το 1959, ανέλαβε την ευθύνη για θέματα ρύπανσης υιοθετώντας στη συνέχεια κι επί σειρά ετών, ένα ευρύ φάσμα μέτρων για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης που προκαλείται από τα πλοία και για τον μετριασμό των συνεπειών από τυχόν ζημιές οι οποίες μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα ναυτικών επιχειρήσεων και ατυχημάτων.

Τα μέτρα αυτά έχουν αποδειχθεί επιτυχημένα για τη μείωση της ρύπανσης από τα πλοία καταδεικνύοντας τη δέσμευση του Οργανισμού και της ναυτιλιακής βιομηχανίας στην προστασία του περιβάλλοντος. Από τις 51 συνθήκες για τη ρύθμιση της διεθνούς ναυτιλίας που έχει υιοθετήσει ο ΙΜΟ μέχρι σήμερα, οι 21 σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον.

Το έργο του Τμήματος Θαλάσσιου Περιβάλλοντος καθορίζεται κατά κύριο λόγο, από την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC), η οποία είναι το ανώτερο τεχνικό όργανο του ΙΜΟ για θέματα που σχετίζονται με τη θαλάσσια ρύπανση.

Το έργο της επικουρείται από συγκεκριμένες υποεπιτροπές του ΙΜΟ, ιδίως από την υποεπιτροπή για την πρόληψη και αντιμετώπιση της ρύπανσης (PPR). Το 1973, ο

IMO υιοθέτησε τη Διεθνή Σύμβαση για την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία, γνωστή πλέον παγκοσμίως ως MARPOL, η οποία τροποποιήθηκε με τα πρωτόκολλα του 1978 και του 1997, ενώ τροποποιείται έκτοτε, όποτε θεωρείται απαραίτητο.

Η σύμβαση MARPOL αφορά στη ρύπανση από τα πλοία από πετρέλαιο, από επιβλαβείς υγρές ουσίες που μεταφέρονται χύμα, από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται στη θάλασσα σε συσκευασμένη μορφή, από λύματα, σκουπίδια και την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία.

Η MARPOL έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στη σημαντική μείωση της ρύπανσης από τη διεθνή ναυτιλία και εφαρμόζεται στο 99% της παγκόσμιας εμπορικής χωρητικότητας.

Παράλληλα, στόχος του IMO αποτελεί η προώθηση του αποτελεσματικού ελέγχου όλων των πηγών θαλάσσιας ρύπανσης λαμβάνοντας ταυτόχρονα όλα τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία της θάλασσας από την απόρριψη αποβλήτων και άλλων υλικών.

#### *2.2.2. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ*

Το 1997 προστέθηκε ένα νέο παράρτημα στη Διεθνή Σύμβαση για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία (MARPOL). Οι κανονισμοί για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία (παράρτημα VI) επιδιώκουν την ελαχιστοποίηση των ατμοσφαιρικών εκπομπών από τα πλοία (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, ODS, καύση VOC στο πλοίο) και της συμβολής τους στην τοπική και παγκόσμια ατμοσφαιρική ρύπανση. Το παράρτημα VI τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005 και τον Οκτώβριο του 2008 εγκρίθηκε η αναθεώρηση του, θέτοντας σημαντικά αυστηρότερα όρια εκπομπών, με ισχύ την 1η Ιουλίου 2010.

Μέσω της MARPOL ANNEX VI το 1997, ο IMO (International Maritime Organization) εισήγαγε αυστηρότερες προϋποθέσεις στην χρήση διαφόρων τύπων καυσίμου με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και μάλιστα στις περιοχές ελεγχόμενων εκπομπών (Emissions Control Areas - ECA), οι κανονισμοί είναι ακόμα αυστηρότεροι.

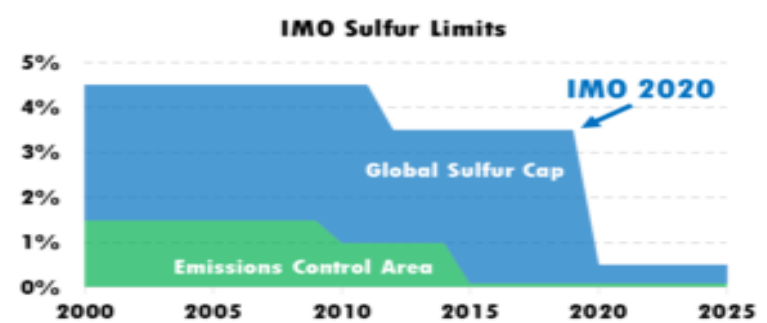
Ως περιοχές ελεγχόμενων εκπομπών αρχικά ορίστηκαν η Βαλτική, η Βόρεια Θάλασσα και η περιοχή της Μάγχης.

Αργότερα οι ακτές της Βορείου Αμερικής από την πλευρά του Ειρηνικού καθώς και του Ατλαντικού έως την Γαλλία, καθώς και η περιοχή του Κόλπου του Μεξικού που συνορεύει με τις ΗΠΑ.

Η Καραϊβική και περιοχές της Κίνας όπως το δέλτα του ποταμού Yangtze, το δέλτα του Pearl River καθώς και η περιοχή Bohai Bay εισήχθησαν στο ίδιο καθεστώς. Πιο συγκεκριμένα, σε σχετική έρευνα του IMO (2014) για τις εκπομπές ρυπογόνων αερίων, υπολογίστηκε ότι το 2,2% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα προέρχεται από τη παγκόσμια ναυτιλία, ενώ οι εκπομπές οξειδίων του θείου από τη ναυτιλία αντιστοιχούν στο 12% των παγκοσμίων εκπομπών ρύπων.

Συνεπώς, στόχος του IMO (Διάγραμμα 1), αποτελέσει η μείωση των εκπομπών θείου με χρήση καυσίμων περιεκτικότητας σε θείο στο 0,5% από τον Ιανουάριο του 2020 ενώ στις περιοχές με ελεγχόμενες εκπομπές (Emissions Control Areas -ECA) η μείωση φτάνει στο 0,1% ήδη από το 2015, με στόχο μια «καθαρότερη» ναυτιλία, όπως εγκρίθηκε από την Επιτροπή Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος (MEPC) το 2016. Οι εκπομπές θείου εξαρτώνται από την λειτουργία των μηχανών του πλοίου και φυσικά από τον τύπο καυσίμου το οποίο χρησιμοποιείται.

**Διάγραμμα 1: Μείωση εκπομπών θείου βάσει IMO**



Πηγή: IMO, 2020

Οι ναυτιλιακές εταιρίες θα πρέπει να συμμορφωθούν με τον νέο Κανονισμό και να προβούν σε αλλαγές, έχοντας τις κάτωθι επιλογές:

- Χρήση καυσίμου με περιεκτικότητα σε θείο μικρότερης ή ίσης του 0,50 % m/m.
- Χρήση Marine gas oil, καυσίμου από αποστάγματα αργού πετρελαίου με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο.
- Τοποθέτηση scrubber στα πλοία, δηλαδή εγκατάσταση συστήματος καθαρισμού καυσαερίου.



- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων όπως υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), μεθανόλης ή άλλων.

Οι στόχοι της στρατηγικής του ΙΜΟ σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση ,είναι οι κάτωθι:

α. μείωση της έντασης άνθρακα του πλοίου μέσω της εφαρμογής του δείκτη σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης (EEDI) για τα νέα πλοία, κι επανεξέταση των απαιτήσεων σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης των υπάρχοντων πλοίων με το ποσοστό βελτίωσης για κάθε στάδιο να καθορίζεται ξεχωριστά, για κάθε τύπο πλοίου

β. μείωση της έντασης άνθρακα της διεθνούς ναυτιλίας, ώστε να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ανά μεταφορικό έργο, κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030 και έως 70% μέχρι το 2050, σε σύγκριση με το 2008.

γ. μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της διεθνούς ναυτιλίας με παράλληλη μείωση των συνολικών ετήσιων εκπομπών κατά τουλάχιστον 50% έως το 2050 σε σύγκριση με το 2008, συνεχίζοντας παράλληλα τις προσπάθειες για τη σταδιακή κατάργησή τους, και στοχεύοντας ταυτόχρονα στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, σύμφωνα με την στόχους της συμφωνίας του Παρισιού για τη θερμοκρασία.

δ. συνέχιση και ενίσχυση της τεχνικής συνεργασίας και των δραστηριοτήτων ανάπτυξης ικανοτήτων, εξετάζοντας και αναλύοντας μέτρα για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης λιμένων και δραστηριοτήτων σε παγκόσμιο επίπεδο για τη διευκόλυνση της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία, συμπεριλαμβανομένης της παροχής ενέργειας από πλοία και ξηρά/παράκτια/επίγεια ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, υποδομές για την υποστήριξη της παροχής εναλλακτικών καυσίμων και μηδενικών εκπομπών άνθρακα, και για την περαιτέρω βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και των σχεδιασμού της, συμπεριλαμβανομένων των λιμένων.(European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions)

ε. Έναρξη δραστηριοτήτων έρευνας και ανάπτυξης που αφορούν εναλλακτικά καύσιμα χαμηλών και μηδενικών εκπομπών άνθρακα και καινοτόμες τεχνολογίες για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και τη δημιουργία μιας Ναυτιλιακής Έρευνας για το συντονισμό και την εποπτεία αυτών.

### 2.2.3. ΟΙ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΑΣΙΝΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

#### 2.2.3.1. Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΗΣ Ε.Ε.(EU GREEN DEAL) - ΕΝΑΣ ΟΔΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΕΣ

Η κλιματική αλλαγή και η περιβαλλοντική υποβάθμιση αποτελούν κάποιες από τις σοβαρότερες απειλές για την Ευρώπη και τον κόσμο. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, η Ε.Ε. θέσπισε το 2019, την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία με σκοπό να μετατρέψει την Ε.Ε. σε μια σύγχρονη, αποδοτική ως προς τους πόρους και ανταγωνιστική οικονομία, εξασφαλίζοντας: (Delivering the European Green Deal,2019)

- μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050
- οικονομική ανάπτυξη αποσυνδεδεμένη από τη χρήση πόρων

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε προτάσεις για τον καθορισμό των πολιτικών της αναφορικά με το κλίμα, την ενέργεια, τις μεταφορές και τη φορολογία κατάλληλες για τη μείωση των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, συνεπώς, παρουσιάζει έναν οδικό χάρτη για να καταστεί η οικονομία της ΕΕ βιώσιμη, μετατρέποντας τις κλιματικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις σε ευκαιρίες για όλους, παρεμβαίνοντας σε όλους τους τομείς της οικονομικής και κοινωνικής ζωής.

Αποσκοπεί στην ενίσχυση της αποδοτικής χρήσης των πόρων με τη μετάβαση σε μια καθαρή, κυκλική οικονομία και την αναχαίτιση της κλιματικής αλλαγής, την ανάσχεση της απώλειας της βιοποικιλότητας και τη μείωση της ρύπανσης.

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία καλύπτει όλους τους τομείς της οικονομίας, ιδίως τις μεταφορές, την ενέργεια, τη γεωργία, τα κτίρια και βιομηχανίες όπως ο χάλυβας, το τσιμέντο, οι ΤΠΕ, η κλωστοϋφαντουργία και τα χημικά.(European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions)

Επίσης παρέχει ένα σχέδιο δράσης, να ενισχυθεί η αποδοτική χρήση των πόρων μεταβαίνοντας σε μια καθαρή, κυκλική οικονομία αποκαθιστώντας ταυτόχρονα την βιοποικιλότητα και τη μείωση της ρύπανσης. Η δέσμη μέτρων για την κυκλική οικονομία εγκρίθηκε προκειμένου να ενισχυθεί η παγκόσμια ανταγωνιστικότητα, να προωθηθεί η βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας. Αποτελείται από δύο σχέδια δράσης της Ε.Ε. για την κυκλική οικονομία

(2015 και 2020), με μέτρα που καλύπτουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής των προϊόντων: από την παραγωγή και την κατανάλωση έως τη διαχείριση των αποβλήτων και την αγορά δευτερογενών πρώτων υλών. (Delivering the European Green Deal,2019)

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (EU Green Deal) έθεσε τις βάσεις για αυτή την αλλαγή, με τα 27 κράτη μέλη της Ε.Ε. να έχουν δεσμευτεί για μετατροπή της Ε.Ε. στην πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το 2050. Για να το πετύχουν αυτό, δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. (Delivering the European Green Deal,2019)

Η εν λόγω προσπάθεια θα δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για καινοτομία και επενδύσεις, ενώ παράλληλα, θα επιτύχει:

- μείωση των εκπομπών
- δημιουργία θέσεων εργασίας και ανάπτυξη
- αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας
- μείωση της εξωτερικής ενεργειακής εξάρτησης
- βελτίωση της υγείας και της ευημερίας των Ευρωπαίων πολιτών

Ταυτόχρονα, θα ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα των ευρωπαϊκών επιχειρήσεων, με ταυτόχρονη συμβολή του ναυτιλιακού τομέα στην προσπάθεια απαλλαγής της οικονομίας από τις ανθρακούχες εκπομπές. Η Επιτροπή μέσω αυτής της προσπάθειας, θέτει επίσης στόχους για τα μεγάλα λιμάνια ώστε να εξυπηρετούν τα πλοία με χερσαία ενέργεια, μειώνοντας τη χρήση ρυπογόνων καυσίμων που επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα.(European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions)

Η κατανάλωση καυσίμου τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί κατακόρυφα λόγω της παγκοσμιοποίησης του εμπορίου και της άρσης εμπορικών κανόνων που ίσχυαν παλιότερα για να προστατεύονται οι εγχώριες βιομηχανίες κάθε χώρας.

Η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η κτηνοτροφία επηρεάζουν ολοένα και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης, δεδομένου ότι απελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου, επιδεινώνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη. (Delivering the European Green Deal,2019)

Συγκεκριμένα, η περίοδος 2011-2020 ήταν η θερμότερη δεκαετία που έχει καταγραφεί ποτέ, αύξηση η οποία σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή συνδέεται με σοβαρές δυσμενείς επιπτώσεις για το φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Το κύριο αίτιο της κλιματικής αλλαγής είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο παγιδεύει τη θερμότητα του ήλιου και εμποδίζει τη διάχυσή της στο διάστημα, προκαλώντας την υπερθέρμανση του πλανήτη. Πολλά από αυτά τα αέρια του θερμοκηπίου υπάρχουν στη φύση, αλλά η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων ορισμένων από αυτά στην ατμόσφαιρα, και συγκεκριμένα το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και τα φθοριούχα αέρια. (Delivering the European Green Deal, 2019)

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), που παράγεται από ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ο κυριότερος παράγοντας που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Το 2020 η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα ήταν κατά 48% πιο υψηλή από το προβιομηχανικό της επίπεδο (πριν από το 1750).

Άλλα αέρια του θερμοκηπίου εκπέμπονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα σε μικρότερες ποσότητες. Το μεθάνιο είναι πιο ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου από το CO<sub>2</sub>, αλλά έχει μικρότερο χρόνο ζωής στην ατμόσφαιρα. Το υποξείδιο του αζώτου, όπως και το CO<sub>2</sub>, είναι ένα αέριο του θερμοκηπίου με μεγαλύτερο χρόνο ζωής που συγκεντρώνεται στην ατμόσφαιρα για δεκαετίες ή και για αιώνες. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που δεν συγκαταλέγονται στα αέρια του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων των αερολυμάτων όπως η αιθάλη, έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στη μείωση και την αύξηση της θερμοκρασίας και συνδέονται επίσης με άλλα ζητήματα, όπως η κακή ποιότητα του αέρα. (Delivering the European Green Deal, 2019)

Βασικά αίτια αύξησης των εκπομπών αποτελούν η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου που παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και υποξείδιο του αζώτου.

Δεδομένου ότι κάθε τόνος CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται συντελεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη, η μείωση των εκπομπών οποιασδήποτε προέλευσης συμβάλλει στην επιβράδυνση του φαινομένου. Προκειμένου να αναχαιτιστεί πλήρως η υπερθέρμανση του πλανήτη, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> πρέπει να φτάσουν σε μηδενικό επίπεδο παγκοσμίως. Επιπλέον, η μείωση των εκπομπών άλλων αερίων του θερμοκηπίου, όπως το μεθάνιο, μπορεί επίσης να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην επιβράδυνση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, ιδίως βραχυπρόθεσμα. (Delivering the European Green Deal, 2019)

Σε αυτά τα πλαίσια, τόσο η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής όσο και η προσαρμογή σε έναν πλανήτη όπου η θερμοκρασία συνεχώς αυξάνεται αποτελούν κορυφαίες προτεραιότητες για την Ε.Ε.

Η Ε.Ε. καταπολεμά την κλιματική αλλαγή μέσω φιλόδοξων πολιτικών στο εσωτερικό της και στενής συνεργασίας με διεθνείς εταίρους.

Το Ευρωπαϊκό Σύμφωνο για το Κλίμα είναι μια πρωτοβουλία σε επίπεδο Ε.Ε. που καλεί τους πολίτες, τις κοινότητες και τις οργανώσεις να συμμετάσχουν στη δράση για το κλίμα και να οικοδομήσουν μια πιο πράσινη Ευρώπη. (Delivering the European Green Deal,2019)

Η Ε.Ε. αναλαμβάνει δράση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, μέσω θέσπισης μιας δέσμης μέτρων, που θέτει τρεις βασικούς στόχους:

- 20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (από τα επίπεδα του 1990)
- 20% της ενέργειας της ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- 20% βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

Τα κράτη μέλη της ΕΕ έχουν επίσης καθορίσει εθνικούς στόχους για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στην ενεργειακή τους κατανάλωση έως το 2020 βάσει της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στόχοι οι οποίοι ποικίλλουν επίσης, ώστε να αντικατοπτρίζουν τα διαφορετικά σημεία εκκίνησης των χωρών όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την ικανότητά τους να την αυξήσουν - από 10% στη Μάλτα έως 49% στη Σουηδία.(European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions)

Επίσης, η Ε.Ε. στηρίζει την ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, για παράδειγμα μέσω του προγράμματος που προωθεί τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την χρηματοδότηση του προγράμματος "Ορίζοντας 2020" για την έρευνα και την καινοτομία.

Ακόμη, έχει λάβει μέτρα για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, τα οποία καθορίζονται βάσει συγκεκριμένης Οδηγίας.

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Επιτροπή πρότεινε στις 4 Μαρτίου 2020 τον πρώτο ευρωπαϊκό νόμο για το κλίμα που θα κατοχυρώσει νομοθετικά τον στόχο της κλιματικής ουδετερότητας για το 2050.

Η μετάβαση σε μια κλιματικά ουδέτερη κοινωνία αποτελεί σημαντική πρόκληση αλλά και ευκαιρία για όλα τα τμήματα της κοινωνίας και της οικονομίας που έχουν σημαντικό ρόλο - από τον τομέα της ενέργειας έως τη βιομηχανία, την κινητικότητα,

τα κτίρια, τη γεωργία και τη δασοκομία. (European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions)

Το όραμα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την κλιματική αλλαγή, συνάδει με τον στόχο της Συμφωνίας του Παρισιού για τη συγκράτηση της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας σε επίπεδα πολύ κάτω των 2°C και τη συνέχιση των προσπαθειών για τη συγκράτησή της στον 1,5°C.

Σε αυτό το πλαίσιο, όλα τα μέρη της συμφωνίας του Παρισιού κλήθηκαν να κοινοποιήσουν, έως το 2020, τις μακροπρόθεσμες στρατηγικές τους σχετικά με χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στα μέσα του αιώνα.

Παράλληλα, τα κράτη μέλη της Ε.Ε. οφείλουν να αναπτύξουν εθνικές μακροπρόθεσμες στρατηγικές σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο σκοπεύουν να επιτύχουν τις μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που απαιτούνται για την εκπλήρωση των δεσμεύσεών τους βάσει της συμφωνίας του Παρισιού και των στόχων της Ε.Ε. (European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions) Σε αυτή τη κατεύθυνση, έχει ήδη αρχίσει να εκσυγχρονίζεται και να μετασχηματίζεται η οικονομία αποσκοπώντας στην κλιματική ουδετερότητα. Μεταξύ του 1990 και του 2018 μειώθηκαν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 23%, ενώ η οικονομία σημείωσε ανάπτυξη κατά 61%. Ωστόσο, με τις τρέχουσες πολιτικές, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα μειωθούν μόνο κατά 60% έως το 2050.

Η ναυτιλία είναι ήδη, μακράν, η πιο αποδοτική μορφή εμπορικών μεταφορών όσον αφορά τις εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά τόνο φορτίου που διακινείται ένα χιλιόμετρο. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις, η ναυτιλιακή βιομηχανία μείωσε τις συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> μεταξύ 2008 και 2015 κατά περίπου 8%, παρά τη σημαντική αύξηση του θαλάσσιου εμπορίου κατά την ίδια περίοδο. Αυτό δείχνει ότι ο τομέας έχει ήδη βελτιώσει την αποδοτικότητά του ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 30% κατά την τελευταία δεκαετία. (Delivering the European Green Deal, 2019)

#### 2.2.3.2. FIT FOR 55 ΓΙΑ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Τον Ιούλιο του 2021, η Επιτροπή της Ε.Ε. δημοσίευσε μια εκτεταμένη δέσμη νομοθετικών προτάσεων με τίτλο "Fit For 55" στο πλαίσιο της ευρύτερης ευρωπαϊκής πράσινης συμφωνίας, η οποία αποσκοπεί στο να καταστήσει την ΕΕ ουδέτερη ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050. Η δέσμη "Fit For 55" περιλαμβάνει 12 σημεία που, σε συνδυασμό, αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών αερίων του

θερμοκηπίου (GHG) της ΕΕ κατά 55% έως το 2030 (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990).('Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality).

Αντίθετα, η προηγούμενη νομοθεσία απαιτούσε από την Ε.Ε. να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 40% έως το 2030. Η δέσμη μέτρων συζητείται επί του παρόντος από τους υπουργούς της Ε.Ε. και θα αξιολογηθεί πρώτα από το Κοινοβούλιο της Ε.Ε. και στη συνέχεια από τα κράτη μέλη.

Ο φιλόδοξος στόχος του 55% οδηγεί σε ευρείες και σχετικά γρήγορες αλλαγές στους κανονισμούς. ('Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality).

Από τα 12 σημεία του Fit For 55, πέντε είναι σχετικά με τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Κατά σειρά σπουδαιότητας, αυτά είναι τα εξής:('Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality).

1. Αναθεώρηση του Συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της Ε.Ε. (Revised EU Emissions Trading System (EU ETS)—ΣΕΔΕ)
2. Τον Νέο Κανονισμό για τα Ναυτιλιακά Καύσιμα (Fuel EU Maritime regulation)
3. Αναθεώρηση της Οδηγίας για τη φορολόγηση της Ενέργειας - Revision to the energy taxation directive (ETD)-ΟΦΕ
4. Αναθεώρηση του Κανονισμού Υποδομών Εναλλακτικών Καυσίμων- Revision to the alternative fuels infrastructure regulation (AFIR)
5. Αναθεώρηση της Οδηγίας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας-Revision to the renewable energy directive (RED II)

2.2.3.3. ΤΟ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ της Ε.Ε.(ΣΕΔΕ) :THE REVISED EU EMISSIONS TRADING SYSTEM (EU ETS): Τα βασικά στοιχεία

Το σύστημα εμπορίας καυσίμων ισχύει αρχικά από το 2005, αλλά η αναθεωρημένη έκδοση του, προτείνει να συμπεριληφθούν και οι εκπομπές από τη ναυτιλία.

Το νέο σύστημα, το οποίο πρόκειται να τεθεί σε ισχύ το 2023, θα απαιτεί από όλα τα πλοία που πλέουν από και προς ευρωπαϊκούς λιμένες να πληρώνουν για κάθε τόνο διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπουν. Το ΣΕΔΕ είναι ένα μέτρο ανεξάρτησης από τον άνθρακα που βασίζεται στην αγορά και λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει", πράγμα που σημαίνει ότι το κόστος θα καθορίζεται τελικά από την τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην αγορά.(EU Emissions Trading System-EU ETS).

Το αναθεωρημένο σύστημα εμπορίας εκπομπών της Ε.Ε. θα επηρεάσει τόσο τα ταξίδια εντός της Ε.Ε. όσο και τα ταξίδια εκτός Ε.Ε. Ένα πλοίο που ταξιδεύει αυστηρά εντός της Ε.Ε. θα πληρώνει για το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπει, ενώ ένα πλοίο που διέρχεται εντός ή εκτός της Ε.Ε. θα πληρώνει για το 50% του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπει (ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλο μέρος του ταξιδιού βρίσκεται εντός ή εκτός της Ε.Ε.). Περιλαμβάνονται όλες οι εκπομπές από την παραμονή σε λιμένες της Ε.Ε., αλλά τα πλοία κάτω των 5.000 GT θα εξαιρεθούν από το σύστημα.(EU Emissions Trading System-EU ETS)

Ταυτόχρονα, η Ε.Ε. είναι έτοιμη να προσαρμόσει το πεδίο εφαρμογής του ΣΕΔΕ ώστε να ευθυγραμμιστεί με τα παγκόσμια μέτρα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΙΜΟ). Το αναθεωρημένο σύστημα εμπορίας εκπομπών της Ε.Ε. μπορεί είτε να επεκταθεί ώστε να καλύπτει το 100% των ταξιδιών από και προς τους λιμένες της ΕΕ, εάν τα μέτρα του ΙΜΟ θεωρηθούν ανεπαρκή για την επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού, είτε να μειωθεί ώστε να αποφευχθεί διπλή επιβάρυνση.(EU Emissions Trading System-EU ETS).

Η αρχή "ο ρυπαίνων πληρώνει" θα σημαίνει ότι για κάθε πλοίο, η οντότητα που θα είναι υπεύθυνη για την παρουσίαση των δικαιωμάτων του ΣΕΔΕ θα είναι η ναυτιλιακή εταιρία, ο πλοιοκτήτης ή όποιος εκμεταλλεύεται το πλοίο. Ωστόσο, η ναυτιλιακή εταιρία δεν θα είναι πάντα υπεύθυνη για την αγορά καυσίμων ή τη λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων σχετικά με το μεταφερόμενο φορτίο, την ταχύτητα ή τη διαδρομή του πλοίου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, έχει προταθεί να συμπεριληφθεί στις συμφωνίες μια δεσμευτική ρήτρα, ώστε το κόστος των εκπομπών να μετακυλιέται στους ναυλωτές.( EU Emissions Trading System-EU ETS).



Η νέα αυτή προσέγγιση θα εφαρμοστεί σταδιακά, ώστε οι ενδιαφερόμενοι στον κλάδο να μπορέσουν να προσαρμοστούν σε αυτήν με την πάροδο του χρόνου. Οι αλλαγές θα ξεκινήσουν ήδη από το 2023 και το σύστημα θα έχει τεθεί πλήρως σε εφαρμογή έως το 2025, σύμφωνα με τις τελευταίες συζητήσεις. Πριν φτάσει το 2025, οι ναυτιλιακές εταιρίες θα πρέπει να καταγράφουν σωστά τις εκπομπές τους ξεκινώντας από το 2023, ώστε να εξοικειωθούν με το σύστημα, αλλά θα υποχρεούνται να παραδίδουν μόνο ένα ποσοστό αυτών, και το ποσοστό αυτό θα αυξάνεται κάθε χρόνο.( EU Emissions Trading System-EU ETS).

2.2.3.4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ- FUEL EU MARITIME  
-Η πρωτοβουλία «Fuel EU Maritime» προτείνει ένα κοινό κανονιστικό πλαίσιο της Ε.Ε. για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων καυσίμων και των καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών στις διεθνείς θαλάσσιες μεταφορές.. Τα ζητήματα που αφορούν πιθανά εμπόδια στην ενιαία αγορά, τη στρέβλωση του ανταγωνισμού μεταξύ των διαχειριστών και την εκτροπή των εμπορικών οδών έχουν ιδιαίτερη σημασία στις απαιτήσεις σχετικά με τα καύσιμα, δεδομένου ότι το κόστος τους αντιπροσωπεύει σημαντικό μερίδιο του κόστους των διαχειριστών πλοίων. Το ποσοστό του κόστους των καυσίμων στις λειτουργικές δαπάνες των πλοίων μπορεί να κυμαίνεται από περίπου 35% του ναύλου ενός μικρού δεξαμενόπλοιου έως περίπου 53% για τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων / φορτίων χύδην. Ως εκ τούτου, οι διακυμάνσεις των τιμών των ναυτιλιακών καυσίμων ενδέχεται να επηρεάσουν σημαντικά τις οικονομικές επιδόσεις των διαχειριστών πλοίων. [COM(2021) 562 final]

Το σενάριο για την αξιολόγηση του συνδυασμού τιμολόγησης του άνθρακα και κανονιστικών μέτρων προβλέπει μερίδιο 7,5 % για το 2030 και 86 % έως το 2050. Ταυτόχρονα, η διαφορά τιμής μεταξύ των συμβατικών ναυτιλιακών καυσίμων ορυκτής προέλευσης και των ανανεώσιμων καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών παραμένει υψηλή. Για να διατηρηθεί η ανταγωνιστικότητα, με παράλληλη καθοδήγηση του τομέα προς τη μετάβαση των καυσίμων η οποία επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί, απαιτούνται σαφείς και ενιαίες υποχρεώσεις όσον αφορά τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών από τα πλοία. Η αυξημένη προβλεψιμότητα του κανονιστικού πλαισίου αναμένεται να τονώσει την τεχνολογική ανάπτυξη και την παραγωγή καυσίμων και να βοηθήσει τον τομέα στην επίλυση του προβλήματος του τι πρέπει να προηγηθεί μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων χαμηλών ανθρακούχων εκπομπών.

Απαιτούνται σαφείς και ενιαίες υποχρεώσεις όσον αφορά στη χρήση ενέργειας από τα πλοία για τον μετριασμό του κινδύνου διαρροής άνθρακα, στην οποία οι θαλάσσιες μεταφορές είναι επιρρεπείς λόγω του διεθνούς χαρακτήρα τους και της δυνατότητας εφοδιασμού με καύσιμα εκτός της Ε.Ε. Λόγω της διασυνοριακής και παγκόσμιας διάστασης των θαλάσσιων μεταφορών, προτιμάται ένας κοινός κανονισμός για την ναυτιλία έναντι ενός νομικού πλαισίου που απαιτεί από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. να μετατρέψουν τη νομοθεσία της ΕΕ σε εθνικό δίκαιο. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε συνδυαστικά εθνικά μέτρα με διαφορετικές απαιτήσεις και στόχους.

Στην ανακοίνωση σχετικά με το σχέδιο κλιματικών στόχων για το 2030 αναφέρεται 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.»*[COM(2021) 562 final]

Η πρωτοβουλία «Fuel EU Maritime» αποτελεί μέρος της δέσμης μέτρων που έχει σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση των εκπομπών από τις θαλάσσιες μεταφορές με παράλληλη διατήρηση των ισότιμων όρων ανταγωνισμού. Συνάδει πλήρως με άλλα μέτρα που παρουσιάζονται στο πλαίσιο της δέσμης προσαρμογής στον στόχο 55 % (στο εξής: δέσμη «Fit for 55») και βασίζεται σε υφιστάμενα εργαλεία πολιτικής, όπως ο Κανονισμός (ΕΕ) 2015/757 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ο οποίος θεσπίζει σύστημα της ΕΕ για την παρακολούθηση, την υποβολή εκθέσεων και την επαλήθευση (ΠΥΕ) των εκπομπών CO<sub>2</sub> και άλλων σχετικών πληροφοριών από μεγάλα πλοία που χρησιμοποιούν λιμένες της ΕΕ. Αυτή η πρωτοβουλία θα πρέπει να διασφαλίσει οικονομικά αποδοτικές μειώσεις των εκπομπών στον ναυτιλιακό τομέα και το κόστος των θαλασσιών μεταφορών να αντικατοπτρίζει τον αντίκτυπο που έχουν στο περιβάλλον, στην υγεία και στην ενεργειακή ασφάλεια.

Η πρωτοβουλία FuelEU Maritime είναι μια νέα πρόταση κανονισμού που πρόκειται να τεθεί σε ισχύ το 2025. Θα απαιτήσει όλα τα πλοία 5.000 GT και άνω να αρχίσουν να μειώνουν την ένταση των αερίων του θερμοκηπίου της ενέργειας που

χρησιμοποιούν επί του πλοίου. Ταυτόχρονα, όλα τα πλοία πρέπει να αρχίσουν να αυξάνουν τη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων και καυσίμων με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.[COM(2021) 562 final]

Πρακτικά, τα πλοία θα πρέπει να γίνονται καθαρότερα κατά ένα αυξανόμενο ποσοστό με κάθε χρόνο που περνάει. Το 2025, τα πλοία πρέπει να μειώσουν την ετήσια μέση ένταση των αερίων του θερμοκηπίου της ενέργειας που χρησιμοποιούν επί του πλοίου κατά 2%. Το 2030, το ποσό αυτό πρέπει να αυξηθεί στο 6%. Το συνολικό ποσό θα αυξάνεται σε πενταετή βήματα μέχρι το 2050, οπότε η ένταση άνθρακα όλων των πλοίων θα πρέπει να είναι 75% του έτους βάσης 2020. Επιπλέον, από το 2030, τα πλοία που παραμένουν σε λιμένες της Ε.Ε. θα πρέπει να συνδέονται με την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά.

Οι ναυτιλιακές εταιρίες είναι υπεύθυνες για τη συμμόρφωση με τον κανονισμό Fuel EU Maritime. Έχοντας ολοένα αυστηρότερες απαιτήσεις, αυτό είναι πιθανό να κρατήσει τις ναυτιλιακές εταιρίες σε εγρήγορση αναζητώντας συνεχώς τις καλύτερες δυνατές λύσεις. Η υιοθέτηση προηγμένης τεχνολογίας, όπως η αιολική πρόωση, θα μπορούσε να είναι μια επιλογή για τις ναυτιλιακές εταιρίες ώστε να μειώσουν τη συνολική ένταση των αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, αναμένεται ότι μεταξύ 2030 και 2050 η ναυτιλία θα πρέπει να υιοθετήσει εναλλακτικά καύσιμα και πηγές ενέργειας.[COM(2021) 562 final].

#### 2.2.3.5. ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΦΟΡΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΟΦΕ)- A REVISION TO THE ENERGY TAXATION DIRECTIVE (ETD)

Η ισχύουσα οδηγία για τη φορολόγηση της ενέργειας (ΟΦΕ) ισχύει αρχικά από το 2003 αλλά σήμερα, θεωρείται ξεπερασμένη καθώς δεν συνδέεται με τους κλιματικούς στόχους της Ε.Ε. Στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων "Fit For 55", προτάθηκε η αναθεώρηση της οδηγίας ΟΦΕ που περιλαμβάνει τα καύσιμα της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Μέχρι σήμερα, τα ναυτιλιακά καύσιμα απολάμβαναν αφορολόγητο καθεστώς εντός της Ε.Ε., αλλά από τον Ιανουάριο του 2023, όλα τα καύσιμα που πωλούνται στην Ε.Ε. και χρησιμοποιούνται σε ταξίδια εντός της Ε.Ε. θα φορολογούνται.(Revision of the Energy Taxation Directive)

Η αναθεωρημένη οδηγία για τη φορολόγηση της ενέργειας έχει ως στόχο να ευθυγραμμίσει τη φορολόγηση των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας με τους στόχους της Ε.Ε για την ενέργεια, το περιβάλλον και το κλίμα. Ένας τρόπος για την καλύτερη ευθυγράμμιση με τους κλιματικούς στόχους είναι να

περιληφθούν και τα ναυτιλιακά καύσιμα. Μια άλλη αναθεώρηση συνίσταται στην προϋπόθεση που διασφαλίζει ότι τα καύσιμα που ρυπαίνουν περισσότερο φορολογούνται με τον υψηλότερο φόρο.

Η οδηγία ορίζει έναν ελάχιστο φορολογικό συντελεστή για διάφορες κατηγορίες καυσίμων, ο οποίος είναι υψηλότερος για τα ορυκτά καύσιμα (10,75 €/GJ), ενώ ο χαμηλότερος ελάχιστος συντελεστής (0,15 €/GJ) ισχύει για την ηλεκτρική ενέργεια, τα προηγμένα βιώσιμα βιοκαύσιμα, το βιοαέριο και τα ανανεώσιμα καύσιμα. Τα βιώσιμα και εναλλακτικά καύσιμα στον τομέα της ναυτιλίας θα έχουν μηδενικό ελάχιστο φορολογικό συντελεστή κατά τη διάρκεια μιας 10ετούς μεταβατικής περιόδου.(Revision of the Energy Taxation Directive).

#### 2.2.3.6. ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (AFID)- A REVISION TO THE ALTERNATIVE FUELS INFRASTRUCTURE REGULATION (AFIR)

Η οδηγία για τις υποδομές εναλλακτικών καυσίμων (AFIR) είναι ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί για να αυξήσει τη διαθεσιμότητα τόσο εναλλακτικών καυσίμων εντός της ΕΕ όσο και πιο φιλικών προς το κλίμα ηλεκτρικών παροχών ενέργειας στους λιμένες.(COM/2021/103 final)

Η εν λόγω Οδηγία ισχύει τεχνικά από το 2014 και έχει σχεδιαστεί για να προωθήσει ένα επαρκές δίκτυο υποδομών για την επαναφόρτιση και τον ανεφοδιασμό των πλοίων στον προβλήτα με εναλλακτικά καύσιμα, να παρέχει εναλλακτικές λύσεις για τις μηχανές που σήμερα λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα και να το κάνει με τρόπο φιλικό και αισθητικό προς τον χρήστη. Η πρόταση της δέσμης μέτρων Fit For 55 μετατρέπει την οδηγία αυτή σε κανονισμό, γεγονός που την καθιστά δεσμευτική.

Σήμερα υπάρχει η κατάσταση "κότα και αβγό" με τα πράσινα καύσιμα, καθώς λίγοι θέλουν να είναι οι πρώτοι που θα κάνουν την αρχή. Οι περιορισμένες υποδομές αποτελούν εμπόδιο για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων και πρέπει να αναβαθμιστούν επαρκώς προκειμένου να μετατραπούν σε πράσινες υποδομές . Η εν λόγω Οδηγία θα φέρει νομική ασφάλεια σε αυτή τη δυσκολία και θα αυξήσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών.(COM/2021/103 final)

Οι προτάσεις αναθεώρησης της εν λόγω Οδηγίας που σχετίζονται με τη ναυτιλία απαιτούν από τα κράτη μέλη της Ε.Ε. να αυξήσουν τη διαθεσιμότητα υδροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) και υδρογόνου, καθώς και την παροχή χερσαίας ενέργειας για τα πλοία στους λιμένες. Έτσι, οι απαιτήσεις αυτές αν και δεν αφορούν

άμεσα τις ναυτιλιακές εταιρίες, διασφαλίζουν ότι θα υπάρξουν οι κατάλληλες υποδομές που θα υποστηρίξουν την μετάβαση σε εναλλακτικά καύσιμα και την παροχή ενέργειας από ξηράς κατά τη διάρκεια της παραμονής των πλοίων στα λιμάνια, σύμφωνα και με τον Κανονισμό Fuel EU Maritime.(COM/2021/103 final)

#### 2.2.3.7. ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ της ΟΔΗΓΙΑΣ ΓΙΑ τις ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: A REVISION TO THE RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE (RED II)

Η αρχική οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RED I) τέθηκε σε ισχύ το 2009, η οποία στη συνέχεια επικαιροποιήθηκε με την RED II το 2018. Η RED II έχει σχεδιαστεί για να αυξήσει τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, να προωθήσει την καλύτερη ενσωμάτωση των ενεργειακών συστημάτων και να συμβάλει στην επίτευξη κλιματικών και περιβαλλοντικών στόχων που σχετίζονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη και την απώλεια βιοποικιλότητας. Η δέσμη μέτρων Fit For 55 περιλαμβάνει μια αναθεώρηση της εν λόγω οδηγίας που ευθυγραμμίζεται με τις σημαντικά αυξημένες κλιματικές φιλοδοξίες της ΕΕ.(Commission presents Renewable Energy Directive revision, News)

Προκειμένου η Ε.Ε. να επιτύχει τους στόχους της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, πρέπει να εφαρμόσει σημαντικά υψηλότερα μερίδια ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού συστήματος. Η RED II προτείνει έναν στόχο 40% σε ολόκληρη την Ε.Ε. για το μερίδιο της ενέργειας που πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές έως το 2030, σε αντικατάσταση του προηγούμενου στόχου του 32% (η παλαιά έκδοση της RED II όριζε επίσης έναν στόχο 14% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στον τομέα των μεταφορών).

Αυτή η νέα αναθεώρηση εφαρμόζει στόχο μείωσης της έντασης των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 13% έως το 2030 στον τομέα των μεταφορών, καθώς και επιμέρους στόχους για τα προηγμένα βιοκαύσιμα και τα ανανεώσιμα καύσιμα μη βιολογικής προέλευσης (RFNBO).(Commission presents Renewable Energy Directive revision, News).

Η RED II θέτει τους στόχους που επιδιώκουν να εκπληρώσουν τα πιο συγκεκριμένα μέτρα, όπως η φορολογία, το ΣΕΔΕ της Ε.Ε. και οι περιορισμοί της έντασης των αερίων του θερμοκηπίου στα καύσιμα.

Το 2020, το 22,1% της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ε.Ε. προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές, όπως και το 10,2% της ενέργειας που καταναλώνεται στις μεταφορές.

## 2.3.ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

### Αέριοι ρύποι και εκπομπές στη ναυτιλία

Ο κλάδος της ναυτιλίας μεταφέρει πάνω από το 85% του παγκόσμιου εμπορίου, με έναν στόλο που αριθμεί πάνω από 85.000 ποντοπόρα πλοία (>1.000 κ.ο.χ.) και παράλληλα συνεισφέρει περίπου στο 2,89% των αέριων ρύπων (IBIA,2018) όντας η “ατμομηχανή” της παγκόσμιας οικονομίας.

Για δεκαετίες το κύριο καύσιμο για την πρόωση των πλοίων παγκοσμίως, ήταν το βαρύ πετρέλαιο ή αλλιώς μαζούτ (Heavy Fuel Oil – HFO). Το HFO, αποτελεί μια πολύ καλή θερμιδικά πηγή, η οποία μπορεί να προσφέρει μεγάλα ποσά ενέργειας ώστε να κινηθούν τα πλοία. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα παχύρευστο υγρό, το οποίο είναι το πιο χαμηλό κλάσμα της διύλισης του αργού πετρελαίου πριν από την στερεά του μορφή, την πίσσα. Γι’ αυτό το λόγο, έχει πολλές προσμείξεις και ακαθαρσίες, ενώ παράλληλα είναι πλούσιο σε θειώδη και αζωτούχα μόρια. Τα τελευταία με την σειρά τους, όταν περνούν στην διαδικασία της καύσης σε μία εμβολοφόρα ναυτική Μ.Ε.Κ., εκλύουν μεγάλα ποσά αέριων ρύπων, επιβλαβών τόσο για την υγεία όσο και για το περιβάλλον.

#### *2.3.1.ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SOX)*

Η δημιουργία οξειδίων του θείου οφείλεται στην ένωση ατόμων θείου (S) και οξυγόνου (O), έχοντας ως κύρια μορφή το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>). Το πρόβλημα της εκπομπής μεγάλων και επιβλαβών εκπομπών οφείλεται κυρίως στο γεγονός πως στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο (HFO), υπάρχουν προσμείξεις ατόμων θείου σε σχετικά μεγάλες ποσότητες.

Σύμφωνα με τον IMO (3rd IMO GHG Study 2014), η διεθνής ναυτιλία συνεισφερε στις εκπομπές SO<sub>x</sub> κατά 10,6 εκ. τόνους ή αλλιώς στο 12% των ανθρωπογενών εκπομπών οξειδίων του θείου. Έτσι, σύμφωνα με τη την 70η συνεδρίαση της Ειδικής Επιτροπής για την Προστασία του Περιβάλλοντος (MEPC70),αποφασίστηκε η μείωση των εκπομπών θειωδών αερίων (SO<sub>x</sub>) από το 3.5% m/m στο 0.5% m/m, από την 1/1/2020 και στις ECA’s από το 2015.

#### *2.3.2.ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NOX).*

Η δημιουργία οξειδίων του αζώτου οφείλεται στην ένωση ατόμων αζώτου (N) και οξυγόνου (O), με τις πιο συνηθισμένες ενώσεις να είναι αυτές του μονοξειδίου του αζώτου (NO) και του διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>).

Η δημιουργία και εκπομπή τους οφείλεται κυρίως στην αντίδραση των παραπάνω στοιχείων υπό υψηλή πίεση και θερμοκρασία (21% Οξυγόνο – 78% Άζωτο). Όπως και οι ρύποι τύπου SO<sub>x</sub>, έτσι και οι ρύποι τύπου NO<sub>x</sub> επιβαρύνουν την ανθρώπινη υγεία, όταν υπάρχει παρατεταμένη έκθεση σε αυτούς. Πιο συγκεκριμένα, έκθεση σε ποσά της τάξης 0,06-0,1 ppm (particles per million) NO<sub>2</sub> για δύο χρόνια, μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα. (Gilbertet. al.,2018) Σύμφωνα με τον IMO (3rd IMO GHG Study 2014), η διεθνής ναυτιλία συνεισφέρει στις εκπομπές NO<sub>x</sub> κατά 18,6 εκ. τόνους ή αλλιώς στο 13% των ανθρωπογενών εκπομπών οξειδίων του αζώτου. Προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου, ο IMO με το έγγραφο του, “NO<sub>x</sub> Technical Code 2008”, και πιο συγκεκριμένα στο εδάφιο III (TIER III), υπό το Παράρτημα VI (MARPOL Annex VI) θέτει όρια στα εκλύόμενα ποσά NO<sub>x</sub> ανάλογα με τις στροφές στις οποίες λειτουργεί ο κινητήρας του πλοίου. (Gilbertet. al.,2018)

### 2.3.3. ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ (PARTICULATE MATTERS – PM)

Τα αιρούμενα σωματίδια αποτελούνται από ένα μείγμα στοιχείων και σταγονιδίων, συμπεριλαμβάνοντας οργανικές ύλες, μέταλλα, οξέα και σκόνες, τα οποία βρίσκονται στον αέρα. Το μέγεθος, η χημική σύσταση και το σχήμα τους ποικίλουν ανάλογα με την προέλευση και σύστασή τους. Επειδή ακριβώς τα PMs διαφέρουν σε μέγεθος και επικινδυνότητα, έχει οριστεί πως σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 10 μm θα αναφέρονται ως PM<sub>10</sub>, ενώ σωματίδια με διάμετρο μικρότερη των 2.5μm θα αναφέρονται ως PM<sub>2.5</sub>. Η έκθεση σε PMs έχει συνδεθεί σε ένα μεγάλο εύρος προβλημάτων υγείας όπως αναπνευστικών προβλημάτων, καρκίνου των πνευμόνων, καρδιαγγειακής ανεπάρκειας ακόμα και πρόωρου θανάτου. (Smith et.al.,2016)

Παρόλο που η ναυτιλιακή βιομηχανία θεωρείται μια από τις ενεργειακά αποδοτικότερες, χαρακτηρίζεται και ως κύρια πηγή εκπομπών αιρούμενων σωματιδίων. Αυτό έρχεται σε άμεση σύνδεση με την χρήση καυσίμων υψηλής περιεκτικότητας σε θείο (HFO). Πρόσφατες έρευνες καταδεικνύουν πως τα ποντοπόρα πλοία εκλύουν περί τους 0,9 εκ. τόνους αιωρούμενων σωματιδίων, συνεισφέροντας σε ποσοστά 20-28% στις εκπομπές PM από τις μεταφορές παγκοσμίως. Πολλές φορές οι

εκπομπές SO<sub>x</sub> συνδέονται με τις εκπομπές PM, λόγω της συνεισφοράς του θείου που υπάρχει στο καύσιμο HFO. Παράλληλα, οι κύριοι λόγοι εκπομπής PM είναι παρόμοιοι με εκείνοι των οξειδίων του θείου. Τέλος, μια σημαντική ουσία που περιλαμβάνεται στα αιωρούμενα σωματίδια είναι ο επονομαζόμενος Μαύρος Άνθρακας (Black Carbon – BC). Η συγκεκριμένη ουσία απορροφά σε μεγάλες ποσότητες την ηλιακή ακτινοβολία, και μειώνει την ανακλαστικότητα του χιονιού, συνεισφέροντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη, το λιώσιμο των πάγων και στην αύξηση της τρύπας του όζοντος (Boumanet.al.,2017)

Σημειώνεται ότι βασικός τύπος πλοίου στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα είναι τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων (Bulk carriers), απελευθερώνοντας 440 Mt CO<sub>2</sub>, ενώ ακολουθούν τα πλοία μεταφοράς αργού πετρελαίου που απελευθερώνουν 210 Mt CO<sub>2</sub>. Τα κρουαζιερόπλοια/ επιβατικά πλοία, είναι τελευταία στην λίστα δεδομένου ότι ευθύνονται για 20 Mt CO<sub>2</sub>, γεγονός που αιτιολογείται από τον αριθμό των κρουαζιερόπλοιων (~320) και τον αριθμό των επιβατικών πλοίων.

Επίσης, τα κρουαζιερόπλοια/ επιβατικά επειδή προσεγγίζουν συχνά λιμένες και δραστηριοποιούνται κατά βάση σε περιοχές ελεγχόμενων εκπομπών αερίων ρύπων (ECAs), υποχρεούνται να χρησιμοποιούν ελαφρά καύσιμα (VLSFO), περιεκτικότητας >0,1% θείου, μειώνοντας ακόμα παραπάνω τις εκπομπές τους.

## 2.4.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ.

### *2.4.1.ΠΛΥΝΤΗΡΙΑΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (SCRUBBERS)*

Οι νέοι κανονισμοί του IMO ωθούν τους πλοιοκτήτες και τις διαχειρίστριες εταιρίες να χρησιμοποιούν καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (low sulphur) από την 1/1/2020 ή να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τα παλαιά καύσιμα αυξημένης περιεκτικότητας σε θείο, χρησιμοποιώντας όμως συσκευές δέσμευσης των αερίων ρύπων, τα λεγόμενα scrubbers. Οι πλυντηρίδες καυσίμων αφαιρούν από τα καυσαέρια σημαντικές ποσότητες ρύπων SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> και PM. Σύμφωνα με τον Νορβηγικό νηογνώμονα DNV GL, για το 2020 η δυνατότητα εγκατάστασης (retrofit) των εν λόγω συστημάτων κυμαίνονταν στα 1.000 με 1.500 πλοία, ενώ συνολικά είχαν εγκατασταθεί έως τότε σε περίπου 4.000 πλοία, δηλαδή περίπου το 5-6% το παγκόσμιου στόλου. Αυτό συνεπάγεται πως εάν διατηρηθεί σταθερός ο ρυθμός εγκατάστασης των συγκεκριμένων συστημάτων, η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία θα αποποιηθεί τα βαρέα καύσιμα (HFO), κάνοντας έτσι τα χαμηλά σε θείο καύσιμα (LSFO) τα κυρίαρχα της αγοράς (Green, Staffell,2016)



Σύμφωνα με τον Παπαντωνίου (2019) (Shi,2016) τα scrubbers ανήκουν σε μία ευρεία ομάδα συσκευών ελέγχου της αέριας ρύπανσης, που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση σωματιδίων (PM) και/ή αέριων ρύπων.

Στην ουσία “ξεπλένουν” τα καυσαέρια από το επικίνδυνο SO<sub>2</sub> σε ποσοστό 90%-95%, ενώ παράλληλα μειώνουν τα αιωρούμενα σωματίδια κατά 80%-85%. Αποτελεί ισοδύναμο μέτρο της αλλαγής από καύσιμο περιεκτικότητας 3,5% κ.β. σε 0,1% κ.β. σε θείο.

Σήμερα, υπάρχουν τρεις τύποι διαφορετικών scrubbers και όλοι οι τύποι απαιτούν ειδική εγκατάσταση εντός του πλοίου (retrofit), εάν δεν πρόκειται για νεότευκτο πλοίο. Οι διαφορετικοί τύποι scrubbers είναι: • Υγρού τύπου ο Ανοιχτού κύκλου ο Κλειστού κύκλου • Υβριδικού τύπου • Ξηρού τύπου

Η χρήση υβριδικών scrubbers επιτρέπει την λειτουργία τους σε ανοιχτού τύπου σε ταξίδια «ανοιχτής» θαλάσσης και την εναλλαγή τους σε κλειστού τύπου όταν διέρχονται από περιοχές ECA.

#### 2.4.2.SLOW STEAMING

Μια άλλη εναλλακτική επίτευξης των στόχων του IMO είναι η μειωμένη ταχύτητα πλεύσης ή γνωστή ως slow steaming. Η ναυτιλιακή βιομηχανία, έχοντας χτυπηθεί βαριά από το «ράλι» των τιμών του πετρελαίου την περίοδο 2002-2008, έχει οικειοποιηθεί την χρήση μειωμένης ταχύτητας και έχει αναπτύξει κάποια αντανακλαστικά ως προς την χρήση της. Ωστόσο, από όταν δημοσιεύθηκαν οι στόχοι του IMO για την μείωση του εκπομπών αέριων ρύπων, αρχής γενομένης από την 1/1/2020 (sulphur cap), η πρακτική του slow steaming επανήλθε στο προσκήνιο. Μελέτες έχουν δείξει πως τα αποτελέσματα και η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης πρακτικής, είναι εντυπωσιακά. Για παράδειγμα, για ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων μια μείωση της τάξης του 3% στην ταχύτητα πλεύσης, μπορεί να αποφέρει έως και 10% εξοικονόμηση καυσίμου και άρα χρημάτων. Στις περιπτώσεις δε που ακολουθείται η προσέγγιση της λεγόμενης πολύ χαμηλής ταχύτητας πλεύσης (extra slow steaming), τα οφέλη μπορούν να φτάσουν και έως 20% σε εξοικονόμηση χρημάτων και 43% σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ουσιαστικά, μειωμένη ταχύτητα συνεπάγεται άμεση μείωση και στις εκπομπές CO<sub>2</sub>.(Smithet.al.,2015). Σύμφωνα με μελέτη του CE Delft το 2017 (WorldBank, 2018) προοδευτικά, η υιοθέτηση της συγκεκριμένης πρακτικής μπορεί να επιφέρει εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Εντούτοις, υπάρχουν κι εμπόδια στην υιοθέτηση του slow steaming Αρχικά, αξίζει να αναφερθεί πως ενώ ο δείκτης EEDI(Energy Efficiency Design Index), «προέρχεται» από την Επιτροπή ΜΕΡC, ο δείκτης της Ελάχιστης Ασφαλούς Ταχύτητας Πλεύσης (Minimum Propulsion Power – MPP), “προέρχεται” από μια διαφορετική Επιτροπή του ΙΜΟ, εκείνη της Ασφάλειας για την Ναυσιπλοΐα (Maritime Safety Committee – MSC). Το πρόβλημα έγκειται στο ότι οι δύο αυτές Επιτροπές δεν έχουν συνεργαστεί για να θεσπιστούν τα κατάλληλα όρια ταχύτητας, προκειμένου να βρεθεί η χρυσή τομή μεταξύ αποτελεσματικότητας (μείωσης εκπομπών/ κόστους) και ασφάλειας. Έτσι, υπάρχει διαφωνία μεταξύ των κανονισμών, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε κίνδυνο απώλειας του ελέγχου του πλοίου σε ακραίες καιρικές συνθήκες, έως και σε τραυματισμούς ναυτικών. Ιδιαίτερα τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων και αργού πετρελαίου, έχουν σχεδιαστεί έχοντας (συνήθως) μέγιστη ταχύτητα πλεύσης τους 16-18 κόμβους. Οπότε μια μείωση στους 10-12 κόμβους, μπορεί να προκαλέσει δυσκολία στις μανούβρες του πλοίου, αλλά και στον γενικότερο έλεγχο του. (Lindstadet.al.,2014)

Ένα ακόμη ζήτημα είναι η έγκαιρη κάλυψη των μεταφορικών αναγκών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μείωση της ταχύτητας πλεύσης συνεπάγεται αύξηση του χρόνου άφιξης ενός πλοίου στον προορισμό του και άρα αύξηση του χρόνου παράδοσης των αγαθών που μεταφέρει. Αυτό, μπορεί να προκαλέσει δυσλειτουργία στην εφοδιαστική αλυσίδα διαφόρων κλάδων, όπως έλλειψη προϊόντων. Μια λύση θα ήταν η βελτιστοποίηση των διαδρομών των πλοίων, ώστε να ελαχιστοποιείται ο χρόνος ταξιδιού στην θάλασσα. Μία άλλη εναλλακτική θα ήταν η ναυπήγηση περισσότερων πλοίων προς κάλυψη των ολοένα και αυξανόμενων αναγκών.

Το βαρύ πετρέλαιο (HFO), όντας το κύριο ναυτιλιακό καύσιμο εδώ και δεκαετίες αλλά και λόγω της χαμηλής του ποιότητας, αποτελεί την πιο οικονομικά συμφέρουσα εναλλακτική. Οι τιμές του μπορεί να μεταβάλλονται μεταξύ των 120 και 450 €/Mt, γνωρίζοντας την χαμηλότερη τιμή το 2016 και την υψηλότερη το 2013 αντίστοιχα. Ενδιαφέρον παρατηρείται και στην πορεία της τιμής του HFO από το 2018, καθώς ήταν η χρονιά που ο ΙΜΟ θέσπισε την Στρατηγική του για τις εκπομπές αέριων ρύπων. Η τιμή του βαρύ πετρελαίου ακολουθεί μια σταθερά φθίνουσα πορεία, με αποκορύφωμα το 2020, όπου και τέθηκε σε ισχύ το λεγόμενο sulphur cap. Την τελευταία χρονιά, παρατηρείται μια μικρή αύξηση στην τιμή του καυσίμου, η οποία μπορεί να αποδοθεί σε δύο λόγους. Αφενός, στην ανάκαμψη της αγοράς στην μετά COVID εποχή, καθώς επανεκκινεί το παγκόσμιο εμπόριο και υπάρχει αυξημένη

ζήτηση σε ναυτιλιακό καύσιμα. Αφετέρου, στην τοποθέτηση αρκετών πλυντηρίδων πλέον σε πλοία, κάτι το οποίο βοηθάει τη χρήση του HFO ως καύσιμο. Αυτή τη στιγμή η αναλογία τιμής ανά τόνο, βρίσκεται περίπου στα 280€/Mt.

## 2.5.ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

### 2.5.1. Υδρογόνο(H<sub>2</sub>)

Το υδρογόνο (H<sub>2</sub>) αποτελεί ένα χημικό στοιχείο, που υπό κανονικές συνθήκες είναι ένα άχρωμο, άοσμο, μη τοξικό και εξαιρετικά εύφλεκτο αέριο. Αν και υπάρχει σε αφθονία στην ελεύθερη αγορά, είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί ως καθαρή ουσία και για αυτό τον λόγο, χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές, προκειμένου να διασπαστεί από άλλες ενώσεις, αλλά και για την αποθήκευσή του. Συνεπώς, το υδρογόνο δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως πηγή ενέργειας, αλλά ως υψηλής ποιότητας ενεργειακός φορέας. Επίσης, η καύση του υδρογόνου παράγει μόνο νερό και θερμότητα, ενώ με την ανάμειξή του με τον ατμοσφαιρικό αέρα -όπου περιέχει περίπου 79% άζωτο-, δημιουργεί οξείδια του αζώτου σε μικρές ποσότητες.(World Resources Institute,2017) Το υδρογόνο μπορεί να παραχθεί από διάφορους διαθέσιμους πόρους, οι οποίοι είναι άλλοτε λιγότερο άλλοτε περισσότερο φιλικό προς το περιβάλλον. Συνοπτικά, ανάλογα με την τεχνολογία παραγωγής του, υδρογόνο μπορεί να παραχθεί από: • Ορυκτά καύσιμα (μεθάνιο) • Ανανεώσιμες Πηγές & Πυρηνική Ενέργεια (αξιοποίηση της βιομάζας, βιολογική παραγωγή) • Ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρόλυση του νερού). Υπάρχουν διάφοροι «τύποι» υδρογόνου, που ταξινομούνται βάσει του τρόπου παραγωγής τους και κατ' επέκταση της ποσότητας και έντασης του άνθρακα που εκλύεται από αυτή τη διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει το γκρι, το μπλε και το πράσινο υδρογόνο.

Ωστόσο, η παραγωγή υδρογόνου είναι μια εξαιρετικά ενεργοβόρα διαδικασία, με σημερινή τεχνολογία παρουσιάζοντας χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα απ' ό,τι όλα τα άλλα εναλλακτικά ναυτιλιακά καύσιμα. (World Resources Institute,2017)

Συνεπώς, για να καταστεί το υδρογόνο ένα συμφέρον καύσιμο για την ναυτιλιακή βιομηχανία, θα πρέπει να αυξηθεί σημαντικά η παραγωγή του ώστε να μειωθεί το κόστος.

### 2.5.2. ΑΜΜΩΝΙΑ (NH<sub>3</sub>)

Η αμμωνία αποτελεί μια ανόργανη χημική ένωση μεταξύ ενός ατόμου Αζώτου (N) και τριών ατόμων Υδρογόνου (H), σχηματίζοντας ένα μόριο Αμμωνίας (NH<sub>3</sub>). Το

2021, η παραγωγή «πράσινης αμμωνίας», δηλαδή της αμμωνίας προερχόμενη από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η οποία δεν περιλαμβάνει την καύση ορυκτών καυσίμων σε οποιοδήποτε σημεία της αλυσίδας παραγωγής της ήταν σχεδόν μηδαμινή [MEPC.176(58)]. Ετησίως παράγονται 180 εκατομμύρια τόνοι αμμωνίας, κυρίως για λιπάσματα. Πιο συγκεκριμένα, περίπου το 80% της παγκόσμιας παραγωγής αμμωνίας χρησιμοποιείται ως λίπασμα στον αγροτικό τομέα, ενώ το υπόλοιπο 20% χρησιμοποιείται κυρίως για εκρηκτικές ύλες, τον κλάδο της υγείας, τα πλαστικά και τις ζωοτροφές. Πρόκειται για περίπου σε 200 εκ. τόνους για το 2021, ενώ η συνολική δυναμική του κλάδου ήταν περίπου 235 εκ. τόνους. Σύμφωνα με προβλέψεις, η συνολική δυναμική για την παραγωγή αμμωνίας μπορεί να φτάσει και τους 290 εκ. τόνους το 2030.

Εντούτοις, αξίζει να σημειωθεί, πως στο τομέα των μεταφορών, δεν υπάρχει αρκετή τεχνογνωσία για την χρήση της αμμωνίας.

Η αμμωνία, αν χρησιμοποιηθεί ως κύριο καύσιμο στη ναυτιλία με τα σημερινά δεδομένα, μπορεί να μειώσει έως και 100% τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. όταν προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (green ammonia). Ωστόσο, δεν είναι μόνο οι μηδενικές εκπομπές άνθρακα που την προκρίνουν. Η αμμωνία έχει μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα απ' ό,τι το πεπιεσμένο υδρογόνο ή το υγρό υδρογόνο. Έτσι συνήθως αποθηκεύεται σε στεγανοποιημένες δεξαμενές, οι οποίες απαιτούν μεγαλύτερο χώρο εντός του πλοίου σε σχέση με το LNG ή τη μεθανόλη. Λόγω της φύσης της αμμωνίας, δεν απαιτείται κρυογονική διαδικασία όπως συμβαίνει στη περίπτωση του LNG ή του υδρογόνου. [MEPC.176(58)]

Η μεγαλύτερη αμφιβολία γύρω από την χρήση της αμμωνίας είναι οι ίδιες οι φυσικές και χημικές της ιδιότητες, καθώς αποτελεί μια εξαιρετικά τοξική και διαβρωτική ουσία, επιβλαβή τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το οικοσύστημα στο οποίο μπορεί να διαρρεύσει με ανεξέλεγκτες συνέπειες. Στα προκαταρκτικά, δοκιμαστικά στάδια, οι κατασκευαστές στρέφονται προς την χρήση διπλών αγωγών μεταφοράς της αμμωνίας, ώστε να αποτραπεί διαρροή σε περίπτωση αστοχίας του εσωτερικού αγωγού. Επίσης, ο μηχανικός αερισμός θα πρέπει να είναι διαθέσιμος στους χώρους παρουσίας της αμμωνίας, ώστε να μπορεί να ανακυκλώνεται καθαρός αέρας. Ωστόσο, η βιομηχανία είναι ήδη σχετικά εξοικειωμένη με την διαχείριση του συγκεκριμένου καυσίμου, καθώς μεταφέρεται δια θαλάσσης εδώ και δεκαετίες. Τέλος, μέσα στο 2021 πολλοί νηογνώμονες δημοσίευσαν αναλυτικές οδηγίες για την χρήση της αμμωνίας ως ναυτιλιακό καύσιμο, κάτι που θα συμβάλλει θετικά τόσο στα

ναυπηγεία/ κατασκευαστές M.E.K., όσο και στις πλοιοκτήτριες εταιρίες, σχετικά με την επιλογή και σωστή χρήση της ως εναλλακτικό καύσιμο.[MEPC.176(58)]

Επισημαίνεται ότι για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, οι φορείς διαχείρισης των λιμένων και οι παραγωγοί αμμωνίας θα πρέπει να δημιουργήσουν ένα μεγάλο δίκτυο διανομής κοντά σε λιμένες, ώστε να πλοία να μπορούν να εφοδιάζονται άμεσα κι αποτελεσματικά. Για να επιτευχθεί αυτό το εγχείρημα, θα απαιτηθούν σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές. Πιο συγκεκριμένα και λαμβάνοντα υπόψη ότι η υγρή αμμωνία διαθέτει τη μισή θερμογόνο δύναμη από ότι το πετρέλαιο, θα απαιτηθούν δίκτυα διανομής περίπου 600 εκ. τόνων υγρής αμμωνίας.

Αξιοσημείωτη συμβολή στην μείωση των ρύπων, μπορεί να αποτελέσει και η «πράσινη» αμμωνία, η οποία θα παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η παραγωγή αμμωνίας με την μέθοδο Haber-Bosch είναι υπεύθυνη για την εκπομπή μισού δισεκατομμυρίου τόνων CO<sub>2</sub> ή αλλιώς για το 1.8% των ανθρωπογενών εκπομπών ετησίως. Η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης του νερού ή για την δέσμευση αζώτου από τον αέρα, θα πρέπει να προέρχεται από ηλιακή ή αιολική ενέργεια. Σύμφωνα με τον Αμερικανικό Νηογνώμονα ABS, μόνο το 2% της ετήσιας παραγωγής αμμωνίας προέρχεται από τη χρήση ΑΠΕ .[MEPC.176(58)] Καθώς η αμμωνία δεν περιέχει άνθρακα, δεν εκπέμπει CO<sub>2</sub> όταν χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε κινητήρα εσωτερικής καύσης. Αυτό δημιουργεί τη δυνατότητα για πραγματικά μηδενική πρόωση με άνθρακα. Ωστόσο, για την καύση απαιτείται μια πρόσθετη μικρή ποσότητα πιλοτικού καυσίμου, η οποία θα πρέπει επίσης να είναι μηδενικού άνθρακα. Ωστόσο, αυτό που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος της αμμωνίας σήμερα παράγεται από φυσικό αέριο και έτσι από την άποψη του κύκλου ζωής δεν είναι μηδενικού άνθρακα, κάτι που πρέπει να αντιμετωπίσει η βιομηχανία αν η αμμωνία επιδιώκεται.

#### 2.5.2.1.H ΑΜΜΩΝΙΑ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Όπως προαναφέρθηκε, σήμερα, το 80% της παραγόμενης αμμωνίας χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη βιομηχανία λιπασμάτων. Οι κυβερνήσεις έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) για τις επόμενες δεκαετίες. Κατά την προώθηση των οικονομιών από τα ορυκτά καύσιμα σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας, κάθε βιομηχανία θα επηρεαστεί, συμπεριλαμβανομένης της ναυτιλίας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι και ο τομέας της ναυτιλίας, οφείλει να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα, σύμφωνα με τον IMO, η αμμωνία μπορεί να αποτελέσει μια ελκυστική εναλλακτική λύση. Στη περίπτωση που

η αμμωνία χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτικό καύσιμο για το 30% της ναυτιλίας, υπολογίζεται ότι η τρέχουσα παραγωγή θα πρέπει σχεδόν να διπλασιαστεί. Κάθε καύσιμο έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ένα εκ των οποίων είναι η ευελιξία του καυσίμου, με την ευκολία ή δυσκολία μετατροπής μιας μηχανής για τη χρήση διαφορετικού καυσίμου, να αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα. Κάθε πλοιοκτήτης θα πρέπει να λάβει κρίσιμες επενδυτικές αποφάσεις για τον στόλο του, λαμβάνοντας υπόψη ότι το προσδόκιμο ζωής για το μέσο πλοίο να είναι 25-30 χρόνια π. είναι. Ορισμένα πλοία θα εξοπλιστούν με εντελώς νέα συστήματα, ενώ άλλα θα διαλυθούν και θα αντικατασταθούν.

Πρόσφατη έρευνα των Lloyd's List και της Lloyd's Register ανάμεσα σε φορείς της ναυτιλίας κατέδειξε την αμμωνία ως ένα από τα τρία κορυφαία καύσιμα με προοπτικές για το 2050. Η έρευνα έδειξε ότι ο ναυτιλιακός κλάδος αναμένει ότι η χρήση αμμωνίας θα αυξηθεί στο 7% των καυσίμων μέχρι το 2030 και στο 20% μέχρι το 2050. Η αμμωνία έχει επίσης κεντρική θέση σε αρκετές εθνικές στρατηγικές απαλλαγής από τον άνθρακα. Για παράδειγμα, η Ιαπωνία σχεδιάζει να επεκτείνει τη χρήση καυσίμων αμμωνίας σε τρία εκατομμύρια τόνους ετησίως έως το 2030.

#### *Αποδεκτή ενεργειακή πυκνότητα*

Ένα ελκυστικό στοιχείο των σημερινών καυσίμων ορυκτής προέλευσης είναι η υψηλή ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα. Τα περισσότερα εναλλακτικά καύσιμα δεν μπορούν να πετύχουν αυτή την πυκνότητα, με αποτέλεσμα να απαιτείται περισσότερος αποθηκευτικός χώρος σε ένα πλοίο. Η ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα της αμμωνίας είναι σε γενικές γραμμές παρόμοια με αυτή της μεθανόλης και υψηλότερη από το υδρογόνο, καθιστώντας την αποθήκευση επί του πλοίου οικονομικά εφικτή, αν και όχι τόσο συμπαγή όσο το βαρύ μαζούτ (HFO) που χρησιμοποιείται σήμερα.

#### *Σχετικά εύκολος χειρισμός*

Η αμμωνία συγκρίνεται συχνά με το υδρογόνο. Και τα δύο αποθηκεύονται σε υγρή μορφή, αλλά το υδρογόνο απαιτεί κρυογονικές δεξαμενές που διατηρούνται στους  $-163^{\circ}\text{C}$ , ενώ η αμμωνία απαιτεί λιγότερη ψύξη και μπορεί να αποθηκευτεί σε θερμοκρασίες περίπου  $-33^{\circ}\text{C}$ . Η αμμωνία παρασκευάζεται από υδρογόνο, οπότε για

αμμωνία μηδενικού άνθρακα απαιτείται "πράσινο" υδρογόνο που παρασκευάζεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

#### *Μεταφορά υδρογόνου*

Το υδρογόνο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για τη ναυτιλία ή για άλλους σκοπούς- ωστόσο, ο εξελιγμένος εξοπλισμός ψύξης καθιστά τη μεταφορά του υδρογόνου δαπανηρή. Η μεταφορά αμμωνίας έχει πλεονεκτήματα σε σχέση με το υδρογόνο, καθώς είναι υγρή σε συνθήκες περιβάλλοντος, και απαιτεί μικρότερο χώρο αποθήκευσης. Το κόστος μεταφοράς υδρογόνου μπορεί να μειωθεί με την παρασκευή αμμωνίας από υδρογόνο, τη μεταφορά της παραγόμενης αμμωνίας και τη μετατροπή της σε υδρογόνο. (DNV, 2022)

Η αμμωνία αποτελεί ένα ήδη εμπορεύσιμο προϊόν ένα συνεπώς υπάρχει ήδη αγορά. Το μεγαλύτερο μέρος της σημερινής προσφοράς της είναι "γκρίζα" αμμωνία, η οποία παρασκευάζεται από υδρογόνο που παράγεται από φυσικό αέριο, που όμως παράγει σημαντικές εκπομπές CO<sub>2</sub>. Στόχος της ναυτιλίας είναι η παραγωγή "πράσινης" αμμωνίας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μία πολύ δαπανηρή λύση, βραχυπρόθεσμα, που όμως μπορεί να επιτύχει οικονομίες κλίμακας, καθώς η παραγωγή θα κλιμακώνεται.

#### *Οι σημαντικότερες προκλήσεις είναι οι χερσαίες*

Συχνά δίνεται έμφαση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται από τη μηχανή ενός πλοίου και τα βοηθητικά συστήματα επί του πλοίου. Ωστόσο, σημαντικές εκπομπές παράγονται κατά την παραγωγή και την προμήθεια καυσίμων, μέσω της εξόρυξης των πηγών ενέργειας, της παραγωγής καυσίμων, της μεταφοράς και της αποθήκευσης στο λιμάνι. Μια μελέτη το 2020 από τους University Maritime Advisory Services (UMAS) και την Επιτροπή Ενεργειακών Μεταβάσεων διαπίστωσε ότι απαιτούνται 1-1,4 τρισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ για να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050, σύμφωνα με τους στόχους του IMO. Η μελέτη επισήμανε επίσης ότι απαιτείται περίπου το 87% των συνολικών επενδύσεων σε χερσαίες υποδομές και εγκαταστάσεις παραγωγής καυσίμων με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Κι αυτό οφείλεται στο γεγονός του ότι αν και υπάρχει ήδη ένα υπάρχον δίκτυο μεταφοράς αμμωνίας που συνδέει σημεία παραγωγής και αποθήκευσης που εξυπηρετούν τη βιομηχανική αγορά- δεν φτάνει στα λιμάνια με τρόπο που θα επέτρεπε στα πλοία να ανεφοδιάζονται με καύσιμα.

Η αντίληψη της αμμωνίας ως καύσιμο θα πρέπει να αλλάξει για να γίνει αποδεκτή από την ευρύτερη κοινότητα, μέσω εκπαίδευσης. Οι λιμενικές και οι ρυθμιστικές αρχές είναι προς το παρόν απρόθυμες να επιτρέψουν την αποθήκευση αμμωνίας λόγω των κινδύνων τοξικότητας που έχουν εντοπιστεί, ενώ οι αντιδράσεις της η ευρύτερης κοινότητας, δεν έχουν ερευνηθεί σε βάθος. Ταυτόχρονα, οι νηογνώμονες και άλλες ομάδες εργάζονται για την αξιολόγηση του κινδύνου και την παροχή οδηγιών που θα οδηγήσουν σε νέους κανόνες και πρότυπα.

#### *Αντιμετώπιση θεμάτων ασφάλειας*

Αν και η αμμωνία δεν είναι ιδιαίτερα εύφλεκτη, οι συγκεντρώσεις στον αέρα ακόμη κι αν είναι τόσο μικρές που να φτάνουν το 0,25% είναι θανατηφόρες και γι αυτό το εν λόγω καύσιμο κρίνεται ιδιαίτερα τοξικό.

Για παράδειγμα, τα σύγχρονα αποσταγμένα μαζούτ (ακόμη και το φυσικό αέριο) παρουσιάζουν μικρότερους κινδύνους από την αμμωνία. Τα συστήματα καυσίμων πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται, να λειτουργούν και να συντηρούνται κατάλληλα, ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια των πληρωμάτων των πλοίων, του προσωπικού των λιμένων και των προμηθευτών καυσίμων. (DNV, 2022)

Τα σημερινά πλοία είναι κατασκευασμένα με τυποποίηση, όπου οι μηχανές και τα συστήματα καυσίμων βρίσκονται συχνά σε περιορισμένους χώρους στα κατώτερα καταστρώματα. Οι διαφορετικές απαιτήσεις της αμμωνίας θα μπορούσαν να αλλάξουν τις διατάξεις των πλοίων ή ακόμη και να οδηγήσουν σε πλήρη επανασχεδιασμό. (Global Maritime Forum, 2022)

Ο χειρισμός της αμμωνίας στα πλοία θα χρειαστεί νέες δεξιότητες και διαδικασίες ασφαλείας. Είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή, στο νερό και το έδαφος σε περίπτωση διαρροής/ατυχήματος, καθώς και οι τρόποι περιορισμού των εν λόγω κινδύνων. Επομένως, απαιτείται μια νέα πορεία ασφαλείας για την υιοθέτηση της αμμωνίας. Ευτυχώς υπάρχει η δυνατότητα να αξιοποιηθούν οι ισχύοντες κανόνες γύρω από τη μεταφορά αμμωνίας.

Επιπλέον, η καύση της αμμωνίας σε κινητήρες απελευθερώνει οξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), ένα αέριο του θερμοκηπίου ακόμη πιο ισχυρό από το CO<sub>2</sub>. Ως εκ τούτου, θα απαιτηθεί πρόσθετος εξοπλισμός στα πλοία για τον έλεγχο των εκπομπών NO<sub>x</sub>.

#### *Ετοιμότητα λύσης*



Δεδομένου ότι η ναυτιλιακή βιομηχανία έχει μακρά εμπειρία στη μεταφορά αμμωνίας ως χύδην φορτίου τα τελευταία 100 χρόνια, οι κίνδυνοι μεταφοράς του είναι κατανοητοί. Το καύσιμο ήταν ένα από τα πρώτα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν επί πλοίου εξακολουθώντας να αποτελεί δημοφιλή επιλογή, κυρίως για τα αλιευτικά σκάφη λόγω της ευρείας διαθεσιμότητάς του, της απλής διαδικασίας παραγωγής και του σχετικά χαμηλού κόστους.(Global Maritime Forum, 2022)

Ωστόσο, η ναυτιλία δεν έχει καμία εμπειρία με την αμμωνία ως καύσιμο και θα απαιτηθεί μια αυστηρή διαδικασία για να αξιολογηθεί ο χειρισμός του εν λόγω καυσίμου και των συστημάτων πρόωσης, έτσι ώστε να το καταστήσει περισσότερο ασφαλές, αλλά και σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού.(Global Maritime Forum, 2022)

#### Τρέχοντα επίπεδα ετοιμότητας

Η έρευνα των LR και UMAS, "Techno-economic assessment of zero-carbon fuels" (2020), δίνει μια πρώτη εικόνα της επενδυτικής ετοιμότητας της αμμωνίας ως ναυτιλιακού καυσίμου σε σύγκριση με άλλα εναλλακτικά καύσιμα, όπως το υδρογόνο, τη μεθανόλη, τα βιοκαύσιμα και τις μπαταρίες, καθώς και με ορυκτά καύσιμα όπως το φυσικό αέριο και το HFO. Τα καύσιμα αποτελούν το σημαντικότερο στοιχείο του λειτουργικού κόστους και τον κύριο παράγοντα ανταγωνιστικότητας των πλοίων. Η έρευνα χρησιμοποίησε ως μελέτη περίπτωσης ένα τυπικό πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου με διάφορα σενάρια για την τιμή της ενέργειας και το συνολικό λειτουργικό κόστος. Ένα βασικό συμπέρασμα ήταν ότι η αμμωνία που παράγεται από φυσικό αέριο συνδυαστικά με άνθρακα, η λεγόμενη μπλε αμμωνία αποτελεί την λιγότερο δαπανηρή επιλογή, για τη συμμόρφωση μέχρι το 2050 για την μηδενική εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα,

Η έρευνα εξέτασε επίσης την τεχνολογική ετοιμότητα, εντοπίζοντας ότι ορισμένες πτυχές της αλυσίδας παράδοσης αμμωνίας, συμπεριλαμβανομένου και του εξοπλισμού δεξαμενισμού, των δεξαμενών και των συστημάτων παροχής καυσίμου, εξελίσσονται με λεπτομερείς σχεδιαστικές λύσεις. Άλλοι τομείς, όπως οι διαδικασίες και τα πρότυπα ποιότητας, ο βοηθητικός εξοπλισμός επί του πλοίου και οι λέβητες, βρίσκονταν ακόμη σε στάδιο ιδεών. Έκτοτε, υπήρξαν εξελίξεις με ταχείς ρυθμούς, στον τομέα της πρόωσης όσο και στους κατασκευαστές κινητήρων ανακοινώνοντας πρωτότυπα και πιλοτικά έργα.(Lloyd's List, 2021)

Η έρευνα των LR και UMAS παρείχε επίσης ενδείξεις για την ετοιμότητα της κοινότητας σε σχέση με τις εκπομπές του κύκλου ζωής και την εξέλιξη του ευρύτερου ενεργειακού τοπίου, δείχνοντας ότι η πράσινη αμμωνία έχει μία από τις καλύτερες καθαρές επιδόσεις CO<sub>2</sub> σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής ως καύσιμο. Για τη μετάβαση της αμμωνίας από βιομηχανικό εμπόρευμα σε καύσιμο ναυτιλίας, πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες σε όλες τις διαστάσεις της κοινότητας, όπως για παράδειγμα, επαρκής διατομεακή ζήτηση, αποτελεσματικές διαδικασίες παραγωγής και ισχυρή διεθνής πολιτική και κανονισμοί.

Συνολικά, η αμμωνία φαίνεται να είναι ένα πολλά υποσχόμενο εναλλακτικό καύσιμο με δυνατότητες να συμβάλει σημαντικά στην απαλλαγή της ναυτιλίας από τον άνθρακα. Προς αυτή τη κατεύθυνση, οι ενδιαφερόμενοι φορείς του τομέα πρέπει να συνεργαστούν για να αναπτύξουν και να αποδείξουν τη σκοπιμότητα πρακτικών λύσεων.(Lloyd's List, 2021)

### 2.5.3.Μεθανόλη (CH<sub>3</sub>OH)

Η μεθανόλη πρόκειται για μια χημική ουσία, που αποτελείται από μόρια άνθρακα (C), υδρογόνου (H) και οξυγόνου (O), έχει τον χημικό τύπο CH<sub>3</sub>OH και το μοριακό της βάρος είναι 32,04 gr/mol. Είναι η πιο απλή αλκοόλη, η οποία περιέχει το μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα και παράλληλα την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υδρογόνο, από κάθε άλλο υγρό καύσιμο. Σε κανονικές συνθήκες αποτελεί ένα άχρωμο υγρό, με οξεία μυρωδιά και εύφλεκτες ιδιότητες. Υπάρχει ένα μεγάλο εύρος διαθέσιμων πηγών από τις οποίες μπορεί να παραχθεί η μεθανόλη. Αυτές μπορεί να είναι το φυσικό αέριο και ο άνθρακας ή οι ανανεώσιμες πηγές. Τα τελευταία χρόνια έχει προωθηθεί και η παραγωγή της από το διοξείδιο του άνθρακα. Όταν επιλέγεται το φυσικό αέριο ως κύρια πηγή, χρησιμοποιείται για την παραγωγή μεθανόλης, με μέση απόδοση περίπου 70%, ένας συνδυασμός αναμόρφωσης του ατμού (steam reforming) και μερικής οξείδωσης. (Lloyd's List, 2021)

Η μεθανόλη αποτελεί ένα βασικό συστατικό για εκατοντάδες βασικά εμπορεύματα, όπως οικοδομικά υλικά, πλαστικές συσκευασίες, μπιγιές κ.α. Επίσης, αποτελεί και πολύ καλό μεταφορέα υδρογόνου λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της. Έτσι, χρησιμοποιείται αρκετά συχνά ως καύσιμο σε κυψέλες καυσίμου (FCs) σε επίγειες εγκαταστάσεις. Αυτό οδηγεί στο γεγονός πως ήδη υπάρχει ένα αρκετά εκτεταμένο δίκτυο παραγωγής και διανομής της μεθανόλης. Πιο συγκεκριμένα, για το

2018 η ζήτηση σε μεθανόλη άγγιξε τους 78 εκ. τόνους, ενώ η μέγιστη διαθέσιμη παραγωγή θα μπορούσε να αγγίζει και τους 120 εκ. τόνους, υπό προϋποθέσεις, υπερδιπλάσια απ' ότι ήταν το 2006. Ωστόσο, λόγω της χαμηλής θερμογόνου δύναμης, η διαθέσιμη ποσότητα μεθανόλης ισοδυναμεί με 55 εκ. τόνους πετρελαίου (IBIA, 2018)

Το Methanol Institute διεξήγαγε μια μελέτη σχετικά με την διαθεσιμότητα της μεθανόλης, κοντά σε λιμένες που δυνητικά θα μπορούσαν να ανεφοδιάσουν τη ζήτηση των πλοίων. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε έρευνα σε 151 λιμάνια, εκ των οποίων τα 88 συγκαταλέγονται τα 100 μεγαλύτερα του κόσμου, ενώ 97 από αυτά διέθεταν μεθανόλη είτε άμεσα είτε έμμεσα (IMO,2018). Εντούτοις, στους λιμένες της Ελλάδας δεν υπάρχουν ακόμη οι υποδομές για ανεφοδιασμό μεθανόλης.

Η καύση της μεθανόλης σε M.E.K., μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά περίπου 10% σε σύγκριση με το πετρέλαιο. Ωστόσο, το ακριβές ποσοστό μείωσης εξαρτάται από τη σύγκριση με το HFO ή με πετρέλαιο που έχει υποστεί περαιτέρω επεξεργασία. Επίσης, εάν η μεθανόλη προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (βιομάζα) και όχι από το φυσικό αέριο, μειώνονται σημαντικά και οι εκπομπές SO<sub>x</sub> όπως και αιωρούμενων σωματιδίων.

Η μεθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ήδη σε κινητήρες διπλού καυσίμου (Dual Fuel Engines), δεδομένου ότι η εγκατάσταση στον κινητήρα δεν απαιτεί πολλές μετατροπές.

Η χρήση της μεθανόλης σε κινητήρες διπλού καυσίμου, θα μπορούσε να αποτελέσει μια αξιόπιστη εναλλακτική επιλογή καθώς θα επέτρεπε στους πλοιοκτήτες να χρησιμοποιούν δύο ή και περισσότερα καύσιμα, ανάλογα με την διαθεσιμότητά τους. Το κύριο πλεονέκτημα της μεθανόλης συγκριτικά με το LNG, είναι η δυνατότητα της πρώτης να χρησιμοποιηθεί σε ήδη υπάρχουσες μηχανές με τις κατάλληλες μετατροπές (retrofitting), χωρίς να χρειαστεί να κατασκευαστούν από την αρχή. Επίσης, η μεθανόλη είναι πολύ πιο εύκολα διαχειρίσιμη απ' ότι το LNG ή οποιοδήποτε άλλο αέριο σε υγρή μορφή.

Εντούτοις, συγκριτικά με το πετρέλαιο, η μετατροπή των αποθηκευτικών χώρων εντός του πλοίου, σε μεθανόλη είναι δύσκολη λόγω της χαμηλότερης ενεργειακής περιεκτικότητας σε σχέση με το πετρέλαιο, διότι για την αποθήκευση μεγαλύτερης ποσότητας μεθανόλης απαιτείται η απελευθέρωση μεγαλύτερου διαθέσιμου χώρου. Η συγκεκριμένη μείωση μεταφράζεται σε έως και 2.5 φορές περισσότερο αποθηκευτικό χώρο για τη μεθανόλη, απ' όσο θα χρειαζόταν για την αποθήκευση HFO/MGO (IMO,2018). Έτσι, η επιλογή του συγκεκριμένου καυσίμου

ενδείκνυται περισσότερο για πλοία που δραστηριοποιούνται σε μικρές αποστάσεις και έχουν συχνή πρόσβαση σε σταθμούς ανεφοδιασμού.

Σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας στην υιοθέτηση της μεθανόλης αποτελεί η τοξικότητά της, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα χρήσης της σε επιβατηγά πλοία. Παρόλο που είναι τοξική, συναντάται σε μικρές ποσότητες σε τρόφιμα όπως τα φρούτα, και μπορεί να μεταβολιστεί από τον οργανισμό.

Από οικονομικής άποψης, το επιχειρησιακό κόστος εγκατάστασης συστήματος καύσης μεθανόλης είναι σχεδόν το 1/3 συγκριτικά με το LNG, καθώς δεν χρειάζεται να εγκατασταθούν συστήματα κρυογονικής ψύξης. Το κόστος εγκατάστασης για καύση μεθανόλης, μπορεί να συγκριθεί με το κόστος εγκατάστασης πλυντηρίδων καυσίμου. Έτσι, η συγκεκριμένη εναλλακτική λύση μπορεί να κριθεί ως συμφέρουσα για την μετάβαση από πετρελαιοειδή καύσιμα. Στο κομμάτι της τιμής/ τόνου μεθανόλης, παρατηρείται μια αρκετά έντονη διακύμανση, σε ποσά που μπορούν φτάσουν και από 400 €/Mt το 2014 σε 150 €/Mt το 2020. Τους τελευταίους μήνες, παρατηρείται μια σταθερά ανοδική πορεία στην τιμή της μεθανόλης η οποία πλέον έχει φτάσει κοντά στα επίπεδα της προ πανδημίας εποχής και για τον Απρίλιο του 2021 πωλείται στα 330 €/Mt, σύμφωνα με τον Νορβηγικό νηογνώμονα DNV GL.

#### 2.5.4.Βιοκαύσιμα (Biofuels)

Τα βιοκαύσιμα περιγράφουν τα καύσιμα που προέρχονται κυρίως βιομάζα ή υπολείμματα βιομάζας, που μετατρέπονται σε υγρά ή αέρια καύσιμα. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι παραγωγής τόσο συμβατικών όσο και σύνθετων βιοκαυσίμων. Η παραγωγή των βιοκαυσίμων μπορεί να χαρακτηριστεί από μεγάλη πολυπλοκότητα, εύρος διαθέσιμων καυσίμων, αλλά και τρόπων παραγωγής τους, οπότε η τιμή τους είναι αυξημένη μέχρι σήμερα. Αποτελούν τα πιο άμεσα διαθέσιμα μη ορυκτά εναλλακτικά καύσιμα, συνεπώς με τις κατάλληλες επενδύσεις θα μπορούσαν να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην απανθρακοποίηση της ναυτιλίας.

Τα περισσότερο υποσχόμενα ναυτιλιακά βιοκαύσιμα είναι: το βιοντίζελ (Biodiesel) και το υγροποιημένο βιοαέριο (Liquid BioGas – LBG). Το βιοντίζελ, αποτελεί μία πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση για την αντικατάσταση του MGO- το υγροποιημένο βιοαέριο- που πρόκειται να αντικαταστήσει το LNG. Αυτήν την στιγμή τα σχετικά με το diesel (υγρό καύσιμο) βιοκαύσιμα (HVO- Υδροεπεξεργασμένο φυτικό έλαιο, FAME- Μεθυλεστέρας λιπαρού οξέος, θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν πληρέστερα τα συμβατικά καύσιμα, καθώς μπορούν να

χρησιμοποιηθούν και ως πρόσθετο καύσιμο σε ήδη υπάρχοντες κινητήρες χωρίς ιδιαίτερες μετατροπές στο σύστημα πρόωσης ή της μηχανής του πλοίου. (Tomi Solakiv et.al 2022). Το βιοαέριο ειδικά, στο οποίο σε μερικές περιπτώσεις προσδίδεται ακόμη και αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα, μπορεί είτε σε μείγμα με LNG είτε μόνο του ως καύσιμο να οδηγήσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα, αν και υπάρχουν ακόμη αμφιβολίες τόσο για τη διαθεσιμότητα, όσο και για την τιμή του. Το βιοντίζελ, θεωρητικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για κινητήρες ντίζελ, βρίσκοντας έτσι πεδίο εφαρμογής τόσο στις μεταφορές τη βιομηχανία και τα αεροπλάνα. (IMO,2018).

Τα βιοκαύσιμα, όσον αφορά το θέμα των εκπομπών αέριων ρύπων, έχουν πολύ καλύτερες επιδόσεις απ' ό τι το πετρέλαιο. Συγκεκριμένα εκπέμπουν πολύ μικρές ποσότητες θείου, οι οποίες με κανέναν τρόπο δεν είναι βλαπτικές για τον άνθρωπο ή το περιβάλλον και όσον αφορά το διοξείδιο του άνθρακα επιτυγχάνουν μείωση έως και 60%. Παρόλα αυτά για να αξιολογηθεί σωστά η εκπομπή ρύπων από ένα καύσιμο δεν αρκεί μόνο η μελέτη των εκπομπών αερίων κατά την καύση αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη ο συνολικός κύκλος ζωής του καυσίμου και στον τομέα αυτόν θα πρέπει να υπάρξουν περισσότερες μελέτες στο μέλλον.

#### 2.5.5.Πυρηνική ενέργεια στη ναυτιλία

Με τη χρήση πυρηνικής ενέργειας - και με δεδομένο ότι δεν θα συμβεί κανένα ατύχημα - τα πλοία δεν θα εκπέμπουν καθόλου εκπομπές, καθώς δεν υπάρχουν SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> ή σωματίδια.

Στην πραγματικότητα, η πυρηνική ενέργεια είναι εκατομμύρια φορές πιο πυκνή σε ισχύ από τα ορυκτά καύσιμα, αλλά και από τα δημοφιλή εναλλακτικά καύσιμα, όπως η μεθανόλη, η αμμωνία και το υδρογόνο. (Safety4Sea,2021).

Στην πραγματικότητα, η εξοικονόμηση διοξειδίου του άνθρακα από τα πλοία που κινούνται με πυρηνική ενέργεια αποδεικνύεται πιο αποτελεσματική συγκριτικά με αντίστοιχα πλοία που χρησιμοποιούν άλλα καύσιμα. Σήμερα, υπάρχει μεγάλη εμπειρία τόσο για πλοία που λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα όσο και για πλοία που κινούνται με πυρηνική ενέργεια. Μόνο το Πολεμικό Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών διαθέτει πάνω από εκατό πυρηνικούς αντιδραστήρες που τροφοδοτούν 86 υποβρύχια και αεροπλανοφόρα, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. (Safety4Sea,2021).

Εκτός από την εξοικονόμηση καυσίμων, τα πυρηνικά πλοία κινούνται περίπου 50% ταχύτερα από τα πετρελαιοκίνητα πλοία του ίδιου μεγέθους. Για τη ναυτιλιακή

βιομηχανία, ο αυξημένος αριθμός δρομολογίων ανά έτος και τα αυξημένα κέρδη φαίνεται να αντισταθμίζουν και με το παραπάνω το αυξημένο λειτουργικό κόστος των πυρηνικών, σύμφωνα με ανάλυση ερευνητών του Penn State.

Επιπλέον, επί του παρόντος, η πυρηνική ενέργεια δεν περιλαμβάνεται στον Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης Σχεδιασμού (EEDI), πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπάρχει απολύτως κανένα εμπόδιο για τη χρήση της.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι, ο ΙΜΟ εξετάζει το ενδεχόμενο μικρών πυρηνικών αντιδραστήρων, παρόμοιων με αυτούς που χρησιμοποίησε με επιτυχία το Πολεμικό Ναυτικό. Όπως συμβαίνει και στο Πολεμικό Ναυτικό, οι μεγάλοι στόλοι της ναυτιλίας έχουν μεγάλης χωρητικότητας πλοία τα οποία απαιτούν τεράστια ποσότητα ορυκτών καυσίμων. (Safety4Sea,2021).

#### *Προκλήσεις για την υιοθέτηση της πυρηνικής ενέργειας*

Αν και τα περιβαλλοντικά οφέλη της πυρηνικής ενέργειας είναι αδιαμφισβήτητα, η χρήση της δεν είναι ευρέως διαδεδομένη για διάφορους λόγους, ένας εκ των οποίων αποτελεί το γεγονός ότι η πυρηνική ενέργεια δεν έχει γίνει ακόμη αποδεκτή από το ευρύ κοινό, ενώ υπάρχουν και πρακτικά εμπόδια στην υιοθέτηση της. Συγκεκριμένα, η Διεθνής Υπηρεσία Ατομικής Ενέργειας (ΔΥΑΕ) έχει δηλώσει ότι το κύριο πρόβλημα υιοθέτησης της πυρηνικής ενέργειας αποτελεί η διάθεση ραδιενεργών αποβλήτων και η τυχαία απελευθέρωση ραδιενέργειας. Τέτοια ατυχήματα μπορεί να είναι πραγματικά καταστροφικά για όλους τους εμπλεκόμενους. (Safety4Sea,2021).

Πιο συγκεκριμένα, όπως εξηγεί η ΔΥΑΕ, οι πυρηνικές αντιδράσεις μπορούν να έχουν καταστροφικές συνέπειες. Επιπλέον, τα πυρηνικά απόβλητα είναι σε θέση να προκαλέσουν σοβαρή μόλυνση των υδάτων, καταστρέφοντας τη θαλάσσια ζωή και κατά συνέπεια και την ανθρώπινη ζωή.

Ακόμη, ότι η προστασία μιας μονάδας πυρηνικής ενέργειας στη θάλασσα είναι πολύ πιο δύσκολη από ό,τι στη στεριά, εξαιτίας της κίνησης της (Safety4Sea,2021).

Ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το προσωπικό ή οι επιβάτες που βρίσκονται στο πλοίο. Το να βρίσκεται κανείς πολύ κοντά σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα είναι εξαιρετικά επικίνδυνο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο, οι ερευνητές προτείνουν την τήρηση ορισμένων συστάσεων που δημοσιεύθηκαν από τη Διεθνή Επιτροπή Ακτινοπροστασίας (ICRP), όσον αφορά τις μέγιστες επιτρεπόμενες δόσεις ακτινοβολίας. Πιο συγκεκριμένα, εάν υπάρχει

αντιδραστήρας σε ένα πλοίο, όλο το πλήρωμα θεωρείται αυτομάτως «εργαζόμενος σε ακτινοβολία» και δεν πρέπει να εκτίθεται σε περισσότερες από 5 rems<sup>2</sup>ετησίως.

Η ποσότητα ακτινοβολίας είναι πολύ μικρότερη για τους επιβάτες, καθώς δεν πρέπει να εκτίθενται σε περισσότερο από μισό rem ανά έτος. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι χώροι διαμονής των επιβατών θα βρίσκονται μακριά από τον αντιδραστήρα, θα ήταν αδύνατο να εκτεθούν σε μισό rem σε ένα ταξίδι που δεν διαρκεί περισσότερο από τέσσερις μήνες. (Safety4Sea,2021).

Από πλευράς κανονισμών, υπάρχει υφιστάμενη νομοθεσία του IMO για τα πυρηνικά πλοία. Το κεφάλαιο VIII της Διεθνούς Σύμβασης για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα του 1974 παρέχει βασικές απαιτήσεις για τα πυρηνικά πλοία που αφορούν ιδιαίτερα τους κινδύνους από την ακτινοβολία.(Safety4Sea,2021).

Αυτή η δέσμη κανόνων παραπέμπει σε έναν λεπτομερή και ολοκληρωμένο κώδικα ασφαλείας για τα πυρηνικά εμπορικά πλοία, τον οποίο η Συνέλευση του IMO ενέκρινε το 1981. Θα πρέπει να επικαιροποιηθεί για να αντικατοπτρίζει τις νέες τεχνολογίες, αλλά θα πρέπει συνολικά να τις καλύπτει.(Safety4Sea,2021).

Το παρακάτω διάγραμμα περιέχει συνοπτικά τα κυριότερα στοιχεία κάθε καυσίμου χρησιμοποιώντας την μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment-LCA), όσον αφορά τις τελικές εκπομπές ρύπων.

Fuel	Energy Density (MJ/lt)	Volume Comparison HFO	CO2 (kg CO2 / kWh)	CO2 (kg CO2 / kWh) reduction compared to HFO
Heavy Fuel Oil (HFO)	38.2		0.2700	
Liquefied Natural Gas (LNG)	21.6	1.85	0.2061	26%
Liquefied Petroleum Gas (LPG)	24.88	1.62	0.2353	15.6%
Methanol	15.7	2.54	0.2486	11%
Ethane	26.13	1.47	0.2295	Up to 20%
Ammonia	15.7	2.55	0	100%
Biofuels	15.9 – 35.7	0.9 – 1.1	0.14 – 0.16	50%
Hydrogen	9.2	4.33	0.06	75.6%
Synthetic Fuels	F-T: 36.2	0.76		Up to 100%
Solar		N/A	Down to 0	Up to 100%
Fuel Cells		N/A		Up to 100%
Batteries	0.9 – 2.63	N/A	Down to 0	Up to 100%
Wind Power	?	N/A	Down to 0	Up to 100%
Carbon Capture	N/A	N/A		Up 90%
Nuclear Power	79,390,000 MJ/kg		0	Up to 100%

Εικόνα 1Ships Emissions 2023, 2030, 2050 and beyond», Stavros Hatzigrigoris, EA.I.N.T (2022)

<sup>2</sup>Rem:μονάδα μέτρησης πυρηνικής ενέργειας.

### **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>-Κατανάλωση και κόστος εναλλακτικών καυσίμων στη ναυτιλία**

Η κατανάλωση καυσίμου μπορεί να φτάσει και στο 50% του κόστους σε μια ναυτιλιακή επιχείρηση, πρόκειται δηλαδή για μια ανελαστική δαπάνη, ελλείψει βραχυπρόθεσμης εναλλακτικής λύσης, αναφορικά με τα καύσιμα. Προκειμένου να ανταποκριθούν οι πλοιοκτήτες θα πρέπει είτε να εγκαταστήσουν συστήματα καθαρισμού καυσαερίων (scrubbers), είτε να χρησιμοποιήσουν συμβατικά καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο.

Η τελική λύση που θα προκριθεί εξαρτάται από διάφορους παράγοντες κάποιοι εκ των οποίων κάποιοι είναι ενδογενείς (ο τύπος του πλοίου, η ωφέλιμη διάρκεια ζωής του, σε ποιες αγορές επιλέγει να δραστηριοποιηθεί κλπ), ενώ κάποιοι άλλοι είναι εξωγενείς με κυριότερο εξ αυτών να είναι η τιμή του καυσίμου.

Μία ακόμη σημαντική δυσκολία αποτελεί η αδυναμία πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών των καυσίμων, με συνέπεια να μην γνωρίζουν την μελλοντική ζήτηση. Το γεγονός αυτό με την σειρά του, οδηγεί τα διυλιστήρια να μην γνωρίζουν που πρέπει να κυμανθεί η προσφορά καυσίμων εκ μέρους τους και τι είδους καύσιμα θα πρέπει να παράγουν, καθώς η αλλαγή της παραγωγής και η περαιτέρω διύλιση ή η



μείωση της διύλισης απαιτεί τεράστιες επενδύσεις σε πάγιο εξοπλισμό, μετεκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού και μάλιστα σε ένα περιβάλλον, ιδιαίτερος ευμετάβλητο όπου δεν υπάρχει καμιά απολύτως εγγύηση ότι αυτές οι επενδύσεις εάν γίνουν θα καταφέρουν να αποσβεστούν εντός ενός συνετού διαστήματος, ώστε στην συνέχεια να παραχθεί κέρδος για τα διυλιστήρια.

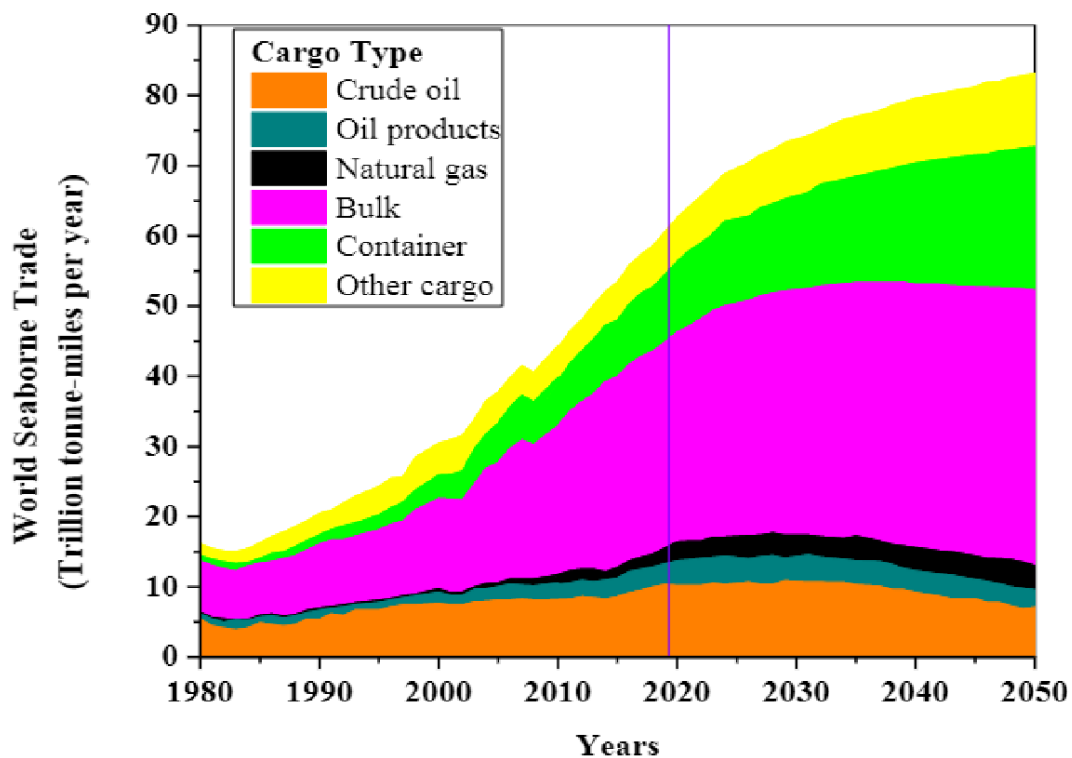
Η αβεβαιότητα που επικρατεί εν όψει της εφαρμογής του νέου κανονισμού του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) για τη χρήση από τα πλοία καυσίμων μειωμένης περιεκτικότητας σε θείο (0,5%), γνωστός ως «IMO 2020», έχει ισχυρό αντίκτυπο στις τιμές των καυσίμων υψηλής περιεκτικότητας σε θείο (HSFO) και χαμηλής περιεκτικότητας (MGO-LS). Την ίδια στιγμή αυξάνονται οι φωνές των πλοιοκτητών που ζητούν οι λύσεις για καθαρότερα καύσιμα να αναζητηθούν όχι πάνω στα πλοία αλλά από τη βιομηχανία καυσίμων.

Σύμφωνα με τους **ChuVan T., Ramirez J., Rainey T., Ristovski Z., Brown J.R. (2019)**, στην μελέτη τους με τίτλο «**Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions**» περίπου 2 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου ημερησίως (bbl/d) θα χρειαστεί να μετατραπούν σε περισσότερο διυλισμένο καύσιμο ώστε να ικανοποιηθούν οι στόχοι του IMO με μια τάση αύξησης 500.000 bbl/d κάθε χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι τα διυλιστήρια θα πρέπει να επανασχεδιάσουν την παραγωγή τους. Προκύπτει σύμφωνα με την έρευνα μια επένδυση από 2 έως 5 δισεκατομμύρια δολάρια για την παραγωγή 300.000 bbl/d διυλισμένου καυσίμου και μια περίοδος απόσβεσης 4,2 έως 5 χρόνια ενώ ταυτόχρονα προβλέπεται και σημαντική αύξηση των εκπομπών GHG.

Στην ίδια μελέτη γίνεται αναφορά στις επιπτώσεις που θα έχουν οι κανονισμοί και στον ναυτιλιακό κλάδο καθώς μέχρι το 2050 αναμένεται μια αύξηση του παγκοσμίου εμπορίου δια θαλάσσης κατά 60%.

Τα προϊόντα που μεταφέρονται δια θαλάσσης καθώς και η εξέλιξη της ζήτησης τους φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.

#### **Διάγραμμα 4**



Αν και όπως έχει τονιστεί είναι δύσκολο έως αδύνατο να γίνουν μακροπρόθεσμες προβλέψεις για την ακρίβεια των παραπάνω δεδομένων παρόλα αυτά με τον παγκόσμιο πληθυσμό να αυξάνεται το σίγουρο είναι ότι το εμπόριο δια θαλάσσης θα γνωρίσει σημαντική αύξηση. Καθίσταται λοιπόν προφανής η σημασία «καθαρότερων» καυσίμων. Η χρήση εναλλακτικών καυσίμων προκρίνεται ως μια εναλλακτική στην μελέτη αυτή. Συγκεκριμένα το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) και η βιομάζα (biofuel) πιθανά να αντιπροσωπεύουν το 50% της παγκόσμιας ζήτησης καυσίμων έως το 2050, τόσο για πλοία ανοικτής όσο και κλειστής θαλάσσης, όπως φαίνεται στο κάτωθι διάγραμμα.

## Διάγραμμα 5

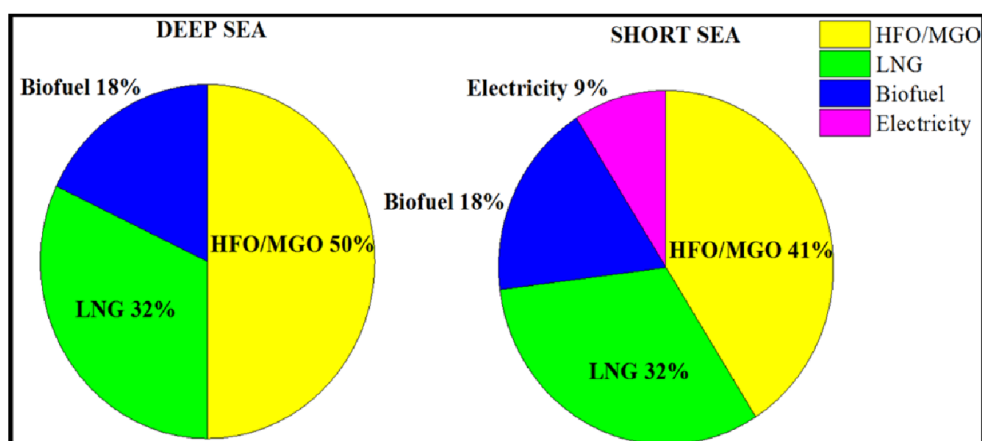


Fig. 5. Shipping fuel mix 2050 (DNV-GL, 2017).

Επίσης μελετήθηκε η χρήση της μεθανόλης ως εναλλακτικού καυσίμου λόγω της μεγάλης μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου από την χρήση της, συγκρινόμενη με το MGO και το HFO. Από την έρευνα προέκυψε ότι ενώ το κόστος της ως καύσιμο είναι ελάχιστα χαμηλότερο από το MGO, λύση της μεθανόλης δεν ενδείκνυται σε μακροπρόθεσμη βάση λόγω της μεγάλης περιόδου απαιτείται για την επένδυση.

Στην συνέχεια μελετάται η χρήση του LNG ως εναλλακτική επιλογή, η οποία προσφέρει πολύ χαμηλότερα λειτουργικά κόστη από κάθε άλλη εναλλακτική καθώς και μεγάλη μείωση εκπομπών όμως τα κεφάλαια που απαιτούνται για την κατασκευή του με σημερινή τεχνολογία τουλάχιστον είναι υψηλά όπως φαίνεται και στο διάγραμμα. (Table 1)

**Table 1**

Comparison between the alternatives: LNG, Methanol, MGO and HFO/Scrubber with HFO (IMO, 2016b, c).

Fuel types	Environmental factors				Other factors		
	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM	CO <sub>2</sub>	Cargo capacity	Capital investments	Operating costs
LNG	++	++	++	+	Restricted	Very high	Very low
Methanol	++	+	++	++	Restricted	Very high	High
MGO	+	-	-	-	Unrestricted	Low	Very high
HFO/Scrubber	+	-	+	-	Slightly restricted	High	Medium
HFO	-	-	-	-	Unrestricted	Low	Low

+ + very positively, + positive, - negative, - - very negative.

Σε ένα τέτοιο περιβάλλον με τις τιμές του καυσίμου να είναι αδύνατον να προβλεφθούν οι πλοιοκτήτες, οι οποίοι με τις αποφάσεις τους θα δώσουν το σήμα για το πως θα κινηθούν οι συναρτήσεις ζήτησης και προσφοράς για το κάθε καύσιμο έχουν να επιλέξουν μεταξύ τριών επιλογών:

#### A) Χρήση συμβατικών καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας SO<sub>x</sub>

Αποτελεί ίσως την απλούστερη μεταξύ των τριών επιλογών. Πρόκειται για την αλλαγή των μηχανών του πλοίου ώστε να χρησιμοποιούν καύσιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Τα συγκεκριμένα καύσιμα είναι:

- Marine Gas Oil (MGO)
- Ultra low Sulphur Fuel Oil (ULSFO)
- Very low Sulphur Fuel Oil (VLSFO)

Αυτά τα καύσιμα είναι αποτέλεσμα μεγαλύτερης δύλισης συνεπώς οι τιμές τους είναι αυξημένες σε σχέση με το Heavy Fuel oil (HFO). Αν και οι τιμές των καυσίμων διαφέρουν από λιμάνι σε λιμάνι φαίνεται ξεκάθαρα στο παρακάτω διάγραμμα η αυξημένη τιμή που έχουν τα καύσιμα αυτά σε σχέση με το HFO.



Η ζήτηση για το HFO έχει ήδη σημειώσει πτώση περίπου 20% στις αγορές της Ασίας. Οι πλοιοκτήτες μπορούν να χρησιμοποιούν ULSFO ειδικά σε ECA's, όπου τα

όρια εκπομπών είναι ακόμα χαμηλότερα καθώς αποτελεί μια φθηνότερη εναλλακτική του MGO, με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο από το HFO. Στην βάση αυτή η κατανάλωση ULSFO αυξάνεται σταθερά κάθε χρόνο. Υπολογίζεται πως το 2020 υπήρχαν πάνω από 900.000 βαρέλια ανα ημέρα (brd) ULSFO διαθέσιμα στις αγορές. Αντίστοιχα για το MGO προβλέπεται ότι η παραγωγή του θα έχει φτάσει τα 3,4 εκατομμύρια brd το 2020 από 1,9 εκατομμύρια το 2019.

Βέβαια οι αυξημένες τιμές σε σχέση με το HFO οδηγούν σε υψηλότερο κόστος της παρεχόμενης υπηρεσίας ή σε απορρόφηση αυτού του κόστους από τους πλοιοκτήτες κάτι που σημαίνει μείωση κερδών. Από την άλλη μεριά αν ένας πλοιοκτήτης επιλέξει την αλλαγή του καυσίμου που χρησιμοποιεί δεν θα χρειαστεί να προχωρήσει σε μια τεράστια επένδυση παγίου κεφαλαίου, κάτι που απαιτεί η εγκατάσταση scrubbers. Αντίθετα θα πρέπει να επενδύσει ένα πολύ μικρότερο ποσό στην τροποποίηση των μηχανών ώστε να είναι συμβατές με τον νέο τύπο καυσίμου. Θα κρατήσει την μεταφορική του ικανότητα άθικτη και το πλοίο του θα βγει ξανά στην αγορά προς αναζήτηση ναύλωσης ίσως γρηγορότερα. Στην περίπτωση αυτή ίσως επωφεληθεί, βραχυπρόθεσμα τουλάχιστον, σε σχέση με ανταγωνιστές του οι οποίοι έχουν αποσύρει πρόσκαιρα τα πλοία τους λόγω εγκατάστασης Scrubbers. Φυσικά ισχύει και στην περίπτωση αυτή, όπως και σε κάθε άλλη, ότι αναφέρθηκε παραπάνω σε σχέση με την προσφορά και ζήτηση μεταφορικών υπηρεσιών και άρα την πορεία των ναύλων σε περίπτωση που πολλοί πλοιοκτήτες προχωρήσουν σε τροποποιήσεις ταυτόχρονα.

Σύμφωνα με τον Bilgili (2021) στην μελέτη του “Life cycle comparison of marine fuels for IMO 2020 Sulphur Cap”, που δημοσιεύτηκε το 2021 αναλύει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν τέσσερα διαφορετικά είδη ναυτιλιακών καυσίμων και συγκεκριμένα τα: HFO, LFO, VLSFO, ULSFO κατά την διαδικασία της παραγωγής, της διανομής και της λειτουργικής επεξεργασίας τους. Η ανάλυση γίνεται με βάση την Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής ( Life cycle Assessment – LCA) για το κάθε καύσιμο.

Η μέθοδος του LCA έκανε τα πρώτα της βήματα την δεκαετία του 1970 και αναλύει τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις που παρουσιάζει η παραγωγή ενός προϊόντος η η παροχή μιας υπηρεσίας, από το αρχικό στάδιο που είναι η έναρξη του/της έως και το τελικό στάδιο της χρήσης ή ακόμα και της

ανακύκλωσης, εάν το αντικείμενο μελέτης είναι ένα ανακυκλώσιμο προϊόν. Με βάση αυτό αναγνωρίζεται η σημαντική προσπάθεια μείωσης των εκπομπών GHG από την ναυτιλιακή βιομηχανία, το συμπέρασμα το οποίο εξάγεται αναφέρει ότι η χρήση ορυκτών καυσίμων έχει πολύ μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ιδιαίτερα σε μακροπρόθεσμο επίπεδο σε σχέση με την χρήση οποιουδήποτε άλλου εναλλακτικού καυσίμου.

Υπάρχουν διαφορές βέβαια στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για κάθε διαφορετικό καύσιμο στους τρεις τομείς που εξετάζονται. Συγκεκριμένα η χρήση VLSFO, ULSFO ενώ μειώνει δραστικά τις εκπομπές SO<sub>2</sub> κατά την διάρκεια χρήσης τους από τα πλοία, η διαδικασία διύλισης τους συνεισφέρει τα μέγιστα στις ανωτέρω εκπομπές και συνεπώς η συνολική τους συνεισφορά στις εκπομπές είναι αυξημένη σε σχέση με το HFO κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής τους, συνεπώς δεν επιδεικνύουν τα θετικά αποτελέσματα σε όρους LCA που θα δημιουργούσε τις προϋποθέσεις για περαιτέρω χρησιμοποίησή τους. Αυτό συμβαίνει καθώς το HFO δεν οδηγεί σε ιδιαίτερα αυξημένες εκπομπές στην διάρκεια της διύλισης και της διανομής του και αυτό τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι εδώ και δεκαετίες αποτελεί το πιο διαδεδομένο καύσιμο στην ναυτιλία και συνεπώς τα διυλιστήρια έχουν επενδύσει στην έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών πάνω στην επεξεργασία του, κάτι που έχει οδηγήσει με την σειρά σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα στα στάδια της διύλισης.

Αξίζει να επισημανθεί η σημασία των επενδύσεων στον τομέα της έρευνας και της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών διύλισης, διανομής και επεξεργασίας των ανωτέρω αλλά και κάθε είδους εναλλακτικού καυσίμου. Μια νέα μέθοδος στην διύλιση των VLSF και ULSF ίσως οδηγήσει σε βελτίωση των αποτελεσμάτων τους σε όρους LCA μειώνοντας δραστικά τις εκπομπές τους κατά την διάρκεια της διύλισης.

Συνεπώς η συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων, ήτοι διυλιστηρίων, πλοιοκτητών και διαχειριστών στην κατεύθυνση της βελτίωσης της διαδικασίας διύλισης πιθανά να αποτελέσει την λύση στο ζήτημα των ολιστικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αντίστοιχων καυσίμων, ειδικά αν οι τιμές των καυσίμων παραμείνουν σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια και άρα η επένδυση σε scrubbers απομακρυνθεί ως βιώσιμη και συμφέρουσα επιλογή.

## B) Εγκατάσταση Scrubbers

Η επιλογή αυτή αφορά στην εγκατάσταση ενός συστήματος καθαρισμού καυσαερίων τα οποία εκπέμπονται από την μηχανή εσωτερικής καύσης του πλοίου όταν αυτή βρίσκεται σε λειτουργία. Όσο μικρότερη είναι η διύλιση που έχει υποστεί το καύσιμο τόσο μεγαλύτερες είναι και οι εκπομπές θείου, οπότε με τον τρόπο αυτόν ένα πλοίο εξακολουθεί να καίει την ίδια ποιότητα καυσίμου, χωρίς περαιτέρω διύλιση του, κάτι που θα αύξανε αρκετά το κόστος προμήθειας του από τα διυλιστήρια, όμως οι εκπομπές προς το περιβάλλον μειώνονται δραστικά καθώς τα καυσαέρια φιλτράρονται από το σύστημα αυτό πριν καταλήξουν στην ατμόσφαιρα. Είναι μια διαδικασία μέσω της οποίας ο πλοιοκτήτης εξακολουθεί να αγοράζει καύσιμο υψηλότερης περιεκτικότητας σε θείο κερδίζοντας από την διαφορά των τιμών μεταξύ αυτού και ενός καυσίμου με χαμηλότερη περιεκτικότητα και άρα οι ταμειακές του ροές δεν εξαρτώνται τόσο πολύ από τις μεταβολές στην τιμή, καθώς όσο ακριβότερο είναι ένα καύσιμο, σε περίπτωση ανατίμησης του οι ταμειακές ροές θα επιβαρυνθούν περισσότερο. Φυσικά είναι αδύνατον να προβλεφθεί η πορεία των τιμών των καυσίμων καθώς είναι μια μεταβλητή που εξαρτάται και από γεωπολιτικούς και όχι μόνο οικονομικούς παράγοντες.

Τα φίλτρα λειτουργούν: α) Μέσω συστήματος κλειστού βρόγχου (close loop system), η οποία αποτελεί και την πιο οικολογική επιλογή καθώς χρησιμοποιώντας υδροξείδιο του νατρίου επεξεργάζεται καθαρό νερό και όχι θαλασσινό, β) ανοικτού βρόγχου (open loop system), το οποίο χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό ως μέσο καθαρισμού προκειμένου να αποσυνθέσει πιο εύκολα τα σωματίδια που εκπέμπονται από την καύση του καυσίμου ή γ) υβριδικού βρόγχου (hybrid loop system) όπου στην επιλογή αυτή όταν ένα πλοίο κινείται εκτός ECA χρησιμοποιεί σύστημα κλειστού βρόγχου και όταν βρεθεί εκτός ECA αλλάζει σε σύστημα ανοικτού βρόγχου προκειμένου να επωφεληθεί από τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν και τα δύο συστήματα. (Lindstadet. al, 2017). Το πιο διαδεδομένο σύστημα μέχρι στιγμής είναι το ανοικτού βρόγχου και στην σειρά ακολουθούν το υβριδικό και το κλειστού βρόγχου (Clarkson's Research Services, 2020)

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν αποφασιστεί η εγκατάσταση των scrubbers είναι το γεγονός ότι τα συστήματα αυτά καταλαμβάνουν αρκετό χώρο επί του πλοίου, με συνέπεια τη μείωση της μεταφορικής τους ικανότητα, με αποτέλεσμα την αντίστοιχη επίπτωση στις οικονομίες κλίμακας.

Μία ακόμη σημαντική επίπτωση αφορά στις ταμειακές ροές και στα έσοδα που το πλοίο μπορεί να εξασφαλίσει. Εάν λοιπόν ένα πλοίο δραστηριοποιείται σε αγορές στις οποίες για να ανταποκριθεί στην ζήτηση χρειάζεται να χρησιμοποιεί το σύνολο της μεταφορικής του ικανότητας, πρέπει να υπάρξει ενδελεχής ανάλυση και της διαφοράς (spread) μεταξύ των τιμών των καυσίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο σε σχέση με αυτά με χαμηλή περιεκτικότητα προκειμένου να καταλήξει η επιχείρηση στο συμπέρασμα της εγκατάστασης ή μη των scrubbers ή στην αλλαγή καυσίμου το οποίο χρησιμοποιεί για τις μηχανές της.

Μέχρι τον Ιούλιο του 2021 είχαν εγκατασταθεί 4.168 συστήματα scrubbers, τα οποία αντιστοιχούν σε 484,21 DWT επί της συνολικής παγκόσμιας χωρητικότητας, το οποίο με την σειρά του αντιστοιχεί στο 22,38% της παγκόσμιας μεταφορικής ικανότητας (Clarkson's Timeseries Data, 2021).

Απαιτείται μια επένδυση έως και δέκα εκατομμύρια δολάρια για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος, ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, την ταχύτητα με την οποία ταξιδεύει, κάτι που αντίστοιχα εξαρτάται από την αγορά στην οποία έχει επιλέξει να δραστηριοποιείται και το είδος του φορτίου που μεταφέρει. Οπότε είναι ιδιαίτερα σημαντικό να υπολογιστεί η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης. Αυτή ορίζεται με βάση την στιγμή που η εταιρία φτάνει στο «νεκρό σημείο», όταν δηλαδή η Καθαρά Παρούσα Αξία της επένδυσης ισούται με μηδέν. (Zis, et.al.,2021). Συνεπώς η επένδυση είναι συμφέρουσα στην περίπτωση που η απόσβεση επιτυγχάνεται σε περίοδο μικρότερη της διάρκειας ζωής του πλοίου. Προκύπτει λοιπόν μια διαφοροποίηση στην περίοδο της απόσβεσης ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, αλλά και με την επιλογή των δρομολογίων. Εύλογο είναι ότι όσο υψηλότερες είναι οι τιμές των καυσίμων τόσο μικρότερη είναι η περίοδος απόσβεσης καθώς το πλοίο θα μπορεί να χρησιμοποιεί την ίδια ποιότητα καυσίμου χωρίς να αναγκαστεί να πληρώσει μεγαλύτερες τιμές για το «καθαρότερο». Η περίοδος απόσβεσης επίσης μειώνεται καθώς οι κανονισμοί γίνονται αυστηρότεροι. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι η μικρότερη περίοδος απόσβεσης προκύπτει για όλους ανεξαιρέτως τους τύπους πλοίων στις τιμές καυσίμων του 2014, καθώς τότε οι τιμές ήταν αυξημένες, ενώ αντίθετα με βάση τις τιμές του 2020, οι οποίες είναι αισθητά μειωμένες, η περίοδος απόσβεσης φτάνει έως και τα 20 έτη, οπότε κρίνεται ασύμφορη η επένδυση σε Scrubbers, εάν οι τιμές παραμείνουν σε τόσο χαμηλά επίπεδα (Zis, et.al.,2021).

Επίσης μείωση εκπομπών διοξειδίου του θείου επιτυγχάνεται με μείωση της ταχύτητας του πλοίου. Άλλωστε όσο αυξάνεται η ταχύτητα του πλοίου κατά έναν



κόμβο, η αύξηση της κατανάλωσης ακολουθεί εκθετικούς και όχι αναλογικούς ρυθμούς αύξησης και αντίστροφα. Η ρύθμιση της ταχύτητας υπολογίζεται και με βάση την αγορά δραστηριότητας του πλοίου. Εάν πρόκειται για πλοίο μεταφοράς πρώτων υλών (σιδηρομετάλλευμα, βωξίτης, χαλκός, άμμος, κλπ.), τότε η μείωση της ταχύτητας μπορεί να επιτευχθεί ευκολότερα.. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τέτοιου είδους αποφάσεις είναι κατά πόσο το πλοίο κινείται εντός ή εκτός περιοχής ECA.

Τα φίλτρα αυτά πάντως αποδεδειγμένα οδηγούν σε μείωση εκπομπών και του διοξειδίου του θείου αλλά και των υπολοίπων επιβλαβών αερίων που εκπέμπονται κατά την λειτουργία του πλοίου κατά ποσοστό που μπορεί να φτάσει έως και το 97%.

### Γ) LNG

Το LNG είναι η καθαρότερη μορφή φυσικού αερίου περιέχοντας 98% μεθάνιο καθώς θεωρείται συνώνυμο του. Η χρήση του υγροποιημένου φυσικού αερίου ως καύσιμο εξαρτάται από τις υποδομές και την δυνατότητα προμήθειας του καυσίμου. Σήμερα, τα περισσότερα πλοία LNG βρίσκονται στα Ευρωπαϊκά ύδατα, στην ακτοπλοΐα και όχι στην εμπορική ναυτιλία ελλείψει αντίστοιχων υποδομών στα λιμάνια. Οι δυσκολίες έγκειται στην έλλειψη συστήματος διακίνησης, η απουσία εγκαταστάσεων αποθήκευσης και το κόστος μετατροπής σε υπάρχουσες λιμενικές εγκαταστάσεις.

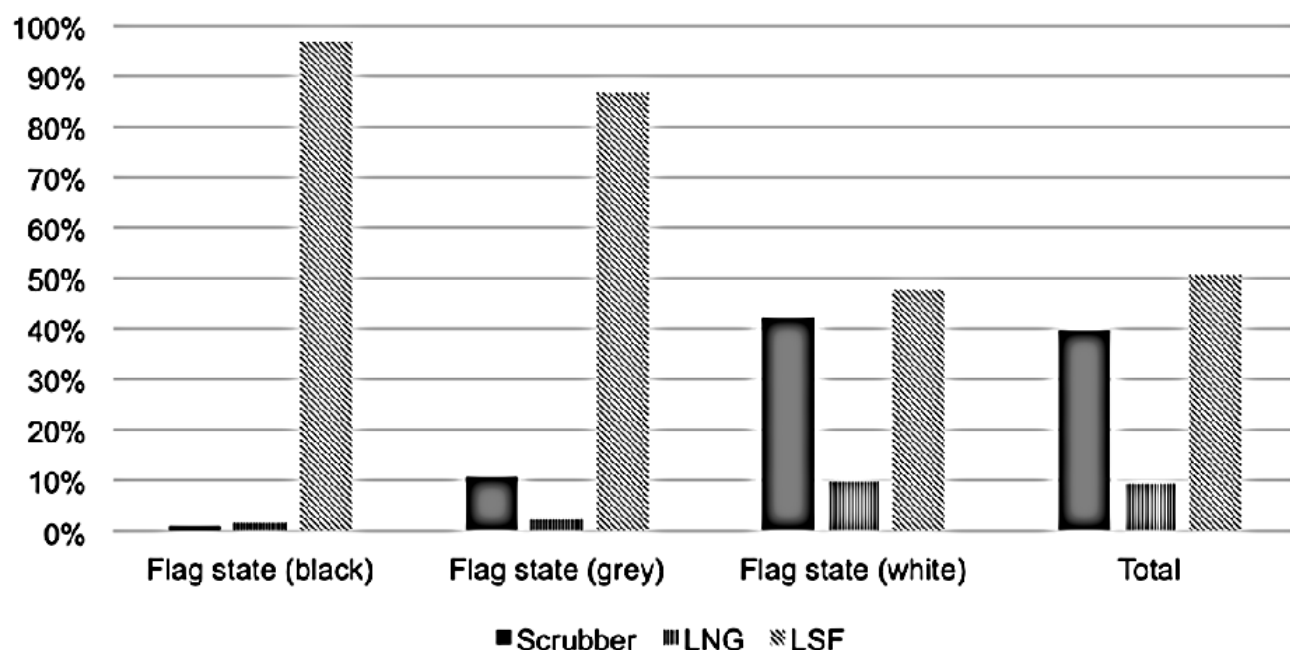
Ακόμη, η μετατροπή των μηχανών του πλοίου για την κατανάλωση LNG είναι μια μακρόχρονη και δαπανηρή διαδικασία. Είναι πιο συμφέρουσα επιλογή κατά την αγορά ενός νεότευκτου πλοίου, εντούτοις, το LNG είναι αρκετά ακριβότερο από ένα συμβατικό πλοίο καθώς κοστίζει από πάνω από 60-80 εκατομμύρια δολάρια εκατομμύρια δολάρια.

Σε αντίθετη περίπτωση όχι μόνο απαιτούνται περισσότερα κεφάλαια για την μετατροπή, αλλά ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η

ανάγκη εκπαίδευσης του προσωπικού στον νέο τύπο μηχανών καθώς και η δυσκολία και η επικινδυνότητα στην μεταφορά του LNG, δεδομένου ότι πρέπει να είναι σε υγρή μορφή, διαδικασία που απαιτεί κόστος, χρόνο κι επένδυση. Συνεπώς, η χρήση του LNG δεν κρίνεται συμφέρουσα από τους περισσότερους πλοιοκτήτες σε βραχυπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο διάστημα.(Lindstadet. al, 2017).

**Table 6**  
The number of vessels, classified by flag state.

Solution	Flag state (black)	Flag state (gray)	Flag state (white)
Scrubber	2	22	2054
LNG	3	5	485
LSF	161	177	2323
Total	166	204	4862



**Fig. 4.** Share of vessels with three different compliance levels, by compliance solution.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4-ΠΡΟΟΔΟΣ ΤΗΣ ΚΙΝΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ (ΙΜΟ) ΣΤΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΠΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

### 4.1.ΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΑΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΠΑΝΘΡΑΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η πρόοδος που σημείωσαν οι κινεζικές ναυτιλιακές εταιρίες στην απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές καταδεικνύει την φιλοδοξία τους να προχωρήσουν με γοργό ρυθμό, προκειμένου να υλοποιήσουν τους στόχους του IMO.

Οι κινεζικές ναυτιλιακές εταιρίες αν και προοδεύουν αισθητά προς την απανθρακοποίηση του ναυτιλιακού τομέα, δεν φαίνεται να επιθυμούν να ηγηθούν των παγκόσμιων προσπαθειών. Το παρθενικό ταξίδι ενός πλήρως ηλεκτρικού φορτηγού πλοίου 3.000 dwt στον ποταμό Γιανγκτσέ εντός του 2022, ήταν ένα από τα πιο εντυπωσιακά επιτεύγματα της χώρας.

Ο σχεδιασμός με μεθανόλη, του πολύ μεγάλου πλοίου μεταφοράς αργού πετρελαίου, που αναπτύχθηκε από την Cosco Shipping Energy Transportation, σε συνεργασία με το εγχώριο ναυπηγείο Dalian Shipbuilding Industry, ήταν εξίσου σημαντικό βήμα. Ωστόσο, ελάχιστοι Κινέζοι πλοιοκτήτες έχουν επενδύσει σε εναλλακτικά καύσιμα- σε υφιστάμενους στόλους ή νεότευκτα πλοία σε αντίθεση με τους ξένους ομολόγους τους, όπως η Maersk και η Eastern Pacific Shipping.

Στην πρόσφατη έκθεσή της για τη βιωσιμότητα, η εταιρία που είναι εισηγμένη στη Σαγκάη και το Χονγκ Κονγκ παρουσίασε τον βασικό της στόχο να επιτύχει ουδετερότητα ως προς τον άνθρακα έως το 2060. Αν κι αυτή η κίνηση σηματοδοτεί την πρώτη φορά που ο κινεζικός γίγαντας δεσμεύτηκε δημοσίως για μείωση των εκπομπών, εξακολουθεί να είναι 10 χρόνια πίσω από τον στόχο που έχουν ήδη θέσει ορισμένοι από τους μεγαλύτερους ξένους ανταγωνιστές του. Εντούτοις, η θυγατρική της CSH που εδρεύει στο Χονγκ Κονγκ και δραστηριοποιείται στη ναυτιλία εμπορευματοκιβωτίων, η Orient Overseas (International), φαίνεται να έχει προχωρήσει περισσότερο από την βασική εταιρία. Πιο συγκεκριμένα, προτρέπουν τους ρυθμιστικούς φορείς να καταρτίσουν οδικούς χάρτες απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές και να υποστηρίξουν τη ναυτιλιακή βιομηχανία στην υλοποίηση επίτευξης καθαρών μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050".

Η χρηματοδότηση Poseidon αποτελεί πλέον πάγια τακτική των συμφωνιών αναχρηματοδότησης με τους κινέζους εκμισθωτές. Πρόκειται για μία πρωτοβουλία που ξεκίνησε το 2019, με στόχο, την ευθυγράμμιση της δανειοδοτικής δραστηριότητας με τους κλιματικούς στόχους της ναυτιλίας. Κέρδισε υπογραφές από περίπου 27 τράπεζες, που καλύπτουν περίπου το ήμισυ του παγκόσμιου χαρτοφυλακίου χρηματοδότησης πλοίων, αν και οι Κινέζοι εκμισθωτές εξακολουθούν να απουσιάζουν από αυτόν τον κατάλογο των υπογραφόντων.

Για να ενταχθούν οι Κινέζοι δανειστές, θα απαιτηθεί η συγκατάθεση των τραπεζικών ρυθμιστικών αρχών στην Κίνα, η οποία δεν έχει ακόμη δοθεί, δεδομένου ότι οι περισσότεροι μεγάλοι οίκοι χρηματοδοτικής μίσθωσης είναι θυγατρικές ξένων κρατικών τραπεζών ή επιχειρήσεων, με συνέπεια να είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικοί αναφορικά με τη συμμετοχή τους σε τέτοιου είδους πρωτοβουλίες στο εξωτερικό, ή οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν ρυθμιστικές ανησυχίες ή να περιορίσουν την ικανότητά τους για δραστηριοποίηση. .

Η προθεσμία της CSH για ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα το 2060 είναι σύμφωνη με την εθνική ατζέντα της χώρας για την απαλλαγή από τον άνθρακα, ενώ χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιαπωνία στοχεύουν στις μηδενικές εκπομπές έως το 2050. Ειδικοί σε θέματα ναυτιλίας της McKinsey, υποστήριξαν εντούτοις, ότι η επιτάχυνση είναι ακόμη δυνατή. Οι πελάτες - τουλάχιστον σε ορισμένα τμήματα, όπως η ναυτιλία εμπορευματοκιβωτίων - απαιτούν όλο και περισσότερο εφοδιαστικές αλυσίδες χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών άνθρακα και είναι συχνά πρόθυμοι να μοιραστούν το κόστος.

Έχει επιχειρηματική αξία για τις κινεζικές ναυτιλιακές εταιρίες που εξυπηρετούν όχι μόνο εγχώριους αλλά και παγκόσμιους πελάτες, να απαλλάξουν τις υπηρεσίες τους από τον άνθρακα, διότι σε αντίθετη περίπτωση θα χάσουν φορτία υψηλής αξίας τα οποία εξυπηρετούνται από άλλες ναυτιλιακές εταιρίες οι οποίες θα μπορούν αν εκπληρώσουν τους εν λόγω ναυτιλιακούς στόχους.

Επιπλέον, η Κίνα δεδομένου του εκτεταμένου ναυτιλιακού οικοσυστήματος είναι σε θέση να πρωτοπορήσει σε αυτή τη προσπάθεια του ναυτιλιακού κλάδου κατά της κλιματικής αλλαγής, δεδομένου ότι διαθέτει εταιρίες ενέργειας, ναυπηγεία, σχεδιαστές πλοίων, πλοιοκτήτες, χρηματοδότες και ναυλωτές. Πρόσφατα η Κίνα, μαζί με μια ομάδα αναπτυσσόμενων χωρών με μεγάλη επιρροή, στον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό για τη μείωση των ναυτιλιακών εκπομπών, έκαναν διαφοροποιημένες- σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Ένωση- προτάσεις προς αυτή την κατεύθυνση. Η πρόταση θα καθόριζε ανώτερα και κατώτερα όρια εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για τα πλοία με βάση το εύρος βαθμολογίας C του δείκτη έντασης άνθρακα. Οι εκπομπές μεγαλύτερες του μέσου όρου θα συνεπάγονται φορολογικές επιβαρύνσεις- οι λιγότερες εκπομπές θα οδηγούν σε επιβράβευση. Το λεγόμενο σύστημα International Maritime Sustainability Funding & Reward είναι χαμηλότερης φιλοδοξίας σε σύγκριση με παρόμοια σχέδια ορισμένων ανεπτυγμένων χωρών, αλλά θα μπορούσε να συγκεντρώσει υποστήριξη από άλλα κράτη.

Η Κίνα ήταν απρόθυμη να εξετάσει τα Market Based Measures (MBM) σε επίπεδο IMO και η αλλαγή στάσης θα έχει αντίκτυπο στην προσέγγιση των εγχώριων ναυτιλιακών εταιρειών για τη μείωση των εκπομπών, σύμφωνα με τον επικεφαλής της BIMCO Ασίας.

Εν τω μεταξύ, η China Merchants Energy Shipping, ο ναυτιλιακός βραχίονας του κρατικού ομίλου China Merchants Group, επιδιώκει να παραδώσει το πρώτο ποταμόπλοιο Ro-Ro που θα κινείται με υδρογόνο, το οποίο θα παρασκευάζεται με τη χρήση πράσινης μεθανόλης, το επόμενο έτος. Η εν λόγω εταιρία σχεδιάζει επίσης να δημοσιεύσει την πρώτη της έκθεση Environmental, Social, and Governance (ESG) τους επόμενους μήνες, στην οποία θα εκθέσει τα σχέδιά της για την απαλλαγή από τον άνθρακα έως το 2025, το 2030 και το 2050.

Μόλις οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής καθορίσουν την κατεύθυνση, οι κινεζικές ναυτιλιακές εταιρίες θα γνωρίζουν το πλαίσιο στο οποίο θα βασίζεται η ανταγωνιστικότητά τους στο μέλλον.

#### 4.2. ΠΡΟΣΔΟΚΙΕΣ ΤΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ (IMO)

Η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα θα συνεχίσει να αποτελεί επίκεντρο συζήτησης, ενώ οι φορείς εκμετάλλευσης προσπαθούν να υλοποιήσουν τα βραχυπρόθεσμα μέτρα που θα ισχύουν από το 2023. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός έχει στο τραπέζι πέντε σχέδια για μέτρα που βασίζονται στην αγορά, τα οποία υποβλήθηκαν από τις Νήσους Μάρσαλ, τη Νορβηγία, την Κίνα, την Ιαπωνία και το Διεθνές Ναυτιλιακό Επιμελητήριο. Οι προτάσεις περιλαμβάνουν εισφορές διοξειδίου του άνθρακα, συστήματα εμπορίας εκπομπών και ένα πρότυπο καυσίμων χαμηλών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ η Κίνα και η Ιαπωνία έχουν προτείνει συστήματα "αμοιβών", όπου τα πλοία φορολογούνται ή ανταμείβονται με βάση τη μέση απόδοση των εκπομπών τους. Η ομάδα εργασίας της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος για τα αέρια του θερμοκηπίου άρχισε να εξετάζει λεπτομερώς τα εν λόγω στοιχεία τον Μάιο του 2022. Ο IMO συμφώνησε σε

συναίνεση για την ανάγκη λήψης μέτρων με βάση την αγορά μετά από μια δεκαετία συνομιλιών. Οι χώρες συμφώνησαν ότι θα πρέπει να υπάρχει ένα καλάθι μέτρων - περισσότερες από μία πολιτικές- αλλά δεν έχουν ακόμη αποφασίσει τι θα πρέπει πραγματικά να υπάρχει σε αυτό το "καλάθι".

Ένα βασικό πρόβλημα στις συζητήσεις με τον IMO, αφορά στο κατά πόσο θα πρέπει να μετρηθούν οι εκπομπές από την παραγωγή μέχρι την καύση ή μόνο οι εκπομπές από τη δεξαμενή από το ίδιο το πλοίο.

Εκτιμήσεις υποστηρίζουν ότι ο IMO θα κινηθεί πολύ πιο γρήγορα από ό,τι φαίνεται μέχρι σήμερα, δεδομένου του μέχρι σήμερα επιπέδου σύγκλισης. Ωστόσο, ενώ υπάρχει μεγαλύτερη υποστήριξη για την εφαρμογή ενός μέτρου, οι χώρες απέχουν πολύ από το να είναι ενωμένες ως προς τον τρόπο λειτουργίας του.

Τα μεγάλα προβλήματα είναι το πόσο θα πρέπει να κοστίζει ένας φόρος και πόσα από τα χρήματα θα πρέπει να δαπανηθούν για να βοηθηθούν οι φτωχότερες χώρες και τα νησιωτικά κράτη, ώστε να αντιμετωπίσουν το κόστος της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Ένα άλλο ζήτημα είναι αν θα πρέπει να μετρηθούν οι εκπομπές από την παραγωγή μέχρι την καύση, ή μόνο οι εκπομπές από τη δεξαμενή από το ίδιο το πλοίο (το τελευταίο θα ήταν πολύ πιο εύκολο για τους φορείς εκμετάλλευσης να το υπολογίσουν).

Ο διαχωρισμός είναι σε γενικές γραμμές μεταξύ των πιο φιλόδοξων χωρών (όπως η ΕΕ27, το Ηνωμένο Βασίλειο και τα νησιωτικά κράτη που κινδυνεύουν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας) και των αναπτυσσόμενων χωρών και των πετρελαϊκών κρατών, όπως η Κίνα, η Ρωσία, η Σαουδική Αραβία, η Αργεντινή, η Νότια Αφρική και η Βραζιλία. Αυτές υποστηρίζουν ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες φέρουν μικρότερη ευθύνη για την κλιματική αλλαγή και είναι λιγότερο ικανές να πληρώσουν το κόστος. Έχουν πίεση για ασθενέστερα μέτρα και για μεγαλύτερο μερίδιο από τα όποια κεφάλαια συγκεντρωνθούν.

Στο εγγύς μέλλον, οι φορείς εκμετάλλευσης θα ανησυχούν περισσότερο για τα δύο βραχυπρόθεσμα μέτρα του IMO για τις εκπομπές, τα οποία τίθενται σε εφαρμογή από το 2023: τον Δείκτη Ενεργειακής Απόδοσης Υφιστάμενων Πλοίων και τον Δείκτη Έντασης Άνθρακα. Ο δείκτης EEXI μετρά τις εκπομπές ανά τονοχιλιόμετρο φορτίου και ο δείκτης CII βαθμολογεί τα πλοία με βάση την επιχειρησιακή ένταση άνθρακα, από το Α έως το Ε.

Ωστόσο, ο CII δεν διαθέτει μηχανισμό επιβολής και δεν υπάρχουν συνέπειες για τη μη συμμόρφωση. Δεν υπάρχουν συνέπειες εάν δεν εφαρμόστεί το σχέδιο και δεν υπάρχει ποτέ περίπτωση να απαιτηθεί από ένα πλοίο που αποτυγχάνει να σταματήσει να πλέει.

Εντούτοις αν και ο EEXI και ο CII έχουν εγκριθεί, ο IMO εξακολουθεί να αποφασίζει μεταξύ δύο τρόπων μέτρησης της έντασης του άνθρακα. Και οι αδυναμίες του θα μπορούσαν να έχουν μεγαλύτερες συνέπειες, δεδομένου ότι το σχέδιο MBM της Κίνας - που υποστηρίζεται από πολλά συντηρητικά κράτη - χρησιμοποιεί το σύστημα βαθμολόγησής του. Ωστόσο, ο EEXI και ο CII θα μπορούσαν να δημιουργήσουν συγκρούσεις μεταξύ ιδιοκτητών και ναυλωτών σχετικά με το αν τα πλοία θα πρέπει να επιβραδύνουν (για να αποκτήσουν καλύτερες βαθμολογίες) ή να επιταχύνουν (για να παραδώσουν το φορτίο τους ταχύτερα). Σημειώνεται ότι οι χρονοναυλώσεις είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στις EEXI και CII. Τα παραδοσιακά δικαιώματα των ναυλωτών να χρησιμοποιούν το πλοίο για τους δικούς τους εμπορικούς σκοπούς είναι πιθανό να επηρεαστούν. Τα πλοία μπορεί να αναγκαστούν να μειώσουν το φορτίο. Τα πλοία μπορεί να αναγκαστούν να μειώσουν την παραλαβή φορτίου, να παρεκκλίνουν ή να επιβραδύνουν για να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση. Η επιμήκυνση της διάρκειας του ταξιδιού για τη συμμόρφωση με τις EEXI και CII θα μπορούσε να μειώσει τα κέρδη ενός πλοιοκτήτη βάσει συμβάσεων ναύλωσης ή να τον θέσει σε παραβίαση των υποχρεώσεων "οφειλόμενης" ή "μέγιστης" αποστολής, εάν δεν συμφωνηθούν προστατευτικές ρήτρες. Σημειώνεται ότι η ναυτιλία χρειάζεται ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο για να αναγνωρίσει πώς οι ευθύνες των διαφόρων μερών για τις εκπομπές συνδέονται μεταξύ τους και δεν είναι απομονωμένες όπως σήμερα. Ωστόσο, ο σχεδιασμός των MBM έχει μεγαλύτερη σημασία από την αρχική αυστηρότητά τους.

Πολλοί στον IMO παρακολουθούν στενά τις εξελίξεις που υποστηρίζονται από ΕΕ και του προτύπου άνθρακα της Fuel EU, δεδομένου ότι ωθούν τον IMO να πραγματοποιήσει ρυθμίσεις ταχύτερα παρέχοντας ένα μοντέλο για να το υλοποιήσει. Ένας ανώτερος διαπραγματευτής του IMO λέει ότι το γεγονός ότι ο IMO έχει μια στρατηγική που καθοδηγεί το έργο του για τα αέρια του θερμοκηπίου αποτελεί σημαντική πρόοδο. Οι πράσινες μη κυβερνητικές οργανώσεις και οι βιομηχανικές ομάδες δεν κατανοούν πάντα τις αποφάσεις για τις οποίες πρέπει να λογοδοτήσουν οι κυβερνήσεις των μελών. Υποστηρίζει ότι δεν είναι ακόμη βέβαιο ότι ο IMO θα υιοθετήσει ένα MBM, αλλά από την άλλη πλευρά τίποτε ακόμη δεν έχει καθοριστεί.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ:**

### **OW BUNKER & TRADING A/S**

Η χρεωκοπία της OW Bunker & Trading A/S συντάραξε την ναυτιλιακή κοινότητα τον Νοέμβριο του 2014, καθώς έπεσε ως κεραυνός εν αιθρία. Την πτώχευση της μητρικής εταιρίας με έδρα την Δανία, ακολούθησαν οι πτωχεύσεις σχεδόν όλων των θυγατρικών του Ομίλου στις χώρες στις οποίες δραστηριοποιούνταν, οι μεγαλύτερες εκ των οποίων βρίσκονταν στις ΗΠΑ, την Σιγκαπούρη, την Γερμανία την Κίνα και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα.

Η εταιρία ιδρύθηκε το 1980 στην Δανία και οι δραστηριότητες της αφορούσαν σε αγορά και πώληση ναυτιλιακών καυσίμων καθώς και σε υπηρεσίες διαχείρισης ρίσκου. Επίσης διαχειριζόταν έναν στόλο περίπου τριάντα πλοίων μεταφοράς καυσίμων.

Την περίοδο της χρεοκοπίας η OW ήταν ένας από τους μεγαλύτερους ομίλους αγοράς και προμήθειας πετρελαίου με δραστηριότητες σε 29 χώρες κατέχοντας σχεδόν το 7% του παγκόσμιου εμπορίου καυσίμων. Την πτώχευση της ακολούθησε μια σειρά



προσφυγών σε διαιτητικά δικαστήρια σε πολλές χώρες του κόσμου από προμηθευτές και παραγωγούς, οι οποίοι κατάλαβαν ότι οι όροι που είχαν συμφωνήσει με την OW για την προμήθεια καυσίμων δεν μπορούν να τηρηθούν. (The American Club, 2015)

Η OW Bunker & Trading A/S αποτελούσε μέρος του ομίλου Wrist, ο οποίος προήλθε από την εταιρία που ιδρύθηκε αρχικά από τον Ove Wrist στις αρχές της δεκαετίας του 1950 και αργότερα έγινε Wrist Group A/S. Αρχικά, η εταιρία ασχολούνταν μόνο με τον εφοδιασμό πλοίων (ο κλάδος Wrist ShipSupply), αλλά αργότερα ασχολήθηκε και με την προμήθεια καυσίμων (κλάδος OW Bunker).

Έτσι, ο κλάδος OW Bunker του ομίλου σχηματίστηκε το 1980 ως μέρος του ομίλου Wrist Group με σκοπό να ασχοληθεί με τη διανομή ναυτιλιακών καυσίμων σε διάφορους διεθνείς λιμένες, με ιδιαίτερη έμφαση στις σκανδιναβικές αγορές και σε άλλα λιμάνια της Βόρειας Ευρώπης. Το υπόλοιπο τμήμα του ομίλου εξακολουθούσε να ασχολείται με τον εφοδιασμό πλοίων.

Επιπλέον, το 1992, ο κλάδος OW Bunker του ομίλου ξεκίνησε δραστηριότητες στη Σιγκαπούρη - μέσω της εταιρίας OW Bunker Far East Pte. Ltd. - και για τη χρονική περίοδο μέχρι το 2007, ο όμιλος επέκτεινε συνεχώς τις δραστηριότητές του στον τομέα της φυσικής διανομής καθώς και της μεταπώλησης bunkeroil. (The American Club, 2015)

Η δραστηριότητα προμήθειας καυσίμων πραγματοποιήθηκε μέσω της O.W. Bunker & Trading A/S και των θυγατρικών της, η κύρια δραστηριότητα των οποίων ήταν η διανομή ναυτιλιακών καυσίμων (δραστηριότητα bunker), ενώ η δραστηριότητα που αφορούσε την παράδοση αγαθών εκτός από τα ναυτιλιακά καύσιμα (η δραστηριότητα εφοδιασμού) ασκούνταν μέσω της Ove Wrist & Co A/S και των θυγατρικών της. Ο όμιλος OW Bunker προμήθευσε αποθήκες με πετρέλαιο με βάση δύο συνολικά μοντέλα διανομής, τη φυσική διανομή και τη λεγόμενη μεταπώληση, τα οποία αποτελούσαν ένα ολοκληρωμένο επιχειρηματικό μοντέλο.

Σύμφωνα με το επιχειρηματικό μοντέλο, σε μια συναλλαγή μεταπώλησης, διαχειρίζονταν και εγγυούνταν την παράδοση ναυτιλιακών καυσίμων στον πελάτη, αγοράζοντας τόσο το ναυτιλιακό καύσιμο όσο και την υπηρεσία φυσικής παράδοσης από τρίτο φυσικό προμηθευτή.

Επίσης, σε μια συναλλαγή φυσικής διανομής, όπως και σε μια συναλλαγή μεταπώλησης, διαχειρίζονταν και εγγυούνταν την παράδοση των ναυτιλιακών καυσίμων στον πελάτη.

Αυτό ισχύει για όλη την αλυσίδα αξίας, από την προμήθεια ναυτιλιακών καυσίμων και εξαρτημάτων ναυτιλιακών καυσίμων, την αποθήκευση και την ανάμιξη μέχρι την εμπορία και την πώληση με τελικό στόχο τη φυσική παράδοση στους τελικούς πελάτες.(The American Club,2015)

Οι υπεργολάβοι χρησιμοποιούνταν συνήθως σε σχέση με τις συναλλαγές μεταπώλησης με συνέπεια ο όμιλος OW Bunker να μην έχει τον άμεσο έλεγχο των αποθεμάτων και των πλοίων εφοδιασμού, αλλά να διαχειρίζεται τη διαδικασία εφοδιασμού μέσω της επιλογής και του ελέγχου των εν λόγω υπεργολάβων.

Όπως προαναφέρθηκε, οι συναλλαγές μεταπώλησης πραγματοποιούνταν αρχικά από τη Σιγκαπούρη μέσω της OW Bunker Far East Pte. Ltd. και από το φθινόπωρο του 2012, οι συναλλαγές μεταπώλησης πραγματοποιήθηκαν επίσης μέσω της εταιρίας Dynamic Oil Trading (Singapore) Pte. Ltd. Ο όμιλος ως ένα βαθμό συνδύασε τη μεταπώληση με τη λεγόμενη ρύθμιση συμψηφισμού, η οποία αποτελεί συμφωνία για τον επίσημο συμψηφισμό εκκρεμών οφειλών από αγορές/πωλήσεις μεταξύ τους, για παράδειγμα της εταιρίας μεταπώλησης του ομίλου OW Bunker και ενός υπεργολάβου/πελάτη.

Οι βασικότεροι κίνδυνοι του ομίλου OW Bunker σε σχέση με τη φυσική διανομή και τη μεταπώληση ήταν επομένως οι πιστωτικοί κίνδυνοι, οι κίνδυνοι των τιμών του πετρελαίου και άλλοι κίνδυνοι, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργικών, περιβαλλοντικών και κινδύνων ρευστότητας.

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι κίνδυνοι αυτοί, ο όμιλος OW Bunker ακολουθούσε μια ολοκληρωμένη στρατηγική διαχείρισης, με στόχο τη διασφάλιση της φερεγγυότητας του επικείμενου πελάτη, προκειμένου στη συνέχεια να τον ασφαλίσει. (The American Club,2015)

Στη βιομηχανία καυσίμων, η διαχείριση κινδύνων είναι μια απολύτως αναγκαία - και αρκετά περίπλοκη – διαδικασία, προκειμένου να εξασφαλιστούν σταθερά κέρδη από τις δραστηριότητες διανομής καυσίμων.

Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως στη τιμολόγηση του πετρελαίου καυσίμων που είναι πολύ ασταθής, λόγω του κινδύνου σημαντικών διακυμάνσεων της τιμής από την αγορά και μέχρι την παράδοση.

Ο όμιλος OW Bunker προωθούσε τη δυνατότητα χορήγησης πίστωσης στους πελάτες ως ένα σημαντικό πλεονέκτημα, δεδομένου ότι αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα επιλογής προμηθευτή καυσίμων. Εντούτοις και δεδομένου ότι ο όμιλος OW Bunker, χορηγούσε μεγαλύτερη περίοδο πίστωσης στους πελάτες σε σχέση με την

περίοδο πίστωσης που είχε η ίδια από τους προμηθευτές της, αυτό είχε ως συνέπεια να οφείλει σημαντικά ποσά, δημιουργώντας ένα σημαντικό πιστωτικό κίνδυνο που δημιούργησε προβλήματα ρευστότητας στον όμιλο.(The American Club,2015)

Ο όμιλος OW Bunker είχε ένα πολύ ευρύ τμήμα πελατών. Σύμφωνα με την ενοποιημένη ετήσια έκθεση για το 2013, ο μέσος όγκος ανά πελάτη το 2013 ήταν λίγο περισσότερο από 10.000 μετρικούς τόνους πετρελαίου καυσίμων. Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση, ο όμιλος είχε περίπου 2.900 πελάτες που αντιστοιχούσαν σε περίπου 48.000 παραδόσεις/συναλλαγές το 2013. Συνεπώς, η μέση συναλλαγή αφορούσε όγκο περίπου 600 τόνους πετρελαίου, με αντίστοιχη αξία περίπου 354.000 U.S.D., και το ακαθάριστο κέρδος το 2013 ανήλθε σε 218.784.000 USD, που αντιστοιχεί σε ακαθάριστο κέρδος ανά συναλλαγή περίπου 4.600 U.S.D.

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του 2013 που δημοσιεύθηκε τον Μάρτιο του 2014, η OW Bunker A/S δημιούργησε προκειμένου να αντισταθμίσει τους πιστωτικούς κινδύνους, ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης κινδύνων- ένα σύστημα με ιδιαίτερη έμφαση στους πιστωτικούς κινδύνους και τους κινδύνους των τιμών του πετρελαίου. Οι πιστωτικοί κίνδυνοι επιδιώχθηκε να αποτραπούν μέσω των γενικών απαιτήσεων και της διαχείρισης των εγκρίσεων πιστώσεων και ασφάλισης πιστώσεων, καθώς και με συνεχή παρακολούθηση των εκκρεμών λογαριασμών. Οι κίνδυνοι των τιμών του πετρελαίου επιδιώχθηκε να αντισταθμιστούν με τη χρήση φυσικών αποθεμάτων ή χρηματοπιστωτικών μέσων.

Ο όμιλος Wrist - και συνεπώς η OW Bunker καθώς και το τμήμα της Wrist - εξαγοράστηκε το 2007 από κοινού από το ιδιωτικό επενδυτικό κεφάλαιο Altor Fund II και την ομάδα διοίκησης της εταιρίας καθώς και βασικούς υπαλλήλους, με αποτέλεσμα από το 2007 το Altor Fund II να κατέχει το 93,5%, ενώ η διοίκηση και οι βασικοί υπάλληλοι το υπόλοιπο 6,5%.(The American Club,2015)

Στην ναυτιλιακή βιομηχανία μια συναλλαγή πολλές φορές διεκπεριώνεται μέσω ενδιάμεσων. Αυτοί μπορεί να είναι είτε θυγατρικές μιας μητρικής εταιρίας, είτε τρίτα μέρη. Στην περίπτωση της OW, αυτοί οι ενδιάμεσοι ήταν οι θυγατρικές της εταιρίας σε διάφορα μέρη του κόσμου. Πιο συγκεκριμένα: Έστω ότι ένας πλοιοκτήτης ήθελε να προμηθευτεί καύσιμα για το πλοίο του. Στην περίπτωση αυτή κανονιζόταν η προμήθεια του καυσίμου μέσω ενός συμβολαίου μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Στην συνέχεια η θυγατρική ανέθετε μέσω υπεργολαβίας (subcontract) την προμήθεια σε μια άλλη θυγατρική του ομίλου, η οποία βρισκόταν πιο κοντά στον λιμένα στον οποίο ο πλοιοκτήτης ζητούσε να γίνει η παράδοση.

Για παράδειγμα εάν υπήρχε ένα συμβόλαιο προμήθειας προς μια θυγατρική με έδρα την Ευρώπη με παράδοση σε ένα λιμάνι της Κίνας, τότε η θυγατρική στην Ευρώπη ανέθετε την προμήθεια στην θυγατρική της Κίνας. Η θυγατρική τέλος που ελάμβανε την υπεργολαβία, είτε ενέθετε σε κάποιον τρίτο την τελική παροχή του καυσίμου προς εκπλήρωση των όρων του συμβολαίου, είτε σε κάποια άλλη θυγατρική του ομίλου. Τέλος η οντότητα που τελικά προέβαινε στην παράδοση των καυσίμων τιμολογούσε και πληρωνόταν από την θυγατρική του ομίλου η οποία αποτελούσε το αντισυμβαλλόμενο μέρος στην υπεργολαβία μετά το πέρας της παράδοσης των καυσίμων, και αυτό το μέρος με την σειρά του τιμολογούσε και πληρωνόταν από τον πελάτη ο οποίος είχε καταθέσει το αίτημα προμήθειας. (The American Club, 2015)

Οι όροι και οι προϋποθέσεις παράδοσης και παραλαβής της OW ήταν οι συνηθισμένοι όροι στην ναυτιλιακή βιομηχανία μέσω των οποίων γίνονται τέτοιες συναλλαγές δηλαδή: 1) πώληση με πίστωση, 2) Δυνατότητα χρησιμοποίησης των καυσίμων, δηλαδή απόπλου του πλοίου, πριν γίνει η πληρωμή, και 3) η ιδιοκτησία των καυσίμων εξακολουθούσε να ανήκει στην OW έως ότου πραγματοποιηθεί η πληρωμή. (The American Club, 2015)

Μετά την οικονομική κατάρρευση της OW Bunker Group, πολλοί φυσικοί προμηθευτές αντιμετώπισαν την κίνδυνο να μην πληρωθούν, καθώς ο αντισυμβαλλόμενος κήρυξε πτώχευση. Κατά συνέπεια, πολλοί προμηθευτές προσπάθησαν να πληρωθούν συλλαμβάνοντας ή απειλώντας να συλλάβουν τα πλοία. Επίσης, η τράπεζα ING, απαίτησε να καταβληθούν όλα τα ποσά που οφείλονται από τα εκκρεμή τιμολόγια από τον OW Bunker απευθείας στην ING, σύμφωνα με τις συμβάσεις. Η ING άρχισε επίσης να συλλαμβάνει ή να απειλεί με σύλληψεις πλοίων, λόγω του εμπράγματος δικαιώματος επί των πλοίων.

Τελικά οι ιδιοκτήτες/διαχειριστές πλοίων αντιμετώπισαν απειλές σύλληψης και απαιτήσεις για άμεση πληρωμή από διάφορες εταιρίες, συμπεριλαμβανομένου του φυσικού προμηθευτή.

Όταν η OW ανακοίνωσε την χρεωκοπία της αμέσως προέκυψε μια σειρά νομικών προβλημάτων. Ένας σημαντικός αριθμός απαιτήσεων δημιουργήθηκε προς την μεριά των πλοιοκτητών και από την εταιρία που ήταν ο αντισυμβαλλόμενος στην αρχική σύμβαση, αλλά και από τον τελικό προμηθευτή ο οποίος υπό κανονικές συνθήκες εισέπραττε την αμοιβή του από το αντισυμβαλλόμενο μέρος από το οποίο απέκτησε την υπεργολαβία (Xanthoroulou, 2016). Συνεπώς οι πλοιοκτήτες δεν ήξεραν ποια πορεία δράσης να ακολουθήσουν και ποιον αντισυμβαλλόμενο να πληρώσουν

καθώς όποιον από τους αντισυμβαλλόμενους και να εξοφλούσαν, ο έτερος αντισυμβαλλόμενος που δεν εξοφλήθηκε, είχε το δικαίωμα να απαιτήσει την επίσχεση του πλοίου καθώς τα καύσιμα ήταν υπό την ιδιοκτησία του. Το ίδιο ακριβώς θα συνέβαινε φυσικά και αν οι πλοιοκτήτες αποφάσιζαν να μην πληρώσουν κανέναν από τους δύο αντισυμβαλλόμενους. (The American Club,2015)

Η παραπάνω κατάσταση γρήγορα οδήγησε σε μια αλυσίδα δικαστικών διαμαχών σε πολλές χώρες του κόσμου. Και εφόσον η κάθε χώρα έχει ξεχωριστό δικαστικό σύστημα με δικούς της νόμους, η κατάσταση περιπλέκεται ακόμα περισσότερο, καθώς οι διαδικασίες δεν έχουν ολοκληρωθεί ακόμα και υπάρχει ο κίνδυνος έκδοσης αντικρουόμενων δικαστικών αποφάσεων από διαφορετικά δικαστήρια σε διαφορετικές χώρες.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η μελλοντική αγορά καυσίμων της ναυτιλίας θα είναι πιο ποικιλόμορφη, εξαρτώμενη από πολλαπλές πηγές ενέργειας, καθώς και πιο διασυνδεδεμένη και ολοκληρωμένη με τις περιφερειακές ενεργειακές αγορές, την περιφερειακή παραγωγή ενέργειας και την περιφερειακή βιομηχανία. Οι πλοιοκτήτες πρέπει να εφαρμόσουν νέες τεχνολογίες και καύσιμα ως απάντηση στις απαιτήσεις για τα αέρια θερμοκηπίου που επιβάλλουν οι φορείς χάραξης πολιτικής και άλλοι ενδιαφερόμενοι.

Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μια βαθιά μετάβαση στον τρόπο με τον οποίο τα μελλοντικά ναυτιλιακά καύσιμα θα παράγονται και θα διατίθενται στον ναυτιλιακό στόλο. Η συνεργασία με μεγάλους προμηθευτές ενέργειας και καυσίμων θα είναι σημαντική για την προμήθεια των μελλοντικών καυσίμων.

Οι λιμένες θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην πράσινη θαλάσσια μετάβαση, καθώς θα λειτουργούν ως ενεργειακοί κόμβοι, παρέχοντας τόσο ηλεκτρική ενέργεια από την πλευρά της ξηράς όσο και υποδομές για την αποθήκευση και τον ανεφοδιασμό των πλοίων με μελλοντικά καύσιμα, καθώς και για την υποστήριξη των πρώτων κινήσεων και των πράσινων διαδρόμων. Για να επιλέξουν οι πλοιοκτήτες καύσιμα ουδέτερα ως προς τον άνθρακα, τα καύσιμα πρέπει να είναι διαθέσιμα στους σχετικούς λιμένες και πρέπει να γίνουν συντονισμένα σχέδια για την αύξηση της

διαθεσιμότητας: από την εξόρυξη ενέργειας από μια πηγή ενέργειας, μέχρι την παραγωγή και τη διανομή καυσίμων. Υπάρχουν σχέδια για ανάπτυξη και επενδύσεις, μεταξύ άλλων για διεθνείς συνεργασίες όπως οι πράσινοι διάδρομοι- αυτές οι πρωτοβουλίες, αλλά και άλλες, θα πρέπει να υλοποιηθούν. Τα πολλά σχέδια και έργα στοχεύουν όλα στην αύξηση της διαθεσιμότητας καυσίμων με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα. Είναι σαφές ότι κανένα καύσιμο δεν αποτελεί επί του παρόντος πλήρη λύση. Τα προαναφερθέντα καύσιμα που έχουν σήμερα ευρεία εμπορική εφαρμογή μειώνουν, αλλά δεν εξαλείφουν, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση τους. Ορισμένοι επικριτές φτάνουν στο σημείο να λένε ότι αποτελούν μεγαλύτερο κίνδυνο λόγω της θερμαντικής επίδρασης των εκούσιων και ακούσιων διαφυγών του καυσίμου. Το υδρογόνο και η αμμωνία, που φαίνεται να είναι καθαρότερες εναλλακτικές λύσεις για το μέλλον, δεν είναι ακόμη έτοιμες για ευρεία εμπορική εφαρμογή και αυτή η μέρα φαίνεται να είναι πολύ μακριά στο μέλλον.

Τα στοιχεία σχετικά με την κλιματική αλλαγή σημαίνουν ότι απαιτείται άμεση δράση για τη χρήση μιας εναλλακτικής πηγής καυσίμου. Ελλείψει μιας σαφούς ενιαίας λύσης και δεδομένου του φάσματος των επιλογών (καμία από τις οποίες δεν είναι ιδιαίτερα ολοκληρωμένη), ο κλάδος θα ωφεληθεί τουλάχιστον από την παροχή κινήτρων και καθοδήγησης όσον αφορά την επιλογή που πρέπει να κάνει.

Μια ταχεία κίνηση προς μια ενδιάμεση "μετάβαση" (ή "μεταβάσεις"), της οποίας τα οφέλη υπερτερούν των μειονεκτημάτων και η οποία δεν εμποδίζει την εφαρμογή μιας τελικής λύσης, θα ήταν σίγουρα ευεργετική, αν μπορούσε να επιτευχθεί.

Τα βραχυπρόθεσμα μέτρα αναμένεται να προκαλέσουν δυσκολίες όσον αφορά τη συμμόρφωση, ενώ θα μειώσουν ελάχιστα τις εκπομπές των πλοίων- αν και υπάρχει πρόοδος όσον αφορά τα μεσοπρόθεσμα σχέδια για τις τιμές των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αλλά τα μεγάλα προβλήματα δεν έχουν ακόμη παρουσιαστεί. Η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα θα συνεχίσει να κυριαρχεί στη συζήτηση για τις κανονιστικές ρυθμίσεις, ενώ οι φορείς εκμετάλλευσης θα προσπαθούν να υλοποιήσουν τα βραχυπρόθεσμα μέτρα που θα ισχύουν από το 2023. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός συζητά πέντε σχέδια για μέτρα που βασίζονται στην αγορά, τα οποία υποβλήθηκαν από τις Νήσους Μάρσαλ, τη Νορβηγία, την Κίνα, την Ιαπωνία και το Διεθνές Ναυτιλιακό Επιμελητήριο.

Οι προτάσεις περιλαμβάνουν εισφορές διοξειδίου του άνθρακα, συστήματα εμπορίας εκπομπών και ένα πρότυπο καυσίμων χαμηλών εκπομπών αερίων του

θερμοκηπίου, ενώ η Κίνα και η Ιαπωνία έχουν προτείνει συστήματα "αμοιβών", όπου τα πλοία φορολογούνται ή ανταμείβονται με βάση τη μέση απόδοση των εκπομπών τους.

Η ομάδα εργασίας της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος για τα αέρια του θερμοκηπίου άρχισε να εξετάζει λεπτομερώς τα στοιχεία αυτά τον Μάιο του 2022.

Οι χώρες συμφώνησαν ότι θα πρέπει να υπάρχει ένα καλάθι μέτρων - περισσότερες από μία πολιτικές- αλλά δεν έχουν ακόμη αποφασίσει τι θα πρέπει πραγματικά να περιλαμβάνεται σε αυτό το "καλάθι".

Στο εγγύς μέλλον, οι φορείς εκμετάλλευσης θα ανησυχούν περισσότερο για τα δύο βραχυπρόθεσμα μέτρα του IMO για τις εκπομπές, τα οποία τίθενται σε εφαρμογή από το 2023: ο Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης Υφιστάμενων Πλοίων και ο Δείκτης Έντασης Άνθρακα. Ο δείκτης EEXI μετρά τις εκπομπές ανά τονοχιλιόμετρο φορτίου και ο δείκτης CII βαθμολογεί τα πλοία με βάση την επιχειρησιακή ένταση άνθρακα, από το Α έως το Ω.

Οι περισσότεροι πλοιοκτήτες δεν θα κατασκευάσουν εθελοντικά πιο πράσινα πλοία και θα πρέπει να εξαναγκαστούν να το πράξουν, με την υποστήριξη των κρατικών οργανισμών και των επιδοτήσεων να λειτουργεί ως σημαντικό κίνητρο.

Συνεπώς, οι πλοιοκτήτες θα πρέπει να εξαναγκαστούν να κατασκευάσουν πράσινα πλοία, αλλά πολλοί από αυτούς υιοθετούν την ιδέα ούτως ή άλλως. Οι μεγάλες εταιρίες μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων καταλαβαίνουν ότι δεν έχουν άλλη επιλογή- το μεγαλύτερο πρόβλημα θα είναι για τους μικρότερους, ιδιώτες πλοιοκτήτες, δεδομένου ότι είναι πιο δύσκολο για εκείνους να χρηματοδοτήσουν τις αλλαγές που θα πρέπει να κάνουν.

Οι πλοιοκτήτες θα "αναγκαστούν" να ναυπηγήσουν πιο πράσινα πλοία συνειδητοποιώντας ότι δεν έχουν άλλη επιλογή με την Maersk να δείχνει το δρόμο και τις MSC και CMA CGM να ακολουθούν.

Καμία μεμονωμένη λύση καθαρής τεχνολογίας δεν έχει ακόμη αποδειχθεί ότι αλλάζει τα δεδομένα, αλλά οι στόχοι εκπομπών του IMO και η εισαγωγή του δείκτη έντασης άνθρακα έχουν τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουν μια σειρά νέων τεχνολογιών.

Οι λύσεις "καθαρής τεχνολογίας" της ναυτιλίας έχουν δυσκολευτεί να γίνουν αποδεκτές από τους πλοιοκτήτες, αλλά υπάρχουν ενδείξεις από τους παρόχους τεχνολογίας ότι το ενδιαφέρον αυξάνεται καθώς το κόστος των καυσίμων αυξάνεται

και η πίεση για συμμόρφωση με τους στόχους βιωσιμότητας αυξάνεται. Ο αριθμός των προϊόντων επιχειρησιακής απόδοσης στην αγορά έχει διογκωθεί από το 2020, αλλά αυτό έχει προκαλέσει σύγχυση παρά σαφήνεια στους πλοιοκτήτες. Εκτός από το αρχικό κόστος αυτών των προϊόντων, δεν είναι ακόμη σαφές εάν οι υποσχόμενες μειώσεις κόστους και εκπομπών θα συνεχιστούν με την πάροδο του χρόνου. Μέρος της απροθυμίας για επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες μπορεί να αποδοθεί στην αντιπάθεια της ναυτιλίας για τις αλλαγές, στη συντηρητική στάση της απέναντι στον κίνδυνο, στον φόβο να γίνουν επενδυτικά λάθη και στην κατανοητή -αλλά ασφυκτική- ανάγκη να υπάρχει μια καλή επιχειρηματική υπόθεση.

Η πορεία προς την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές περιλαμβάνει την εξέταση των επιλογών καυσίμου, την τεχνολογική πρόοδο και τις λειτουργικές βελτιώσεις. Είναι σημαντικό να καθοριστεί ποια επιλογή έχει τη δυνατότητα να προσφέρει ασφαλή, επεκτάσιμη και εμπορικά βιώσιμη λύση. Η ανάλυση όλων των διαθέσιμων επιλογών και της καταλληλότητας τους για συγκεκριμένα πλοία και λειτουργίες είναι το κλειδί για τη διασφάλιση μιας ασφαλέστερης ναυτιλιακής βιομηχανίας καθώς βαδίζουμε προς την απαλλαγή από τον άνθρακα σε ολόκληρο τον ναυτιλιακό τομέα.

Ο τρόπος λειτουργίας και τροφοδοσίας των πλοίων με καύσιμα, έχει αρχίσει ήδη να αλλάζει. Δεδομένης της κλίμακας των επερχόμενων προκλήσεων, των εξελισσόμενων συνθηκών της αγοράς και του ρυθμιστικού τοπίου, είναι επιτακτική ανάγκη για

Ανεξάρτητα από το ποια επιλογή θα επιλεγεί, τα εναλλακτικά καύσιμα θα διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στον τελικό στόχο της επίτευξης μείωσης των εκπομπών. Ο προσδιορισμός του ποια από τις επιλογές καυσίμων είναι η καταλληλότερη μπορεί να αποδειχθεί πρόκληση και γι αυτό τον λόγο, η κάθε ναυτιλιακή εταιρία θα πρέπει να βοηθήσει τα μέλη της να προετοιμαστούν για τους επερχόμενους κανονισμούς προκειμένου να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Abadie M.L., Goicoechea N., Galaraga I.(2017), Adapting the shipping sector to stricter emissions regulations: Fuel switching or installing a scrubber?, **57**(8),p.237-250

Bagoulla, C.,Guillotreau P(2020). Maritime transport in the French economy and its impact on air pollution: An input-output analysis.*Maritime Policy*,**116**(4)

ΒλάχοςΠ. Γ (2015), *ΔιεθνήςΝαυτιλιακήΠολιτική*, εκδ. ΙΑΝΟΣ

Bilgili L.(2021),The costs and benefits of sulphur reduction measures: Sulphur scrubbers versus marine gas oil.*Transportation Research Part D: Transport and Environment*. **118**(1) , p.397- 421.

Bouman E.A., Lindstad E., Riialand A.I, Strømman A.H.(2017),. State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. **52** (2), p.408-21.

Clarkson’s Timeseries Data, July 2021, <https://sin.clarksons.net/>,τελευταίαανάκτηση: 15/6/22

Clarkson Research Services Limited, World Fleet Register, (2020),<https://www.clarksons.com>, τελευταίαανάκτηση: 15/6/22

Commission presents Renewable Energy Directive revision, News, [https://ec.europa.eu/info/news/commission-presents-renewable-energy-directive-revision-2021-jul-14\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/commission-presents-renewable-energy-directive-revision-2021-jul-14_en), τελευταία ανάκτηση : 15/6/22

DNV GL Maritime.(2016) *Methanol as marine fuel: Environmental benefits, technology readiness, and economic feasibility*. in: I.M. Organization, (Ed.).2016.

DNV (2022), *The Maritime Forecast to 2050*, <https://www.dnv.com/maritime/publications/maritime-forecast-2022/download-the-report.html>, τελευταία ανάκτηση : 25/8/22

Delivering the European Green Deal, [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en), τελευταία ανάκτηση : 15/6/22

European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541), τελευταία ανάκτηση : 25/7/22

EU Emissions Trading System (EU ETS), [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en#the-eu-ets-framework](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en#the-eu-ets-framework), τελευταία ανάκτηση : 25/7/22

European Commission. The EU Blue Economy Report 2020, διαθέσιμο: [https://blueindicators.ec.europa.eu/sites/default/files/2020\\_06\\_BlueEconomy-2020-LD\\_FINAL-corrected-web-acrobat-pro.pdf](https://blueindicators.ec.europa.eu/sites/default/files/2020_06_BlueEconomy-2020-LD_FINAL-corrected-web-acrobat-pro.pdf), τελευταία ανάκτηση: 1/7/22

Το Ευρωπαϊκό περιβάλλον - Κατάσταση και προοπτικές το 2020: γνώση για τη μετάβαση σε μια βιώσιμη Ευρώπη. Συνοπτική έκθεση (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος), διαθέσιμο: <https://www.eea.europa.eu/el/publications/to-eyropaiko-periballon-katastasi-kai>, τελευταία ανάκτηση: 1/7/22

Faber H.J., Wang, J., Nelissen D., Russell B., Amand D.S. (2011). *Reduction of GHG emissions from ships: Marginal Abatement Costs and Cost Effectiveness of Energy Efficiency Measures*. in: SNAME, (Ed.). International Maritime Organization (IMO), London, UK

'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, COM(2021) 550 final, 14.07.21, [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/chapeau\\_communication.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/chapeau_communication.pdf), τελευταία ανάκτηση : 25/7/22

Gilbert P., Walsh C., Traut M., Kesime U., Pazouki K., Murphy A.(2018). Assessment of full life-cycle air emissions of alternative shipping fuels. *Journal of Cleaner Production*. **172** (2) ,p. 855-66.

Global Maritime Forum(2022), *Ammonia as a shipping fuel*,<https://www.globalmaritimeforum.org/news/ammonia-as-a-shipping-fuel>,  
<https://www.globalmaritimeforum.org/news/ammonia-as-a-shipping-fuel>,  
τελευταία ανάκτηση : 28/8/22

Golebiowski C.(2016) Inland water transport in Poland. *Transportation Research Procedia* , **14**(2), p.223–232

IBIA(2018). Test data for 2017 show limited share of low sulphur residual fuels. *The International Bunker Industry Association*.

International Transport Forum. Decarbonising Maritime Transport: Pathways to zero carbon shipping by 2035(2018). Case-specific policy analysis. *International Transport Forum* pp. 1-86.

IMO 2020 – cutting sulphur oxide emissions,<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>, τελευταία ανάκτηση : 15/6/22

IMO. Adoption of the initial IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships and existing IMO activity related to reducing GHG emissions in the shipping sector. Note by the International Maritime Organization to the UNFCCC Talanoa Dialogue. International Maritime Organization, London, UK, 2018. pp. 1-27.

IMO. Third IMO GHG Study 2014 - Executive Summary and Final Report. 1 ed. International Maritime Organization, London, UK, 2015. pp. 1-327

Lindstad H. E., Rehn F.C., Eskeland G.S.(2017), Sulphur abatement globally in maritime shipping, *Transportation Research*,**57**(4),p.303-313

Lindstad H., Verbeek R., Blok M., Zyl S.v., Hübscher A., Kramer H.(2014), GHG emission reduction potential of EU-related maritime transport and on its impacts. TNO, Delft, The Netherlands. pp. 1-130.

Lloyd's List(2021),*Regulation is key to shipping's green push, Lloyd's List survey finds*,<https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1135333/Regulation-is-key-to-shippings-green-push-Lloyds-List-survey-finds>, τελευταία ανάκτηση : 10/9/22

LR and UMAS(2020),*Techno-Economic Assessment of Zero-Carbon Fuels*,<https://www.lr.org/en/latest-news/lr-and-umas-publish-techno-economic-assessment-of-zero-carbon-fuels/>, τελευταία ανάκτηση : 10/9/22

Marine Environment Protection Committee. Resolution MEPC.176(58): Amendments to the annex of the Protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto (Revised MARPOL Annex VI) in MEPC 58/23/Add.1 in: International Maritime Organization, (Ed.). 2008.

Taghvaei, S.M., Omaraei, B., Taghvaei, V.M.(2017) Maritime transportation, environmental pollution, and economic growth in Iran: Using dynamic log linear model and granger causality approach. *Iran Economic Review*, **21**(3), p.185–210

The American Club, The collapse of OW Bunker Group and the International Tail of Maritime Litigation regarding the supply of bunkers, 2015, [https://www.american-club.com/files/files/OW\\_bankruptcy.pdf](https://www.american-club.com/files/files/OW_bankruptcy.pdf), τελευταία ανάκτηση: 15/6/22

Thuy C., Ramirez, J., Rainey, T. Ristovski, Z., Brown, R.(2019), Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **70**, pp 123-134

Safety4Sea(2021),*Is nuclear power the future of shipping?*,<https://safety4sea.com/cm-is-nuclear-power-the-future-of-shipping/>, τελευταία ανάκτηση: 15/9/22

Serra, P., Fadda, P., Fancello, G.(2020), Investigating the potential mitigating role of network design measures for reducing the environmental impact of maritime Chains: The Mediterranean case. Case Study. *Transportation Policy*, **8**(5), p.263–280

Sustainableblueconomy, διαθέσιμο:[https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/ocean/blue-economy/sustainable-blue-economy\\_en](https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/ocean/blue-economy/sustainable-blue-economy_en),  
τελευταία ανάκτηση: 1/7/22

Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/E, COM/2021/562 final, διαθέσιμο:<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0562>

Revision of the Energy Taxation Directive, [https://taxation-customs.ec.europa.eu/green-taxation-0/revision-energy-taxation-directive\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/green-taxation-0/revision-energy-taxation-directive_en),  
τελευταία ανάκτηση : 25/7/22

Report of the Marine Environment Protection Committee, ANNEX 1 Resolution MEPC.340(77) (adopted on 26 November 2021) 2021 Guidelines for Exhaust Gas Cleaning Systems, MEPC 77/16/Add.1 Annex 1, <https://www.lisr.com/sites/default/files/2021%20GUIDELINES%20FOR%20EXHAUST%20GAS%20CLEANING%20SYSTEMS.pdf>, τελευταία ανάκτηση : 15/6/22

Report from the Commission to the European Parliament and the Council, on the application of Directive 2014/94/EU on the deployment of alternative fuels infrastructure, COM/2021/103 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0103>, τελευταία ανάκτηση : 15/6/22

Tomi Solakivi Aleksii Paimander Lauri Ojala (2022), Cost competitiveness of alternative maritime fuels in the new regulatory framework

Οδηγία 2014/94/ΕΕ για την ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων, διαθέσιμη :<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=PL>

Zis P.V., T., Cullinane K.(2020), The desulphurization of Shipping: Past present, and the future under a global cap, *Transport Research*, **82**(7).

Xanthopoulou I.(2016) The O.W bankruptcy and the Resulting Legal Issues, *Tort Trial & Insurance Practice Law Journal*, **52**(1), p. 159-174.

Yuan J., Ng S.H., Sou W.S.(2016). Uncertainty quantification of CO2 emission reduction for maritime shipping. *Energy Policy*. **88** (2) 113-30