



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική εργασία

**ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΕΧΙ**

Συγγραφέας:

ΧΙΝΗΣ ΟΘΩΝ

A.M.: 14102

Επιβλέπων: ΔΡ. ΜΙΧΑΗΛ ΣΕΡΡΗΣ

Αιγάλεω, 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία

**ΝΑΥΤΙΑΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΕΧΙ**

Συγγραφέας

ΧΙΝΗΣ ΟΘΩΝ (ΑΜ:14102)

Επιβλέπων

ΔΡ. ΜΙΧΑΗΛ ΣΕΡΡΗΣ Λέκτορας ΠΑ.Δ.Α.

Ημερομηνία εξέτασης

2023

Εξεταστική Επιτροπή

Όνοματεπώνυμο,
ΜΙΧΑΗΛ ΣΕΡΡΗΣ,
Λέκτορας ΠΑ.Δ.Α.

Όνοματεπώνυμο,
ΙΣΙΔΩΡΟΣ ΙΑΚΩΒΙΔΗΣ,
Λέκτορας ΠΑ.Δ.Α.

Όνοματεπώνυμο,
ΣΩΤΗΡΙΑ ΔΗΜΗΤΡΕΛΟΥ,
Αν. Καθηγήτρια ΠΑ.Δ.Α.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/ηΧΙΝΗΣ
κάτωθι υπογεγραμμένος/η
...ΟΘΩΝΑΣ..... του ...ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ....., με
αριθμό μητρώου ...14102..... φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της
Σχολής...ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ..... του Τμήματος ΝΑΥΠΗΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ....., δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

Ο/Η Δηλών/ούσα



Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή της εργασίας κύριο Μιχαήλ Σέρρη, για την στήριξη την οποία μου πρόσφερε με τις γνώσεις, για την καθοδήγηση του αλλά κυρίως για την υπομονή που επέδειξε όλο αυτό το διάστημα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συγγενείς και τους φίλους για την στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια της σχολής έως και σήμερα. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές της σχολής για τις γνώσεις που μας μετέφεραν γύρω από τον κλάδο της ναυπηγικής και της ναυτιλίας, για τις αρετές όπου μας καλλιέργησαν όπως η πειθαρχία, η υπευθυνότητα και η εργατικότητα μεταξύ άλλων, δίνοντας μας έτσι τα κατάλληλα εφόδια ώστε να ξεκινήσουμε την επαγγελματική μας πορεία. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Technomar Shipping Inc. για το πολύτιμο υλικό όπου μου παρείχε ώστε να επιτύχω την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάπτυξη της παγκόσμιας οικονομίας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αύξηση του παγκόσμιου στόλου και κατά συνέπεια την αύξηση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου και μόλυνση του θαλασσιού περιβάλλοντος.

Μεγάλο τμήμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι δύσκολο να ελεγχθεί, με αποτέλεσμα οι παγκόσμιες εκπομπές εκ μέρους της ναυτιλίας αναμένεται να αυξηθούν σε ποσοστό έως και 50% μεταξύ 2020 και 2050.

Κύρια πηγή ρύπανσης από τα πλοία που συνδέεται άμεσα με τη κλιματική αλλαγή αποτελούν οι ρύποι διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), οξειδία του αζώτου (NO_x), οξειδία του θείου (SO_x) και τα αιωρούμενα σωματίδια. Προκειμένου να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για ένα βιώσιμο τομέα θαλασσιών μεταφορών που θα συμβάλλει στη διασφάλιση της μελλοντικής ευημερίας και επιβίωσης των πιο ευαίσθητων οικοσυστημάτων και παράκτιων περιοχών, έχουν προταθεί μέτρα για τη μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας IMO τα οποία έχουν υιοθετηθεί από τα 175 κράτη-μέλη του και τα τρία συνδεδεμένα μέλη.

Με γνώμονα τις επιπτώσεις των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον ορίζονται τα πλαίσια πολιτικής και διαχείρισης για τη προστασία του από τον IMO, μέσω των αποφάσεων και κατευθυντηρίων γραμμών που έχουν δοθεί για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και λειτουργικών μέτρων με σκοπό τη μείωση της ατμοσφαιρικής και θαλάσσιας ρύπανσης.

Γίνεται περιγραφή και ανάπτυξη σχεδιαστικών, τεχνολογικών, λειτουργικών μέτρων και εργαλείων για τη μείωση της ρύπανσης, όπως το σχέδιο ενεργειακής απόδοσης των πλοίων (SEEMP) που έχει στόχο τη βελτίωση απόδοσης του πλοίου και προσφέρει μία πρακτική προσέγγιση για τη διαχείριση των λειτουργιών και τη βελτίωση απόδοσης. Τον επιχειρησιακό δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEOI) που αφορά τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακος (CO_2) διαιρούμενες με το μεταφορικό έργο που μας δίνει τη μέση ετήσια απόδοση ενός πλοίου στη πραγματική κατάσταση λειτουργίας του. Ανάλυση του δείκτη σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης (EEDI) για νέα πλοία ο οποίος είναι το πιο σημαντικό μέτρο με στόχο τη χρήση πιο ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και κινητήρων. Το δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEXI) για τα υφιστάμενα πλοία ο οποίος είναι δείκτης σχεδιασμού και καθορίζει τις εκπομπές CO_2 που προκύπτουν από την εγκατεστημένη ισχύ του κινητήρα, τη μεταφορική ικανότητα και τη ταχύτητα του πλοίου, καθώς επίσης και το δείκτη έντασης άνθρακα (CII) ο οποίος μετρά την ένταση άνθρακα του πλοίου καταγράφοντας έτσι τη λειτουργική απόδοση του σκάφους για μία χρονική περίοδο.

Ακόμα γίνεται μελέτη λειτουργίας πλοίου τύπου container ship με λειτουργικό περιορισμό ισχύος, ώστε να συνάδει με τους κανόνες του IMO και να συμμορφώνεται με το δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEXI).

ABSTRACT

The development of global economy is inextricably linked with the growth off shipping worldwide and consequently the increase of greenhouse gas emissions and pollution of the marine environment.

Air pollution in general, is difficult to control and as a consequence the global emissions from shipping are expected to increase by 50% among the years 2020 to 2050.

The main source of water pollution from shipping that is directly linked to the climate change is carbon dioxide (CO_2), Nitrogen oxides (NO_x), Sulfur oxides (SO_x) and suspended particles. Due to these circumstances, and in order to create the sustainable conditions for the maritime transport sector - that will contribute to the safekeeping and future prosperity and survival of the most sensitive ecosystems and coastal areas - drastic measures have been implemented to reduce water pollution on behalf of the International Maritime Organization (IMO) that have been adopted by its 175 member states.

Due to the impact of maritime activities on the environment, a framework of specific policies and management is enacted for its protection. Close attention has been paid to the actions taken by the International Maritime Organization (IMO) through its decisions and guidelines given for the implementation of new technologies and operational measures to tackle atmospheric and water pollution.

There has been a development in design, technological, operational measures and equipment to reduce pollution such as the Ship Energy Efficiency Plan (SEEMP) which aims to improve the ship's efficiency and offers a more practical approach as far as its operational function and performance improvement is concerned. Furthermore, there is the Operational Energy Efficiency Index (EEOI) which refers to the total emissions of carbon dioxide (CO_2) of a ship divided by its cargo which gives us its average annual efficiency in its actual state of operation. There is also the Analysis of the Energy Efficiency Design Index (EEDI), for the new ships, which is actually the most important measure taken in order to have better energy efficient equipment and engines.

Last, but not least, I will refer to the Energy Efficiency Ship Index (EEXI) for the already functioning ships - a design index that determines the carbon dioxide emissions resulting from the power of the installed engine, it's carrying capacity and the ship's speed -and the Carbon Intensity Index (CII) which measures the ship's carbon intensity, thus , recording the ship's overall performance over a certain period of time.

This is an operational study of a container ship with power limitations in order to comply to the International Maritime Organization (IMO) rules and the Energy Efficiency Ship Index.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	16
1.1 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ	16
1.2 ΕΙΔΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	18
1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	19
1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	21
1.5 ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	22
ΠΗΓΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΡΥΠΩΝ.....	23
1.5 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	23
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕΣΩ ΧΕΡΣΑΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	23
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕΣΩ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....	24
1.6 ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ.....	24
1.7 ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ	25
ΒΛΑΒΕΡΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	26
ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	27
ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ	31
1.8 ΤΥΠΟΙ ΠΛΟΙΩΝ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΘΑΛΑΣΣΗΣ.....	31
1.9 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΟΡΙΣΕ Ο ΙΜΟ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΕ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΜΟΔΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ	40
2.1 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΙΜΟ	40
2.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ MARPOL	42
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ MARPOL 73/78.....	43
ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ MARPOL	45
ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΤΑ MARPOL	45
ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΤΗΣ MARPOL.....	46
2.3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	46
2.4 ΚΩΔΙΚΑΣ ISM (INTERNATIONAL SAFETY MANAGEMENT CODE)	47

2.5 ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ – SOLAS	48
2.6 ΣΥΜΒΑΣΗ STCW (STANDARDS OF TRAINING CERTIFICATION AND WATCHKEEPING FOR SEAFARERS)	49
2.7 EMISSION CONTROL AREAS	50
2.8 ESI (ENVIRONMENTAL SHIP INDEX) (ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΟΙΩΝ)	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ	54
3.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ESD)	54
ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	55
MACHINERY ENERGY SAVING DEVICES	68
3.2 SEEMP (SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT)	72
SEEMP I	72
SEEMP II	73
SEEMP III	74
3.3 ΕΕΟΙ (ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR)	75
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΟΙ	76
3.4 CII (Carbon Intensity Indicator)	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΕΔΙ ΚΑΙ ΕΕΧΙ	82
4.1 ΕΕΔΙ (ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ)	82
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΕΔΙ	83
4.2 ΕΕΧΙ (ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ)	88
ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ	88
4.3 ΧΡΗΣΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΕΧΙ ΣΕ ΠΛΟΙΟ	90
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	97

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Εικόνα 1. Εξέλιξη παγκόσμιου στόλου Πηγή: [Review of Maritime Transport 2020 \(unctad.org\)](https://unctad.org/)

Εικόνα 2. TORREY CANYON Πηγή:Safety4Sea

Εικόνα 3. ARGO MERCHANT Πηγή:NOAA

Εικόνα 4. AMOCO CADIZ Πηγή:Marine Insight

Εικόνα 5. Μεγάλα ατυχήματα διαρροής πετρελαίου Πηγή:NOAA

Εικόνα 6. Περιοχές ECA Πηγή:IMO

Εικόνα 7. Λιμάνια στο ESI Πηγή:Environmental Ship Index

Εικόνα 8. Μετασκευή βολβού για βέλτιστη απόδοση Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 9. Προπέλα τύπου PBCF Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 10. Προπέλα τύπου Kappel Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 11. Προπέλα τύπου CLT Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 12. Αντίθετα περιστρεφόμενες προπέλες CRP Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 13. Στάτορας Προστροβιλισμού τύπου PSS Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 14. Κατασκευή Thrust Fin Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 15. Πτερύγια Saver Fins Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 16. Σύστημα Wake Equalizing Duct Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 17. Σύστημα Becker Mewis Duct Πηγή: Προσωπικό Αρχείο

Εικόνα 18. Σύστημα ALS Πηγή:Marine Insight

Εικόνα 19. Εφαρμογή Rotor Sails σε πλοίο Πηγή:Marine Insight

Εικόνα 20. Σύστημα Waste Heat Recovery Πηγή:Wartsila

Εικόνα 21. Σύστημα Shaft Generator Πηγή:Wartsila

Εικόνα 22. Βήματα για επίτευξη SEEMP Πηγή: Marine Insight

Εικόνα 23. Πίνακας για τιμές παραμέτρων ανά τύπο πλοίου

Εικόνα 24. Μείωση της τιμής CII ανά έτος

Εικόνα 25. Πίνακας περιγραφής ορίων CII

Εικόνα 26. Τιμές παραμέτρων ανά τύπο πλοίου

Εικόνα 27. Ποσοστό μείωσης ανά τύπο πλοίου Πηγή:Class NK

Εικόνα 28. Περιγραφή EEXI Πηγή:DNV

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ

Abbreviation	Περιγραφή
IMO	International Maritime Organization
UNEP	United Nations Environment Programme
ISA	International Seabed Authority
HFO	Heavy Fuel Oil
LSFO	Low Sulfur Fuel Oil
MGO	Marine Gasoil
EIAPP	Engine International Air Pollution Prevention
ECA	Emission Control Areas
SEEMP	Ship Energy Efficiency Management Plan
EEDI	Energy Efficiency Design Index
MEPC	Marine Environment Protection Committee
UMCC	United Maritime Consultative Committee
ITPC	Integrated Technical Cooperation Programme
PSSA	Particularly Sensitive Sea Areas
ISM	International Safety Management
STWC	Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)
IAPH	International Association of Ports and Harbors
IAPP	International Air Pollution Prevention Certificate
ESD	Energy Saving Devices
EEXI	Energy Efficiency Existing Ship Index
CII	Carbon Intensity Indicator
FOC	Fuel Oil Consumption
SFOC	Specific Fuel Oil Consumption
DWT	Deadweight
FPSO	Floating production Storage and Offloading
FSU	Floating Storage Unit
DCS	Data Collection System
ROI	Return of Investment
BDN	Bunker Delivery Note

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής είναι ένα σοβαρό θέμα που απασχολεί τη παγκόσμια κοινότητα τα τελευταία χρόνια, με δεδομένο ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι μία πτυχή της κλιματικής αλλαγής που σχετίζεται με την άνοδο της θερμοκρασίας σε βάθος χρόνου.

Ο τομέας των μεταφορών μέσω των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου συμβάλλει στη παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Ο κύριος τρόπος μεταφοράς για το παγκόσμιο εμπόριο είναι η ναυτιλία μέσω της οποίας πραγματοποιείται περίπου το 90% του παγκοσμίου εμπορίου.

Κάτω από το πρίσμα αυτών των γεγονότων καθώς και σημαντικών θαλασσίων ατυχημάτων από τα οποία έχει πληγεί το περιβάλλον σημαντικά μέτρα έχουν ληφθεί από τον Διεθνή Οργανισμό ΙΜΟ έτσι ώστε όλες οι διεργασίες που πραγματοποιούνται μέσω της ναυτιλίας να γίνονται με ασφαλή τρόπο σε συνδυασμό με την μείωση των ρύπων σε βάθος χρόνου. Στην εργασία που ακολουθεί γίνεται αναφορά στα μέτρα συμμόρφωσης των πλοίων κατά τη λειτουργία τους καθώς και αναφορά στα μέσα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων. Στα πλαίσια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου γίνονται διακριτά τα μέτρα και οι διαδικασίες που πρέπει να γίνουν έτσι ώστε το πλοίο να συμμορφώνεται με τον κανονισμό του ΕΕΧΙ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

1.1 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Με το πέρασμα των χρόνων, οι αυξημένες ανάγκες για μεταφορά προϊόντων και πρώτων υλών καθώς και η ανάπτυξη της τεχνολογίας αλλά και της τεχνογνωσίας γύρω από τις θαλάσσιες μεταφορές, βοήθησε τα μέγιστα ώστε να γιγαντωθεί το θαλάσσιο εμπόριο μέχρι και σήμερα. Η δημιουργία συγκεκριμένων κανονισμών σε συνδυασμό με την εμπειρία για την αποφυγή ατυχημάτων στον τομέα της ναυτιλίας, έχουν φέρει το θαλάσσιο εμπόριο σε κυρίαρχη θέση στον παγκόσμιο χάρτη. Είναι χαρακτηριστικό πως μεγάλα πλοία έχουν μικρό ηλικιακό μέσο όρο, δείχνοντας πως η αγορά πλέον κινείται σε κατασκευές μεγαλύτερων πλοίων για μεγαλύτερη μεταφορική ικανότητα για την επίτευξη των παραπάνω.

Σε αυτόν τον παγκόσμιο χάρτη εμπορίου, η Ελλάδα παρουσιάζεται ως κυρίαρχη δύναμη με έναν από τους μεγαλύτερους στόλους, καθώς έχει μεγάλη παράδοση από τα παλαιά χρόνια αλλά και μεγάλη τεχνογνωσία γύρω από τις θαλάσσιες μεταφορές. Σύμφωνα, με το με την *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)* και έκθεση που δημοσιεύθηκε το 2020 με παρουσίαση στατιστικών στοιχείων στην ναυτιλία παγκοσμίως ο συνολικός παγκόσμιος στόλος ανέρχεται στα 98.140 πλοία άνω των 100 κόνων (μονάδα μέτρησης της ολικής χωρητικότητας των πλοίων) και συνολικού βάρους ωφέλιμου φορτίου 2.061.944.484 τόνων (*deadweight*).

Principal types	2019	2020	Percentage change 2020 over 2019
Bulk carriers	846 418 <i>43 per cent</i>	879 330 <i>43 per cent</i>	3.9
Oil tankers	568 244 <i>29 per cent</i>	601 163 <i>29 per cent</i>	5.8
Container ships	266 087 <i>13 per cent</i>	274 856 <i>13 per cent</i>	3.3
Other types	226 568 <i>11 per cent</i>	232 012 <i>11 per cent</i>	2.4
Other vessels	80 262 <i>4 per cent</i>	79 862 <i>4 per cent</i>	-0.5
Gas carriers	69 081 <i>3 per cent</i>	73 586 <i>4 per cent</i>	6.5
Chemical tankers	46 157 <i>2 per cent</i>	47 474 <i>2 per cent</i>	2.9
Ferries and passenger ships	7 096 <i>0 per cent</i>	7 289 <i>0 per cent</i>	2.7
Other/ not available	23 972 <i>1 per cent</i>	23 802 <i>1 per cent</i>	-0.7
General cargo ships	74 192 <i>4 per cent</i>	74 583 <i>4 per cent</i>	0.5
World total	1 981 510	2 061 944	4.1

Εικόνα 1. Εξέλιξη παγκόσμιου στόλου Πηγή: [Review of Maritime Transport 2020 \(unctad.org\)](https://unctad.org/publications/review-of-maritime-transport-2020)

Όπως γίνεται κατανοητό από τον παραπάνω πίνακα ο στόλος αυξήθηκε από 1.981.510.000 τόνους βάρους ωφέλιμου φορτίου το 2019 σε 2.061.944.484 τόνους το 2020 παρουσιάζοντας αύξηση 4,1%. Αυτή η αύξηση κάνει διακριτή την δύναμη του θαλάσσιου εμπορίου καθώς και τις υψηλές ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν μέσω της θαλάσσιας μεταφοράς.

United Nations Conference (2020) (Trade and Development)

1.2 ΕΙΔΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα από την αυξημένη ρύπανση και τη καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος. Ως ρύπανση ορίζεται η εισαγωγή επιβλαβών υλικών στο περιβάλλον, αυτά τα επιβλαβή υλικά ονομάζονται ρύποι. Οι περιβαλλοντικοί ρύποι δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην υγεία, οι πιο σημαντικές επιβλαβείς επιπτώσεις είναι οι προγεννητικές διαταραχές, βρεφική θνησιμότητα, αναπνευστικές διαταραχές, αλλεργίες, κακοήθειες και καρδιακές διαταραχές. Βάσει των δεδομένων της παγκόσμιας επιδημιολογικής μελέτης (GBD) του 2019 η επιτροπή LANCET κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ρύπανση είναι υπεύθυνη για περίπου 9 εκατομμύρια πρόωρους θανάτους ετησίως, εξ αυτών 6,7 εκατομμύρια οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση, 1,4 εκατομμύρια στη ρύπανση των υδάτων, 900.000 οφείλονται στη ατμοσφαιρική ρύπανση του αέρα και 800.000 οφείλονται σε τοξικούς και επαγγελματικούς κινδύνους.

Ως θαλάσσιο περιβάλλον ορίζεται ένα ενιαίο σύνολο ετερόκλητων στοιχείων που περιλαμβάνει θαλάσσια ύδατα, ιζήματα βυθού και αέρα παραπλεύρως της επιφάνειας της θάλασσας, εισροή γλυκών υδάτων και το έδαφος το οποίο βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα.

(Law Insider 391.10119d 402-512)

Οι ρύποι στο θαλάσσιο περιβάλλον οφείλονται είτε σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αστικά λύματα, θαλάσσιες μεταφορές, λιμάνια, ναυπηγική δραστηριότητα, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γεωργία, θαλάσσιες εξορύξεις), είτε σε φυσικά φαινόμενα. Μορφές φυσικής ρύπανσης είναι αυτές που προκαλούνται από τις λεγόμενες φυσικές καταστροφές (ηφαίστεια, επίγεια ή υποθαλάσσια, πυρκαγιές κ.α).

1.3 ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

- **ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ**

Εντοπίζονται κυρίως σε λύματα κοντά σε βιομηχανικές περιοχές αλλά και σε αστικά κέντρα, σε αυτά ανήκουν ο Υδράργυρος (Hg), ο Μόλυβδος (Pb), το Κάδμιο (Cd), το Αρσενικό (As), τα οποία σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα. Ο Σίδηρος (Fe), Χαλκός (Cu), Ψευδάργυρος (Zn), Κοβάλτιο (Co), Μαγγάνιο (Mn), Βανάδιο (V) αν και ανήκουν στο φυσικό μας περιβάλλον εν' τούτοις σε υψηλές συγκεντρώσεις αποτελούν κίνδυνο για τη ζωή των έμβιων οργανισμών.

- **ΠΕΤΡΕΛΑΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ**

Από τους σημαντικούς θαλάσσιους ρύπους αποτελούν απειλή για τους υδρόβιους οργανισμούς και το θαλάσσιο οικοσύστημα που προσβάλλουν. Είναι μοριακές ενώσεις υδρογόνου και άνθρακα, επηρεάζουν σημαντικά τα στρώματα της τροφικής αλυσίδας και οι επιπτώσεις που έχουν στην πτητική ικανότητα των πτηνών είναι καταστροφικές.

- **ΠΟΛΥΚΥΚΛΙΚΟΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ**

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) είναι ουσίες που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ατελούς καύσης οργανικών υλών, αποτελούν τους ρύπους με τη μεγαλύτερη τοξικότητα ως φυσικές πηγές τους ορίζονται η τύρφη, ο λιγνίτης, το κάρβουνο, το ακατέργαστο πετρέλαιο, τα ηφαίστεια και οι δασικές πυρκαγιές.

Ως ανθρωπογενείς πηγές ορίζονται η διύλιση και οι θαλάσσιες μεταφορές πετρελαίου, η βιομηχανική παραγωγή αλουμινίου, σιδήρου, χάλυβα, ελαστικών αυτοκινήτων και χρωστικών ουσιών, οι διεργασίες από χυτήρια, εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, αποτεφρωτήρες, οι απορροές από τους δρόμους, απόβλητα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών αποβλήτων.

- **ΧΛΩΡΙΟΜΕΝΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ**

Οι χλωριομένοι υδρογονάνθρακες (CHC) είναι χημικές ενώσεις που όπως προκύπτει από το όνομά τους περιέχουν χλώριο άνθρακα και υδρογόνο, στη κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα λινδάνιο, DDT και οι βιομηχανικές χημικές ουσίες όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινίλια (PSB). Τα PSB's χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές διηλεκτρικών υγρών σε πυκνοτές, μετασχηματιστές, υγρά μεταφοράς, θερμότητας, υδραυλικά υγρά, λιπαντικά

έλαια και ως πρόσθετα σε χρώματα. Η χρήση του DDT έχει απαγορευθεί από το 1972 εν' τούτοις το λινδάνιο χρησιμοποιείται ακόμα αλλά με κάποιους περιορισμούς. Τα οργανοχλωριούχα φυτοφάρμακα και τα πολυχλωριωμένα διφαινίλια ανήκουν στην ομάδα των έμμονων οργανικών ρύπων (POP's), είναι πολύ επικίνδυνοι τοξικοί ρύποι που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων και των ζώων μέχρι και το θάνατο. Χαρακτηρίζονται από κακή υδατοδιαλυτότητα και έχουν μεγάλη αντοχή στην αποσύνθεση, γι' αυτό το λόγο παραμένουν στο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα. Παραμένουν στο έδαφος και μέσω της τροφικής αλυσίδας δημιουργούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων καρδιαγγειακές παθήσεις, ενδοκρινικές διαταραχές, γενετικές ανωμαλίες και διάφορους τύπους καρκίνου.

Ivan Komar and Branko Lalic (2015) (Sea Transport Air Pollution)

- ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Η ρύπανση από ραδιενεργές ενώσεις είναι ένα φαινόμενο με καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον, η εκμετάλλευση της πυρηνικής ενέργειας είναι από τους κύριους λόγους αύξησης της ραδιενεργούς ρύπανσης. Υπάρχουν τα φυσικά ραδιενεργά στοιχεία όπως του ουράνιο, ραδόνιο, θόριο όμως ύστερα από κάποιο πυρηνικό ατύχημα συναντάμε τεχνητές ραδιενεργές ενώσεις όπως το καίσιο 137 (Cs), στρόντιο- 90 (SR), πλουτόνιο-239 (Pu), το βάριο-140 (Ba), το κρυπτόν-85 (Kr).

Πολλά ραδιοϊσότοπα χαρακτηρίζονται από μεγάλο χρόνο ημιζωής (χρονικό διάστημα που μεσολαβεί να χάσει το 50% της αρχικής ενεργότητας του).

Σαμπατακάκης Δ., (1991) (Ρύπανση του Περιβάλλοντος από Χημικές Ουσίες) Εκδόσεις Παπασωτηρίου

1.4 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η βιολογική ρύπανση οφείλεται κυρίως στους παθογόνους μικροοργανισμούς σε αυτούς περιλαμβάνονται τα βακτήρια, οι μύκητες, τα μικροφύκη και οι ιοί. Σε μικρές ποσότητες οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν αποτελούν απειλή για την υγεία των οργανισμών που ζουν στο νερό, σε μεγάλες ποσότητες όμως το καθιστούν ακατάλληλο για οποιαδήποτε δραστηριότητα. Οι ασθένειες που σχετίζονται με τη θαλάσσια μόλυνση που προέρχεται από τους μικροοργανισμούς ονομάζονται θαλασσογενείς λοιμώξεις, οι πιο σοβαρές από αυτές είναι ο τύφος, χολέρα, ηπατίτιδα, γαστρεντερίτιδες, διάρροιες και αναιμία.

1.5 ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

- ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ

Η συσσώρευση τεράστιων ποσοτήτων σκουπιδιών κάθε μορφής δεν είναι πλέον πρόβλημα των παραλιακών περιοχών αλλά και των ανοιχτών ωκεανών. Στις ανοιχτές θάλασσες απορρίμματα μεταφέρουν κυρίως τα ρεύματα και τα πλοία. Τα πλαστικά απορρίμματα αποτελούν το 60 – 80% του συνόλου των απορριμμάτων και για το λόγο αυτό έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης προκειμένου να αποσαφηνιστεί ο ρόλος τους στη κατακράτηση και συσσώρευση οργανικών ενώσεων. Τα κύρια συστατικά των πλαστικών απορριμμάτων είναι το πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο ενώσεις που έχουν μεγάλη αντοχή και των οποίων η διάσπαση τους είναι δύσκολη.

European Commission (Eurolex) (2018) (Reducing Marine Litter)

ΠΗΓΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

1.5 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕΣΩ ΧΕΡΣΑΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι ρύποι μεταφέρονται από τη ξηρά στη θάλασσα μέσω των ποταμών. Διάφορες μορφές απορριμμάτων όπως απόβλητα από χρήση νοικοκυριών, μονάδων παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίας, γεωργίας και εξόρυξης μέσω των αποχετευτικών συστημάτων καταλήγουν στους ποταμούς και στη συνέχεια στη θάλασσα. Πολλά ύδατα τα οποία προέρχονται από ανθρωπογενείς χρήσεις, είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για τους θαλάσσιους οργανισμούς με επιπτώσεις στην αναπνοή και στη πλεύση τους. Προκαλούν ελάττωση του βάθους διείσδυσης του ηλιακού φωτός με αποτέλεσμα τη παρεμπόδιση της φωτοσύνθεσης από το φυτοπλαγκτόν.

Καθίζανοντας στο πυθμένα μεταβάλλουν τη ποικιλότητα της περιοχής ενώ οργανικά υλικά που πιθανόν να περιέχονται στα σωματίδια αποσυντίθενται καταναλώνοντας οξυγόνο.

Τα αστικά λύματα ακόμα και μετά την επεξεργασία τους περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων.

Σύμφωνα με το πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον (UNEP) θαλάσσια απορρίμματα ορίζονται κάθε κατασκευασμένο ή επεξεργασμένο υλικό που απορρίπτεται ή εγκαταλείπεται στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον. Είναι αντικείμενα που έχουν κατασκευαστεί και χρησιμοποιηθεί από ανθρώπους. Τα θαλάσσια απορρίμματα πλαστικών που απορρίπτονται κατά μήκος της ακτογραμμής μόλις φτάσουν στη θάλασσα επιπλέουν και αποτελούν τους κύριους δολοφόνους της θαλάσσιας ζωής. Προέρχονται από δραστηριότητες που σχετίζονται με τουρισμό, αναψυχή, δραστηριότητες λιμενικών εγκαταστάσεων και αλιευτικές δραστηριότητες. Οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες όπως καταιγίδες, τυφώνες, πλημμύρες συντείνουν στη μεταφορά τους στη θάλασσα.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το 44% της μόλυνσης των ωκεανών οφείλεται στη απορροή ρύπων από το έδαφος.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΕΣΩ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Μέσω της ατμόσφαιρας τα ελαφρύτερα τμήματα σκόνης και θραύσματα καταλήγουν στους ωκεανούς. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνα για την αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στην οξίνιση των ωκεανών. Η οξίνιση των ωκεανών είναι η μείωση της τιμής του PH του θαλασσινού νερού, προκαλείται από την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα της γης. Οι ωκεανοί παίζουν σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του CO_2 , έχουν απορροφήσει τα τελευταία διακόσια χρόνια το ήμισυ των εκπομπών του CO_2 . Τέλος οι διεργασίες καύσης από λέβητες, καυστήρες, φούρνους, γεννήτριες ντίζελ, αποτεφρωτήρες και χυτήρια που χρησιμοποιούν ντίζελ ή αέριο παράγουν σημαντικές ποσότητες SO_x και NO_x και συμβάλλουν στην αύξηση της όξινης βροχής.

Το 33% της μόλυνσης των ωκεανών οφείλεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση από το έδαφος.

Φυτιάνος Κ & Σαμανίδου Β (1988) (Η Ρύπανση των Θαλασσών)

1.6 ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ

Τα ορυκτά του βυθού της θάλασσας μπορεί να δημιουργήσουν προϋποθέσεις ανάπτυξης των οικονομιών και να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες για τις σημερινές και μελλοντικές γενιές. Η εξόρυξη πολύτιμων μετάλλων όπως κοβάλτιο, μαγγάνιο, χαλκός, νικέλιο και άλλα μέταλλα και ορυκτά σπανίων γαιών που βρίσκονται στο βυθό με τη μορφή οξειδίων θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μη αναστρέψιμη απώλεια βιοποικιλότητας.

Η σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το δίκαιο της θάλασσας έδωσε ιδιαίτερη βαρύτητα στη προστασία και διατήρηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Μέσω του ISA (Διεθνής Αρχή των Θαλάσσιων Βυθών) που ιδρύθηκε ως αποτέλεσμα της σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών και είναι ο θεματοφύλακας του θαλάσσιου βυθού στα διεθνή ύδατα έχει εκδοθεί μία σειρά κανόνων, διαδικασιών που συμπληρώνουν το διεθνές νομικό πλαίσιο για την εξόρυξη στο θαλάσσιο βυθό ή τη περιοχή που ορίζεται ως βυθός.

Ο ISA έχει υιοθετήσει τρία σύνολα κανονισμών εξερεύνησης που καλύπτουν την αναζήτηση και εξερεύνηση για:

- Πολυμεταλλικά οξείδια (2000 και αναθεωρήθηκαν το 2013)
- Πολυμεταλλικά σουλφίδια (2010)
- Κρούστες σιδηρομαγγανίου πλούσιες σε κοβάλτιο (2012)

Οι κανονισμοί συμπληρώνονται από μία σειρά συστάσεων για καθοδήγηση των εμπλεκόμενων μερών (εταιρία που κάνει εξόρυξη και κράτος).

International Seabed Authority (2017) (Mining Code)

United Nations Convention (2016) (Law of the Sea)

1.7 ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Η ρύπανση που προκαλείται από τις θαλάσσιες μεταφορές χωρίζεται σε δύο κατηγορίες.

Λειτουργική ρύπανση δηλαδή αυτή που προέρχεται από τις λειτουργικές διαδικασίες ενός πλοίου όπως διαρροές και τη φόρτωση και την εκφόρτωση, διαρροές και τον ερματισμό και αφερματισμό, απορρίψεις αποβλήτων, μεταγγίσεις καυσίμων, διαρροές καταλοίπων στους χώρους φορτίων και μηχανοστασίου, ρύπανση από λύματα και απορρίμματα, ατυχήματα που οφείλονται κυρίως σε ανθρώπινα λάθη όπως συγκρούσεις, προσαράξεις, εκρήξεις, πυρκαγιές, ακόμα και βυθίσεις πλοίων.

Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) οδήγησαν σταδιακά στην αύξηση θερμοκρασίας των ωκεανών και άλλαξαν τη δυναμική του θαλασσίου περιβάλλοντος.

ΒΛΑΒΕΡΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Όλες οι παραπάνω εκπομπές ρύπων στην θάλασσα είτε από την ναυτιλία είτε από την ανθρώπινη δραστηριότητα έχουν τραγικές συνέπειες ως προς το θαλάσσιο περιβάλλον. Μείωση του επιπέδου οξυγόνου στο νερό

Με τα απόβλητα που απορρίπτονται στους ωκεανούς χρειάζονται πολλά χρόνια για να αποσυντεθούν με αποτέλεσμα να μειώνουν το επίπεδο του οξυγόνου στο νερό. Το χαμηλό επίπεδο οξυγόνου επηρεάζει αρνητικά την υγεία των φυτών και ζώων της θαλάσσιας ζωής.

Ακόμα τα βιομηχανικά και γεωργικά υπολείμματα σε συνδυασμό με φυτοφάρμακα χημικά και ραδιενεργά απόβλητα που έχουν απορριφθεί στους ποταμούς που εισβάλλουν στη θάλασσα δημιουργούν ιζήματα στον πυθμένα της θάλασσας με αποτέλεσμα ζωική και φυτικοί μικροοργανισμοί που χρησιμεύουν για τη τροφή των ψαριών να επιμολύνουν τα μικρά σε μέγεθος ψάρια τα οποία στη συνέχεια γίνονται τροφή μεγαλύτερων με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η τροφική αλυσίδα των ωκεανών. Τέλος με τα απόβλητα από τις βιομηχανίες και τη γεωργία τα οποία περιλαμβάνουν χημικές ουσίες επέρχεται αλλοίωση στον κύκλο αναπαραγωγής των υδρόβιων ζώων.

ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η κατανάλωση ναυτιλιακών καυσίμων από τα πλοία κυρίως βαρύ μαζούτ (HFO) και σε μικρή κλίμακα μαζούτ με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (LSFO) και πετρέλαιο Diesel έχουν σαν αποτέλεσμα την εκπομπή ρύπων που αναφέρονται κατωτέρω και συνδέονται με τη κλιματική αλλαγή.

Οι παραγόμενοι ρύποι από τη διεθνή ναυτιλία υπολογίζεται ότι ευθύνονται για πάνω από 400.000 πρόωρους θανάτους ετησίως.

ΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO_x)

Είναι ένα μείγμα μονοξειδίου του αζώτου (NO_x) και διοξειδίου του αζώτου (NO_2). Τα αέρια του οξειδίου του αζώτου συμμετέχουν στο σχηματισμό αιθαλομίχλης, φαινόμενο που παρατηρείται στις πόλεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Τα οξείδια του αζώτου και το όζον μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες στους πνεύμονες των ανθρώπων.

Μέτρα αντιμετώπισης από IMO : Σύμφωνα με το παράρτημα VI κανονισμός 13 που αφορά τον έλεγχο των εκπομπών NO_x από τους κινητήρες diesel απαιτείται έκδοση πιστοποιητικού EIAPP από το υπεύθυνη κλάση στην οποία είναι εγγεγραμμένο το πλοίο.

Το πιστοποιητικό συνοδεύει το κινητήρα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του.

International Maritime Organization (2002) (Nitrogen Oxides (NO_x) Regulation 13)

ΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO_x) ΚΑΙ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

Τα αιωρούμενα σωματίδια και το οξείδιο του θείου είναι υπεύθυνα για το πρόωρο θάνατο περισσότερων από 60.000 ανθρώπων ετησίως σε παγκόσμια κλίμακα και προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα σε άτομα που ζουν κοντά σε λιμάνια.

Μέτρα αντιμετώπισης από IMO : Σύμφωνα με το παράρτημα VI της MARPOL 73/78 κανονισμός 14 από τη 1^η Ιανουαρίου 2020 ισχύει το νέο όριο για τη περιεκτικότητα Sox στα καύσιμα των πλοίων από 3,5% σε 0,50% για τα πλοία που ταξιδεύουν εντός καθορισμένων περιοχών ανοικτής θαλάσσης, για περιοχές ECA τα όρια είναι αυστηρότερα 0,10%. Ως λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος ορίζεται η υιοθέτηση scrubbers SO_x ή μετατροπή σε άλλο καύσιμο.

International Maritime Organization (2002) (MARPOL Annex VI Regulation 14 Sulphur oxides & Particulate Matter)

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)

Οι ωκεανοί απορροφούν περίπου το 30% του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται μειώνοντας το pH του θαλασσινού νερού. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως οξίνιση των ωκεανών. Η οξίνιση των ωκεανών απειλεί σε μεγάλο βαθμό τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Μέτρα αντιμετώπισης : Το 2011 ο IMO ενέκρινε υποχρεωτικά τεχνικά και λειτουργικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης που αναμένεται να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές CO₂. Τα μέτρα ετέθησαν σε ισχύ από τη 1^η Ιανουαρίου 2013 και αφορούν το δείκτη σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης EEDI και το σχέδιο ενεργειακής απόδοσης SEEMP.

International Maritime Organization (2002) (GHG Strategy, MARPOL Annex VI on regulation for prevention of air pollution from ships)

ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗ

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο υποβρύχιος θόρυβος που προκαλείται από πλοία μπορεί να έχει βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες αρνητικές επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή, διότι διαταράσσει τον ηχοεντοπισμό, την ικανότητα των φαλαινών και δελφινιών να βρίσκουν τροφή, να πλοηγούνται υποβρύχια και να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Επίσης για μέρη του πληρώματος στα πλοία ενδέχεται να υπάρξουν μακροπρόθεσμες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία τους (μηχανοστάσιο).

Ως πηγές ηχορύπανσης θεωρούνται :

- Το μηχανοστάσιο του πλοίου που προκαλείται θόρυβος λόγω κραδασμών και οφείλεται στις μηχανές του πλοίου, ηλεκτροκινητήρες και γεννήτριες πετρελαίου

- Προπέλες υπεύθυνες για το φαινόμενο σπηλαιώσης, με τόνους που παράγονται από τα πτερύγια της προπέλας και σχετίζονται με τις στροφές της προπέλας
- Θόρυβος γάστρας και θόρυβος ροής

Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης εκ μέρους της MEPC:

Η επιτροπή προστασίας θαλασσιού περιβάλλοντος στην 66^η συνεδρίαση τον Απρίλιο 2014 δίδει κατευθυντήριες γραμμές για την αντιμετώπιση του υποβρύχιου θορύβου στα πλοία, που αφορούν εκτιμήσεις σχεδιασμού για προπέλες (παραγρ. 7.2), για σχεδιασμό γάστρας (παραγρ. 7.3), για μηχανολογικό εξοπλισμό επί του πλοίου (παραγρ. 8), τεχνολογικές βελτιώσεις στα υφιστάμενα πλοία (παραγρ. 8), για θέματα λειτουργίας και καθαρισμό προπέλας, συντήρηση γάστρας (βαφή), κατάλληλη ταχύτητα πλοίου (παραγρ. 10).

International Maritime Organization (2002) (MEPC 66th Session Agenda Item 21, MEPC 1/CIRC 833/2014)

ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ ΥΔΑΤΩΝ

Απορρίψεις υδάτων (λήμματα) που προέρχονται από χώρους διαμονής ενδιαίτησης. Ιδιαίτερο πρόβλημα σε αυτό το τομέα παρατηρείται στα κρουαζιερόπλοια που απορρίπτουν μεγάλες ποσότητες επεξεργασμένων λυμάτων. Ο IMO με τη συνθήκη της MARPOL καθώς και πολλές τροποποιήσεις προσπάθησε να βελτιώσει και σε κάποιες περιοχές έως και να εξαλείψει το παραπάνω φαινόμενο.

Άννα Μαρία Κοτρίκλα (2015) (ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ)

ΝΕΡΑ ΣΕΝΤΙΝΑΣ

Τα φρεάτια υδροσυλλεκτών είναι η πιο σημαντική δεξαμενή συλλογής υπολειμμάτων του μηχανοστασίου. Μπορεί να περιέχουν νερό, λάδι, διαλύτες, χημικές ουσίες, πίσσα και άλλα υλικά. Το νερό της σεντίνας δε μπορεί να ανακληθεί κατευθείαν στη θάλασσα, γι' αυτό διέρχεται πρώτα μέσω ενός διαχωριστή ελαίου όπου το επίπεδο των αιωρούμενων σωματιδίων λαδιού στο

μείγμα μειώνεται σημαντικά. Επίσης βάσει του κανονισμού της MARPOL απαγορεύεται η εκφόρτιση λυμάτων εντός ορισμένης απόστασης τουλάχιστον 12 ναυτικών μιλίων από τις ακτές. Βλάχος Γ. (2011) (Ναυτιλιακή Οικονομία) Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε

ΕΡΜΑ

Το έρμα είναι πολύ σημαντικό για την ασφάλεια (σταθεροποίηση των πλοίων), εξασφαλίζει εγκάρσια ευστάθεια και βελτιώνει την πρόωση και ευελιξία του πλοίου, παρόλα αυτά μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά οικολογικά και υγειονομικά προβλήματα λόγω του πλήθους των θαλασσιών ειδών που μπορούν να μεταφερθούν με το νερό που χρησιμοποιείται σαν έρμα στα πλοία. Αυτά περιλαμβάνουν βακτήρια, μικρόβια, μικρά ασπόνδυλα, αβγά και προνύμφες διαφορετικών ειδών. Η ανάπτυξη του θαλάσσιου εμπορίου έχει σαν αποτέλεσμα την όξυνση του προβλήματος και μετά από μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι το πρόβλημα των βιολογικών εισβολών συνεχίζει να αυξάνεται.

Ως μέτρο αντιμετώπισης είναι η εγκατάσταση συστήματος με όνομα "Ballast Water Treatment System" με σκοπό την μη αλλοίωση της ποιότητας του νερού που χρησιμοποιείται σαν έρμα. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να λειτουργεί με βάση τον κανονισμό IMO D-2.

ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ

Τα σκουπίδια που παράγονται στα πλοία περιλαμβάνουν είδη τροφίμων, οικιακά και επιχειρησιακά απόβλητα εξαιρουμένων των φρέσκων ψαριών και των μερών τους. Υπάρχουν πιθανότητες να απορρίπτονται στη θάλασσα συνεχώς ή περιοδικά. Τα σκουπίδια μπορούν να αποτελούν θανάσιμους κινδύνους για τη θαλάσσια ζωή. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται από τα πλαστικά τα οποία μπορεί να επιπλέουν επί χρόνια και τα ψάρια, θαλάσσια θηλαστικά σε μερικές περιπτώσεις να τα εκλάβουν σαν τροφή. Μπορεί επίσης να παγιδευτούν σε πλαστικά σχοινιά, δίχτυα κ.α.

Μέτρο αντιμετώπισης αποτελεί το παράρτημα V της MARPOL το οποίο έχει τεθεί σε ισχύ από τη 31^η Δεκεμβρίου 1988.

International Maritime Organization (2002) (MARPOL Annex V Prevention of Pollution by Garbage from Ships)

Heikkila J, Virtanen A, Ronkko T, Keskinen J, Aakko-Saksa P, Murtonen T (2019)

(Nanoparticle Emissions from a Heavy-Duty Engine Running on Alternative Diesel Fuels)

1.8 ΤΥΠΟΙ ΠΛΟΙΩΝ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

Η διαφορετικότητα των φορτίων και οι προσπάθειες για την επίτευξη αφενός μεν χαμηλότερου κόστους μεταφοράς και αφετέρου ασφαλούς μεταφοράς οδήγησαν στη σχεδίαση και κατασκευή διαφορετικών τύπων πλοίων.

- Πλοία χύδην ξηρού φορτίου ή αλλιώς Bulk Carriers. Σε αυτά, η μεταφορά του φορτίου γίνεται σε μεγάλες ποσότητες, χωρίς να είναι απαραίτητη η συσκευασία τους. Αυτού του είδους οι μεταφορές σημείωσαν άνοδο κατά τη δεκαετία του '50 και σήμερα στηρίζεται σε αυτές το 1/3 του παγκόσμιου εμπορίου.
- Πλοία χύδην υγρού φορτίου ή δεξαμενόπλοια Tanker Ships. Χαρακτηριστικό τους είναι το μεγάλο μέγεθός τους. Τα μικρότερα αυτών ξεκινούν από μερικούς εκατοντάδες τόνους

και χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση μικρών λιμένων. Τα μεγάλου μεγέθους δεξαμενόπλοια πραγματοποιούν μεταφορές αγαθών σε εξαιρετικά μεγάλες αποστάσεις. Στα δεξαμενόπλοια συμπεριλαμβάνονται και τα πλοία που μεταφέρουν υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG) και υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) .

- Πλοία γενικού φορτίου. Είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να μεταφέρουν το φορτίο συσκευασμένο σε μονάδες. Σε αυτό το τύπο πλοίων ανήκουν πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (container ship) καθώς και πλοία μεταφοράς οχημάτων.
- Επιβατηγά πλοία. Χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση των ανθρώπων. Σε αυτά ανήκουν τα κρουαζιερόπλοια και τα επιβατηγά-οχηματαγωγά πλοία.
- Πλοία ειδικού προορισμού. Η ανάγκη γρήγορων μεταφορών και η εξέλιξη της τεχνολογίας δημιούργησε τον παραπάνω τύπο πλοίων. Σε αυτό ανήκουν τα πλοία ψυγεία (Refrigerated ship) , τα αλιευτικά (Fishing boat) , τα ωκεανογραφικά (Oceanographic ships) , τα μετεωρολογικά (Meteorological ships) καθώς και τα πλοία τοποθέτησης καλωδίων (Cable ships).

1.9 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΟΡΙΣΕ Ο ΙΜΟ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΕ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ

Η ναυτιλία συμβάλλει στην υποβάθμιση του θαλασσίου περιβάλλοντος κυρίως μέσω της λειτουργικής και ατυχηματικής ρύπανσης εμπορικών πλοίων.

Ως ναυτικό ατύχημα σύμφωνα με το Κώδικα για τη Διερεύνηση Ναυτικών Ατυχημάτων και Συμβάντων του ΙΜΟ ορίζεται οποιοδήποτε συμβάν που έχει ως αποτέλεσμα:

- Τον θάνατο ή τον σοβαρό τραυματισμό ατόμου που προκλήθηκε από ή σε σχέση με τις λειτουργίες του πλοίου.
- Υλική ζημιά του πλοίου
- Την ρύπανση στο περιβάλλον που προήλθε από τις λειτουργίες του πλοίου
Οι μεγάλες σε μέγεθος πετρελαιοκηλίδες όπου είναι απορροή των παραπάνω έχουν καταστροφικές επιπτώσεις για το θαλάσσιο οικοσύστημα.

Το παχύρευστο στρώμα πετρελαίου μένει στις επιφάνειες των θαλασσών. Μέσα σε διάστημα λίγων μηνών από την εμφάνιση της πετρελαιοκηλίδας παρατηρείται πως τα υπολείμματα πετρελαίου χωρίζονται σε δύο τμήματα. Ένα υδρόφιλο, που παγιδεύει μεγάλες ποσότητες νερού και παίρνει τη μορφή μιας κολλώδης λάσπης και ένα υδρόφοβο, που συσπειρώνεται σε σβώλους. Με αυτόν τον τρόπο η μόλυνση διαχέεται σε όλο τον όγκο της πληγείσας περιοχής, με τους σβώλους να κατακάθονται στον βυθό και το η “λάσπη” στην επιφάνεια του νερού. Το αποτέλεσμα είναι να μειώνεται η ανανέωση του νερού με το οξυγόνο του αέρα, το φως να μην εισέρχεται βαθιά στη θάλασσα και αρκετοί οργανισμοί να μην μπορούν να φωτοσυνθέτουν. Βλάχος Γ. (2011) (Ναυτιλιακή Οικονομία) Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε

Δεν είναι μικρός ο αριθμός των ατυχημάτων που έχουν συμβεί και συμβαίνουν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Κάποια από αυτά είναι ακίνδυνα ως προς την ανθρώπινη ζωή και το θαλάσσιο οικοσύστημα. Σημαντικός όμως είναι ο αριθμός των ατυχημάτων που έχουν τεράστιο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, απειλώντας άμεσα ή έμμεσα και την ανθρώπινη ζωή. Παρακάτω θα γίνει ανάλυση κάποιων από τα μεγαλύτερα ατυχήματα που έλαβαν χώρα παγκοσμίως και είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία κανονισμών απο διεθνής οργανισμούς και με τους οποίους θα έπρεπε να συμμορφώνονται κατά την λειτουργία τους.

- Στα μισά του 20ου αιώνα η πετρελαϊκή ρύπανση των θαλασσών είχε αναγνωριστεί ως μεγάλο πρόβλημα για αυτό και πολλές χώρες όρισαν εθνικούς κανονισμούς για να ελέγχουν τις απορρίψεις πετρελαίου μέσα στα εθνικά τους ύδατα. Το 1954 το Ηνωμένο Βασίλειο οργάνωσε μια διάσκεψη για την ρύπανση από πετρέλαιο που οδήγησε στην δημιουργία μιας Διεθνούς Συνθήκης για την πρόσληψη της θάλασσας από ρύπανση του πετρελαίου που ονομάστηκε OILPOIL. Η συνθήκη OILPOIL η οποία τροποποιήθηκε το 1962,1969 και το 1971 ασχολήθηκε κυρίως με την ρύπανση ως αποτέλεσμα των εργασιών ρουτίνας των πετρελαιοφόρων και της απόρριψης των αποβλήτων των μηχανικών μερών οι οποίες θεωρούνταν κύριες πηγές ρύπανσης των υδάτων από τα σκάφη. Η συνθήκη OILPOIL που τέθηκε σε ισχύ στις 26 Ιουλίου το 1958 προσπάθησε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της ρύπανσης με 2 τρόπους Καθιέρωσε απαγορευμένες περιοχές οι οποίες εκτείνονται στα 50 μίλια τουλάχιστον από την ακτή στις οποίες δεν επιτρεπόταν η ρίψη πετρελαίου ή των μιγμάτων των οποίων περιέχουν περισσότερα από 100 μέρη πετρελαίου ανά εκατομμύριο . Απαίτησε από τα συμβαλλόμενα μέρη να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα για εγκαταστάσεις για την υποδοχή ελαιούχων υδάτων και διαφόρων υπολειμμάτων . Το 1962 ο IMO αφότου υιοθέτησε τις παραπάνω τροποποιήσεις και επέκτεινε τις απαιτήσεις σε σκάφη μικρής χωρητικότητας και επέκτεινε τις απαγορευμένες περιοχές. Το 1967 είχαμε το σημαντικότερο γεγονός ρύπανσης υδάτων από πετρέλαιο που είχε καταγραφεί μέχρι εκείνο το χρονικό σημείο. Το πετρελαιοφόρο Torrey Canyon καθώς διέσχισε το αγγλικό κανάλι προσάραξε με αποτέλεσμα η ανατροπή του να εκχύσει ολόκληρο το φορτίο των 12000 τόνων πετρελαίου στην θάλασσα.



Εικόνα 2. TORREY CANYON Πηγή:Safety4Sea

Το γεγονός αυτό δημιούργησε ερωτήματα κατά πόσο μπορούσαν να θεωρηθούν επιτυχημένα τα μέτρα τα οποία ίσχυαν για την αποφυγή της πετρελαϊκής ρύπανσης από πλοία. Ακόμα το ατύχημα αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να έρθουν στην επιφάνεια και τα προβλήματα που υπήρχαν ως προς τις αποζημιώσεις μετά τα ατυχήματα εν πλω. Στα πλαίσια αυτά ο ΙΜΟ συγκάλεσε σύνοδο με σκοπό τη δημιουργία ενός σχεδίου δράσης για την αντιμετώπιση των τεχνικών και νομικών πλευρών του Torrey Canyon. Μετά το πέρας της αποφασίστηκε να ακολουθήσει μια ακόμα σύνοδος το 1973 ώστε να υπογραφεί μια συμφωνία η οποία θα ήταν κατάλληλη για την αντιμετώπιση της μόλυνσης της θάλασσας, του εδάφους, του αέρα από τα πλοία και η οποία θα οδηγούσε στη λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων. Η συνθήκη του 1973 ενσωμάτωσε ένα μεγάλο μέρος της OILPOIL του 1954 και των τροποποιήσεων της στο Παράρτημα 1 όμως η συνθήκη αυτή είχε σκοπό να καλύψει και άλλες μορφές ρύπανσης για αυτό και δημιουργήθηκαν και άλλα Παραρτήματα για περιπτώσεις ρύπανσης από χημικές ουσίες, λύματα και επιβλαβείς ουσίες σε συγκεκριμένη μορφή. Η σύμβαση του 1973 απαίτησε την επικύρωση της από 15 κράτη όμως μόνο 3 από αυτά ανταποκρίθηκαν μέχρι το 1976 (Ιορδανία, Τυνησία, Κένυα) το οποίο σαν ποσοστό ήταν λιγότερο από το ένα τοις εκατό της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας.

Wells P. G. (2017) (The iconic Torrey Canyon oil spill of 1967 - Marking its legacy. Marine Pollution Bulletin)



Εικόνα 3. ARGO MERCHANT Πηγή: NOAA

Το 1978 ο IMO λόγω μιας σειράς ατυχημάτων (ARGO MERCHANT 1976-AMOCO CADIZ 1978) οργάνωσε μια ακόμη διάσκεψη με θέμα την ασφάλεια των πετρελαιοφόρων πλοίων και την πρόληψη της ρύπανσης. Η διάσκεψη αυτή έγινε τον Φεβρουάριο του 1978 και υιοθέτησε μέτρα τα οποία συμπεριλήφθηκαν στο πρωτόκολλο του 1978 σχετικά με την συνθήκη του 1974 που αφορούσε την ασφάλεια ζωής εν πλω (SOLAS) και στο πρωτόκολλο του 1978 σχετικά με την συνθήκη του 1973 που αφορά την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία.

Spaulding M. L., Jayko K. B., Anderson E. L. (1982) (Hindcast of the ARGO Merchant Spill using the Uri Oil Spill Fates Model.)

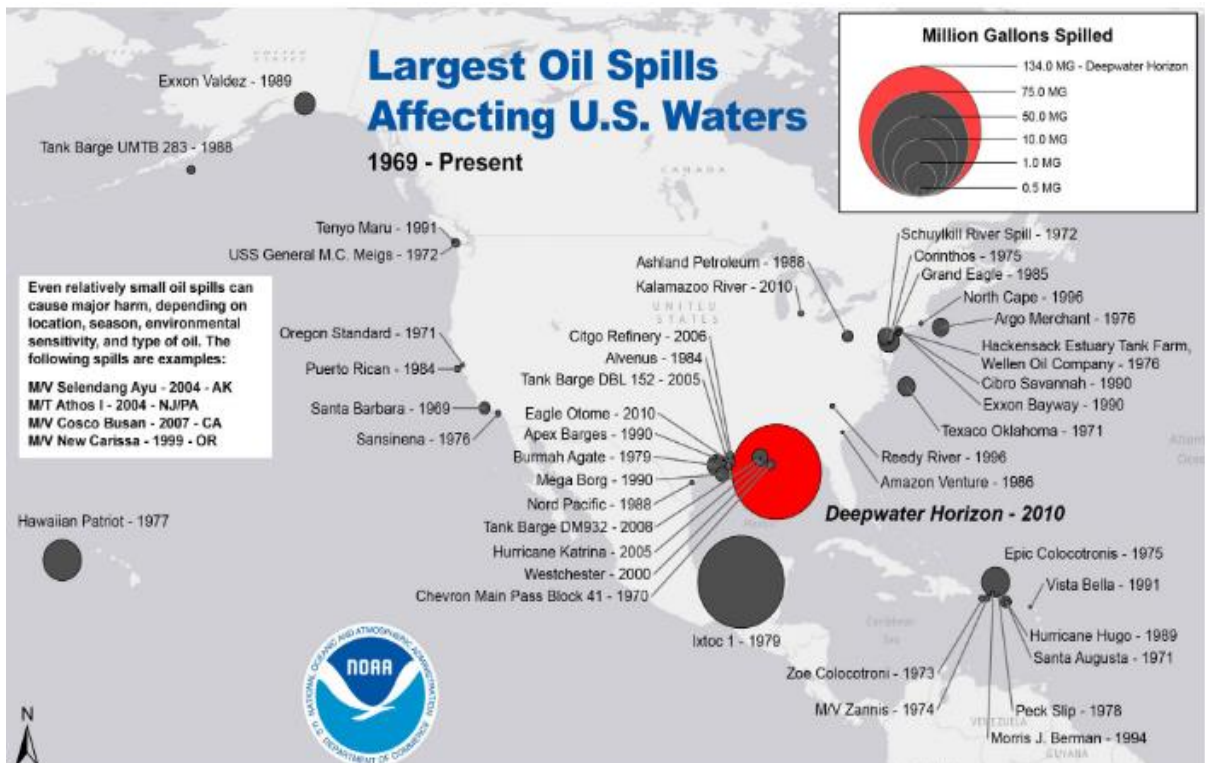


Εικόνα 4. AMOCO CADIZ Πηγή:Marine Insight

Ο λόγος ο οποίος τέθηκε τελικά σε ισχύ η MARPOL είναι ότι με βάση το πρωτόκολλο του 1978 το κάθε κράτος το οποίο θα ήθελε να συμβληθεί με την συνθήκη δε θα ήταν υποχρεωμένο να ακολουθεί το Παράρτημα 2. Το πρωτόκολλο του 1978 υποχρέωνε κάθε κράτος το οποίο ήθελε να είναι μέλος της συνθήκης να επικυρώνει το Παράρτημα 1 που αφορά τη ρύπανση πετρελαίου και ταυτόχρονα αποφασίζει ότι το Παράρτημα 2 που αφορά χημικές ουσίες δε θα γινόταν δεσμευτικό για 3 χρόνια αφότου τεθεί σε ισχύ το πρωτόκολλο. Με αυτόν τον τρόπο τα κράτη είχαν χρόνο να ξεπεράσουν διάφορα τεχνικά προβλήματα τα οποία υπήρχαν στο πρωτόκολλο 2 και τα οποία ήταν εμπόδιο για την επικύρωση της συνθήκης. Ο συνδυασμός της συνθήκης του 1973 και του Πρωτοκόλλου του 1978 ονομάστηκε ως: Η Διεθνή Συνθήκη για την πρόληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από τα πλοία 1973 όπως τροποποιείται από το πρωτόκολλο του 1978 και τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου το 1983.

- Πετρελαιοκηλίδα στον κόλπο του Μεξικό

Το μεγαλύτερο ατύχημα πετρελαιοκηλίδας που έχει σημειωθεί στην ιστορία συνέβη τον Απρίλιο του 2010 στον κόλπο του Μεξικό. Συγκεκριμένα στις 20 Απριλίου 2010 η έκρηξη ενός φρεατίου στη πλατφόρμα εξόρυξης πετρελαίου Deerwater Horizon είχε σαν αποτέλεσμα μία από τις πιο μεγάλες περιβαλλοντικές καταστροφές. Κατά τη διάρκεια του ατυχήματος 11 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους. Από την έκρηξη προκλήθηκε πυρκαγιά, η οποία έκαψε στην Deerwater Horizon μέχρι εκείνη να βυθιστεί τελικά στις 22 Απριλίου 2010. Υπάρχουν αναφορές πως εκείνη την ημέρα διέρρευσαν στην θάλασσα 8.000 βαρέλια αργού πετρελαίου. Η διαρροή συνεχίστηκε για 87 ημέρες περίπου, όπου στις 19 Σεπτεμβρίου 2010 κατάφεραν στα σταματήσουν τη διαρροή. Ακόμα και μέχρι σήμερα, τόσα χρόνια μετά το ατύχημα, το πετρέλαιο είναι ακόμη ανιχνεύσιμο.



Εικόνα 5. Μεγάλα ατυχήματα διαρροής πετρελαίου Πηγή:NOAA

Αυτή η μεγάλη σε έκταση πετρελαιοκηλίδα είχε σημαντικές επιπτώσεις τόσο στην αλλοίωση του οικοσυστήματος, όσο και στην οικονομία. Στις θάλασσες και στις ακτές βρέθηκαν πολλά μεταλλαγμένα είδη θαλασσινών και ψαριών, πολλά από τα οποία ήταν νεκρά. Από το παραπάνω

ατύχημα τεράστιες ζημιές δημιουργήθηκαν ως προς την ανθρώπινη υγεία αλλά και την οικονομία αφού η ρύπανση ως προς το περιβάλλον ήταν τεράστια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΝΟΜΟΘΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΜΟΔΙΟΙ ΦΟΡΕΙΣ

2.1 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΙΜΟ

Μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου και την ανάπτυξη του θαλασσίου μεταφορικού έργου δημιουργήθηκε η ανάγκη ύπαρξης ενός παγκοσμίου διακυβερνητικού οργανισμού που θα ασχολείται με τεχνικά θέματα που αφορούν τη ναυτιλία. Κάτω από αυτό το πρίσμα δημιουργήθηκε το Ηνωμένο Ναυτιλιακό Συμβουλευτικό Συμβούλιο (UMCC). Το UMCC είχε περιορισμένη διάρκεια ζωής μέχρι το τέλος του 1946 διότι πολλά κράτη θεώρησαν ότι ένας τέτοιος οργανισμός θα μπορούσε να εμπλακεί σε θέματα που αφορούσαν εσωτερικά και εμπορικά τους ζητήματα.

Παρ'όλα ταύτα επροτάθη η σύσταση ενός οργανισμού που θα είχε συμβουλευτικό ρόλο για την ενίσχυση της συνεργασίας των μελών του, έτσι προκύπτει η δημιουργία του ΙΜΟ. Εγκρίθηκε σε διπλωματική διάσκεψη στη Γενεύη το 1948 υπό την αιγίδα του Οικονομικού και Κοινωνικού Συμβουλίου των Ηνωμένων Εθνών (ECOSOC), αλλά τελικά η σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 17 Μαρτίου του 1958.

Η καθυστέρηση επικύρωσης οφείλεται στις ανησυχίες ορισμένων κρατών ότι η σύμβαση θα μπορούσε να οδηγήσει σε παρέμβαση στις εσωτερικές τους νομοθεσίες και σε θέματα εμπορικής και οικονομικής φύσης, καθώς επίσης και στις εθνικές τους ναυτιλιακές βιομηχανίες.

Ως εκ τούτου ο ΙΜΟ ασχολήθηκε με θέματα που αφορούσαν τη διεθνή ναυτιλία στους τομείς της θαλάσσιας ασφάλειας και αποτελεσματικότητας της ναυσιπλοΐας.

Ο ΙΜΟ είναι ένας ρυθμιστικός οργανισμός που έχει σαν στόχο τη θέσπιση διεθνών ναυτιλιακών κανονισμών, ενώ τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα για την εφαρμογή των κανονισμών σύμφωνα με τις αρχές του Διεθνούς Δικαίου. Έχει εισαγάγει το πρόγραμμα τεχνικής συνεργασίας (ITCP) που παρέχει βοήθεια στα κράτη-μέλη μέσω της μεταφοράς ναυτιλιακών δεξιοτήτων και τεχνολογιών ώστε να λειτουργούν οι ναυτιλιακές τους βιομηχανίες με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.

Ο ΙΜΟ έχει δημιουργήσει ένα νέο πλαίσιο πάνω στο οποίο θα λειτουργεί η Διεθνής ναυτιλία, το οποίο χαρακτηρίζεται από ισονομία μεταξύ των συμβαλλομένων κρατών και αφορά τους τομείς της ασφάλειας και της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια αναφέρονται υποχρεωτικές απαιτήσεις που αφορούν σε νέα ή υπάρχοντα πλοία σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και συμβάσεις.

ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΙΜΟ

- (SOLAS 1974) Διεθνής Σύμβαση για την ασφάλεια της ζωής στη θάλασσα και το Πρωτόκολλό της 1988
- (COLREG 1972) Η Σύμβαση που αφορά τους Διεθνείς Κανονισμούς για τη πρόληψη των συγκρούσεων στη θάλασσα.
- (LL 1966) Η Διεθνής Σύμβαση για τις γραμμές φορτίου και το Πρωτόκολλό της 1988
- (STCW 1978) Διεθνής Σύμβαση που ορίζει απαιτήσεις που αφορούν θέματα εκπαίδευσης, πιστοποίησης και τήρηση λειτουργίας βάρδιας ναυτικών.
- (MARPOL 73/78) Η Διεθνής Σύμβαση πρόληψης ρύπανσης από τα πλοία 1973 με τροποποιήσεις από τα Πρωτόκολλα του 1978 και 1977.
- (BWM 2004) Διεθνής Σύμβαση για τη διαχείριση του έρματος και ιζημάτων πλοίων
- (TONAGE 1969) Διεθνής Σύμβαση μέτρησης χωρητικότητας πλοίων

2.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ MARPOL

Η συνθήκη MARPOL είναι η σύμβαση η οποία είναι υπεύθυνη για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τα σκάφη από λειτουργικές ή τυχαίες αιτίες. Η σύμβαση αυτή είναι ένας συνδυασμός δυο συνθηκών που υιοθετούνται από το 1973 και το 1978 από τον ΙΜΟ και ενημερώνονται από τις τροποποιήσεις που προκύπτουν κατά το πέρασμα του χρόνου. Η διεθνής αυτή συνθήκη για τη πρόληψη ρύπανσης από τα σκάφη που υιοθετήθηκε από τον ΙΜΟ στις 2 Νοέμβρη του 1973 κάλυψε τη μόλυνση από πετρέλαιο , χημικές ουσίες ,επιβλαβής ουσίες σε τυποποιημένη μορφή, λύματα και απορρίμματα. Το πρωτόκολλο του 1978 σε σχέση με την συνθήκη του 1973 για την πρόληψη της ρύπανσης από τα σκάφη έγινε σε μια διάσκεψη σχετικά με την ασφάλεια των πετρελαιοφόρων και την πρόληψη της ρύπανσης τον Φεβρουάριο του 1978. Καθώς η συνθήκη του 1973 δεν είχε τεθεί σε ισχύ το πρωτόκολλο του 1978 απορρόφησε την αρχική συνθήκη για αυτό το λόγο ονομάζεται διεθνής συνθήκη για την πρόσληψη της θαλάσσιας ρύπανσης από τα σκάφη το 1973 όπως τροποποιείται από το πρωτόκολλο του 1978.Η MARPOL περιλαμβάνει τους κανονισμούς για την παρεμπόδιση και την ελαχιστοποίηση της θαλάσσιας ρύπανσης. Η αρχική συνθήκη του 1973 περιελάμβανε 5 τεχνικά παραρτήματα και την δεκαετία του 1990 προστέθηκε ακόμα ένα και περιλαμβάνει και δυο πρωτόκολλα. Εκτός από τα παραπάνω παραρτήματα και πρωτόκολλα ακόμα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός υλικού υποστήριξης που αναφέρεται ως "Έγγραφο Τεκμηρίωση" η οποία εμπεριέχει αποφάσεις, συστάσεις, κώδικες, οδηγίες και εγχειρίδια τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα την καθιέρωση συμφωνημένων διαδικασιών για την εφαρμογή της Σύμβασης .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ MARPOL 73/78

Παράρτημα I: Πρόληψη της ρύπανσης από πετρέλαιο

Στόχος του παραρτήματος I της MARPOL το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983 είναι η πρόληψη διαρροής πετρελαίου και η προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος από το πετρέλαιο. Σύμφωνα με μελέτη της εθνικής ακαδημίας επιστημών στις ΗΠΑ (1989) ενώ οι ποσότητες του πετρελαίου που μεταφέρονται στην θάλασσα αυξάνονται, εντούτοις οι ποσότητες των απορρίψεων μειώνονται. Πιο συγκεκριμένα οι απορρίψεις πετρελαίου έχουν μειωθεί από 1,47 εκατομμύρια τόνους σε 600.000 τόνους ενώ από τους 600000 τόνους πετρελαίου πάνω από το 60% προέρχεται από λειτουργικές διαδικασίες ενώ το υπόλοιπο ποσοστό προέρχεται από ατυχήματα. Οι απαιτήσεις των κεφαλαίων του παραρτήματος I της MARPOL έχουν σαν στόχο τη μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης. Το Παράρτημα I απαρτίζεται από 7 κεφάλαια , το Πρώτο Κεφάλαιο περιλαμβάνει ορισμούς, εφαρμογές, εξαιρέσεις, το Δεύτερο αναφέρεται σε έρευνες και πιστοποιήσεις, το Τρίτο αναφέρεται στις απαιτήσεις που υπάρχουν στα μηχανοστάσια των πλοίων, το Τέταρτο στις απαιτήσεις για τους χώρους φορτίου των πετρελαιοφόρων, το Πέμπτο στη πρόληψη ρύπανσης από πετρέλαιο που προκύπτει από περιστατικό ρύπανσης, το Έκτο σε εγκαταστάσεις υποδοχής και το Έβδομο σε ειδικές απαιτήσεις για σταθερές, πλωτές πλατφόρμες. Η εφαρμογή του Παραρτήματος I της MARPOL είναι ευθύνη του πληρώματος του πλοίου.

Παράρτημα II: Έλεγχος ρύπανσης από επιβλαβείς υγρές ουσίες

Το Παράρτημα II τέθηκε σε ισχύ στις 6 Απριλίου 1987 και αφορά την ρύπανση της θάλασσας από επιβλαβείς ουσίες σε συσκευασμένη μορφή. Στη Σύμβαση έχουν περιληφθεί περίπου 250 ουσίες. Η ρίψη απορριμμάτων επιτρέπεται μόνο στις εγκαταστάσεις υποδοχής όταν πληρούνται κάποιιοι συγκεκριμένοι όροι. Γενικά απαγορεύεται η ρίψη απορριμμάτων σε απόσταση λιγότερη από 12 μίλια από την στεριά.

Παράρτημα III: Πρόληψη ρύπανσης από επιβλαβείς ουσίες σε συσκευασμένη μορφή

Το παραπάνω Παράρτημα τέθηκε σε ισχύ 1 Ιουλίου 1992 και είναι το πρώτο από τα προαιρετικά παραρτήματα της σύμβασης. Το Παράρτημα αυτό περιέχει τις γενικές απαιτήσεις για την έκδοση προτύπων όσον αφορά τη συσκευασία, το χαρακτηρισμό, το μαρκάρισμα, την αποθήκευση αλλά και περιορισμούς, εξαιρέσεις και σημειώσεις για τον τρόπο αντιμετώπισης και παρεμπόδισης της ρύπανσης της θάλασσας από επιβλαβείς ουσίες.

Παράρτημα IV: Πρόληψη της ρύπανσης από λύματα από σκάφη

Τέθηκε σε ισχύ στις 27 Σεπτεμβρίου 2003 και είναι και αυτό προαιρετικό παράρτημα το οποίο περιέχει τις απαιτήσεις για να αντιμετωπιστεί η ρύπανση της θάλασσας από λύματα.

Παράρτημα V: Πρόληψη ρύπανσης από απορρίμματα από σκάφη

Τέθηκε σε ισχύ στις 31 Δεκεμβρίου 1988 και εξετάζει τους τύπους απορριμμάτων καθώς και διευκρινίζει τις αποστάσεις από την ακτή και τον τρόπο με τον οποίο επιτρέπεται η ρίψη απορριμμάτων. Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα του Παραρτήματος είναι η απαγόρευση ρίψης πλαστικού στη θάλασσα.

Παράρτημα VI: Πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα σκάφη

Τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005 και οι κανονισμοί αφορούν τις εκπομπές οξειδίου θείου και οξειδίου αζώτου από τις εξατμίσεις πλοίων και θα απαγορεύσουν τις σκόπιμες εκπομπές αζώτου.

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ MARPOL

Οι σύγχρονες ανάγκες και οι διάφορες ατυχηματικές περιπτώσεις έχουν αναγκάσει τον ΙΜΟ να προβεί σε τροποποιήσεις των παραρτημάτων της Marpol με στόχο την καλύτερη επίτευξη των κανόνων. Οι τροποποιήσεις των παραρτημάτων μπορούν να υιοθετηθούν με τη διαδικασία "σιωπηρής αποδοχής" στην οποία οι τροποποιήσεις τίθενται σε ισχύ μια συγκεκριμένη ημερομηνία η οποία έχει συμφωνηθεί και ο μόνος τρόπος να μην γίνει είναι αν ένας αριθμός από τα συμβαλλόμενα κράτη αντιταχθούν στην συμφωνηθέντα ημερομηνία. Τροποποιήσεις γίνονται μέχρι και σήμερα καθώς αυτός ο τομέας είναι πολύ σημαντικός για τον ΙΜΟ και τα συμβαλλόμενα κράτη.

ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΤΑ MARPOL

Μέσα στα παραρτήματα της MARPOL προσδιορίζονται κάποιες περιοχές η οποίες χρειάζονται ειδική μεταχείριση και προστασία για οικολογικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς αλλά και επιστημονικούς λόγους και μπορεί να τεθούν σε κίνδυνο λόγω των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων. Οι κανόνες για τις ειδικές περιοχές δεν είναι ίδιες για όλες τις περιοχές και οι κανόνες αλλά και οι περιορισμοί περιλαμβάνονται στο PSSA (Particularly sensitive sea areas). Σύμφωνα με το PSSA κάποιες ευαίσθητες θαλάσσιες περιοχές είναι:

- 1) Το αρχιπέλαγος Σαβάννα-Camaguey στη Κούβα
- 2) Η θάλασσα Waden στην Δανία
- 3) Τα δυτικά ευρωπαϊκά ύδατα
- 4) Το νησί Marpelo στην Κολομβία
- 5) Ο μεγάλος Σκόπελος στην Αυστραλία

ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΤΗΣ MARPOL

- 1)Μεσόγειος θάλασσα
- 2)Βαλτική θάλασσα
- 3)Μαύρη θάλασσα
- 4)Ερυθρά θάλασσα
- 5)Ο κόλπος του Αντεν
- 6)Ανταρκτική

Γενικά σε όλες τις παραπάνω θάλασσες έχουν τεθεί “σύνορα” στα οποία πρέπει τα κράτη να ακολουθούν τους ειδικούς κανόνες για τα πλοία και δεν ισχύουν σε όλο το μέγεθος των θαλασσών.

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) (2002) (Annex I- Regulations for the Prevention of Pollution by Oil)

2.3 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Στα πλαίσια των προσπαθειών για τη μείωση των ναυτικών ατυχημάτων και τις επιπτώσεις που έχουν στο ναυτεργατικό δυναμικό και γενικότερα στο θαλάσσιο περιβάλλον, έχουν ληφθεί μέτρα με στόχο μιας πιο ποιοτικής διαχείρισης των πλοίων για την αποφυγή των ναυτικών ατυχημάτων και της θαλάσσιας ρύπανσης. Με γνώμονα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα που εμπλέκεται στην αλυσίδα των δραστηριοτήτων της ναυτιλίας, και απαρτίζεται από τα πληρώματα των πλοίων, των υπαλλήλων στα γραφεία μιας ναυτιλιακής εταιρίας, το ναυπηγείο που χτίζεται το πλοίο, τους νομοθέτες κ.α, έπρεπε να επιδειχθεί μια αρμονική συνεργασία με στόχο το καλύτερο αποτέλεσμα.

Ο ΙΜΟ θεωρεί ότι οι επαρκώς καταρτισμένοι και σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα εργαζόμενοι στο χώρο της ναυτιλίας είτε είναι ναυτικοί επί του πλοίου, είτε υπάλληλοι ναυτιλιακής με σωστά κίνητρα και επαγγελματική συνείδηση, αποτελούν τη βασική προϋπόθεση για την εύρυθμη λειτουργία της ναυτιλίας.

Σε αυτά τα πλαίσια έχουν υιοθετηθεί ο κώδικας ISM (Διεθνής Κώδικας Διαχείρισης για την Ασφαλή Λειτουργία των πλοίων), η Σύμβαση SOLAS (Διεθνής Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα) και η Σύμβαση STCW (Διεθνής Σύμβαση που περιλαμβάνει Πρότυπα Κατάρτισης, Πιστοποιήσεις και τήρησης λειτουργίας φύλαξης για τους ναυτικούς).

2.4 ΚΩΔΙΚΑΣ ISM (INTERNATIONAL SAFETY MANAGEMENT CODE)

Εγκρίθηκε στα πλαίσια της 18^{ης} Συνόδου του IMO η οποία έλαβε χώρα στις 4 Νοεμβρίου 1993 και ενέκρινε το ψήφισμα A 741 (18). Το συγκεκριμένο ψήφισμα στις 21 Ιουνίου 1994 ενσωματώθηκε στη Συνθήκη SOLAS του 1974 ως διακριτό κεφάλαιο IX, υπό το τίτλο «Διαχείριση για την Ασφαλή Λειτουργία των πλοίων και Πρόληψη Ρύπανσης». Στο Κανονισμό 2 του Κεφαλαίου αυτού αναφέρονται και οι ημερομηνίες εφαρμογής του για τις διαχειρίστριες εταιρίες (πλοιοκτήτριες, ναυλώτριες) που διαχειρίζονται τους παρακάτω τύπους πλοίων ανεξάρτητα από την ημερομηνία κατασκευής τους:

- Επιβατηγά πλοία συμπεριλαμβανομένων των ταχυπλόων επιβατηγών σκαφών, το αργότερο τη 1^η Ιουλίου 1998
- Πετρελαιοφόρα, χημικά δεξαμενόπλοια, δεξαμενόπλοια μεταφοράς LPG, LNG, CNG, πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου ολικής χωρητικότητας 500 κόρων και άνω, το αργότερο τη 1^η Ιουλίου 2002
- Άλλα φορτηγά πλοία και κινητές μονάδες υπεράκτιας γεώτρησης ολικής χωρητικότητας 500 κόρων και άνω, το αργότερο τη 1^η Ιουλίου 2002

Ο κώδικας ISM δεν εφαρμόζεται για κυβερνητικά πλοία που χρησιμοποιούνται για μη εμπορικούς σκοπούς.

Στα πλαίσια της εφαρμογής του κώδικα ISM κάθε εταιρεία (διαχειρίστρια, πλοιοκτήτρια, ναυλώτρια) θα πρέπει να αναπτύξει ένα Σύστημα Ασφαλούς Διαχείρισης (SAFETY MANAGEMENT SYSTEM), για την ασφάλεια της μεταφοράς και τη πρόληψη θαλάσσια ρύπανσης. Μέσω του συστήματος θα πρέπει να αποδεικνύεται ότι τα υπό εκμετάλλευση πλοία συμμορφώνονται : Με τις Διεθνείς Συμβάσεις και την εσωτερική νομοθεσία του κράτους σημαίας.

- Με τις οδηγίες ή πρότυπα των Διεθνών Οργανισμών, τις Αρμόδιες Κρατικές Αρχές και αναγνωρισμένους Νηογνώμονες.
- Ακολουθούνται εκ μέρους της εταιρείας όλες οι προβλεπόμενες διαδικασίες κατά τομείς με συγκεκριμένες αρμοδιότητες.

Υπεύθυνοι για την εφαρμογή του κώδικα σε κάθε πλοίο είναι αφενός η διοίκηση της εταιρείας και αφετέρου ο πλοίαρχος. Η εταιρία πρέπει να τεκμηριώνει με σαφήνεια την ευθύνη του πλοιάρχου και πρέπει να διασφαλίζει ότι το SMS (Σύστημα Ασφαλούς Διαχείρισης) που λειτουργεί επί του πλοίου περιέχει σαφή δήλωση που τονίζει την εξουσία του πλοιάρχου.

Ο έλεγχος της μη συμμόρφωσης ως προς τις διατάξεις του κώδικα πραγματοποιείται με τη συμμετοχή του Port State Control σε συνδυασμό με τους κανονισμούς STCW, SOLAS και MARPOL.

International Maritime Organization (2002) (SOLAS Consolidated Edition London)

Βλάχος Γ. (2011) (Ναυτιλιακή Οικονομία) Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.

International Maritime Organization (2002) (International Safety Management Code Part A (Section 5) Masters Responsibility and Authority)

2.5 ΔΙΕΘΝΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ – SOLAS

Η πρώτη Διεθνής Σύμβαση υιοθετήθηκε το 1914 και στη συνέχεια έχουμε μία σειρά αναθεωρημένων συνθηκών τα έτη 1929, 1948, 1960. Το 1974 ψηφίστηκε η νέα Σύμβαση που περιέχει τη προγενέστερη του 1960 με έναρξη ισχύος τη 25^η Μαΐου 1980 με όλες τις τροποποιήσεις και είναι αυτή που ισχύει έως και σήμερα με συνεχείς βελτιώσεις.

Η SOLAS είναι η κύρια Διεθνής Ναυτιλιακή Σύμβαση η οποία θεσπίζει κατ'ελάχιστον τα μέτρα ασφαλείας στη κατασκευή, λειτουργία εμπορικών πλοίων και ασφάλεια των ανθρώπων, καθορίζει τα πιστοποιητικά που αποδεικνύουν τη τήρηση αυτών των ελαχίστων προτύπων ασφαλείας, καθώς και τους ελέγχους που πρέπει να γίνουν για τη βεβαίωση ή τήρησή τους. Περιλαμβάνει 14 Κεφάλαια καθ'ένα εξ'αυτών έχει το δικό του σύνολο κανονισμών.

Τα κράτη σημαίας είναι υπεύθυνα για τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις των πλοίων υπό τη σημαία τους. Εν'τούτοις έλεγχος μπορεί να γίνει εκ'μέρους κράτους σε πλοία σημαίας άλλου συμβαλλόμενου κράτους, αν υπάρξουν ενδείξεις ότι το πλοίο και ο εξοπλισμός του δεν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της Σύμβασης.

International Maritime Organization (2002) (SOLAS Consolidated Edition London)

2.6 ΣΥΜΒΑΣΗ STCW (STANDARDS OF TRAINING CERTIFICATION AND WATCHKEEPING FOR SEAFARERS)

Είναι μία Διεθνής Σύμβαση που εγκρίθηκε το 1978 σε Συνέδριο του IMO στο Λονδίνο και ετέθη σε ισχύ το 1984, έχει επανειλημμένως αναθεωρηθεί με σημαντικές τροποποιήσεις το 1995 και 2010.

Σκοπός της κατάρτισης της Σύμβασης το 1978 ήταν ο ορισμός των βασικών απαιτήσεων που αφορούσαν θέματα εκπαίδευσης, πιστοποίησης και τήρησης λειτουργίας φύλαξης (βάρδιας) των ναυτικών, αφορούσε τους αξιωματικούς και το κατώτερο πλήρωμα σε διεθνές επίπεδο. Εφαρμόζεται εκτός από τα κράτη μέλη και σε πλοία που φέρουν σημαία κράτους το οποίο δεν είναι μέλος της Σύμβασης, όταν επισκέπτονται λιμάνια παράκτιων κρατών που είναι μέλη της Σύμβασης.

Η τροποποιημένη Συνθήκη του 1995 που εφαρμόζεται από το 1997 περιλαμβάνει τροποποιήσεις με στόχο την αναβάθμιση ασφάλειας της ανθρώπινης ζωής και της περιουσίας στη θάλασσα και τη προστασία του ανθρώπινου περιβάλλοντος. Διατηρεί τα άρθρα της αρχικής Σύμβασης και το κείμενο του Παραρτήματος Α (υποχρεωτικό μέρος) και του Παραρτήματος Β (προαιρετικό μέρος).

Αλλαγές που έγιναν στην αναθεωρημένη Σύμβαση STCW του 1995:

- Ορίζονται λεπτομερώς οι γνώσεις και οι επαγγελματικές ικανότητες κάθε υποψηφίου μέλους του πληρώματος προκειμένου να λάβει πιστοποίηση, απαιτείται από τον υποψήφιο να αποδείξει τις ικανότητές του για την εκτέλεση των καθηκόντων του. Απαιτείται η γνώση αγγλικής γλώσσας, ώστε να διευκολύνεται η κατανόηση χαρτών, ενημέρωση δελτίων καιρού και επικοινωνία με άλλα πλοία.
- Αναβάθμιση ρόλου του IMO, οι χώρες μέλη είναι υποχρεωμένες να υποβάλλουν στον IMO έκθεση με τα μέτρα συμμόρφωσης που έλαβαν βάσει των απαιτήσεων της Διεθνούς Σύμβασης.
- Αναβάθμιση ευθυνών των ναυτιλιακών εταιρειών (διαχειρίστριες, πλοιοκτήτριες, ναυλώτριες), είναι υποχρεωμένες να αποδεικνύουν ότι τα πλοία τους είναι επανδρωμένα με άρτια καταρτισμένα και πιστοποιημένα πληρώματα.
- Αναβάθμιση του ρόλου του Port State Control (Ελεγχος κράτους λιμένα) το οποίο πλέον δεν κάνει απλή καταγραφή εκτιμήσεων όταν ένα πλοίο δεν συμμορφώνεται με τους Διεθνείς κανονισμούς όσον αφορά τη κατάσταση, τη λειτουργία και την επάνδρωση του πλοίου, αλλά έχει τη δυνατότητα να κρατήσει το πλοίο στο λιμάνι έως ότου ο διαχειριστής κάνει τις απαραίτητες ενέργειες συμμόρφωσης.

- Εφαρμογή των αρχών της Σύμβασης STCW σε αλιευτικά σκάφη πάνω από 24 μέτρα και σε αξιωματικούς μηχανής αλιευτικών με μηχανή πρόωσης ισχύος 750 Kw και άνω. Η STCW – F τέθηκε σε εφαρμογή από 29 Σεπτεμβρίου 2012.

International Maritime Organization (2002) (International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers STCW)

Α.Αλεξοπούλου (2018) (Διεθνείς Κανονισμοί – Ναυτιλιακή Πολιτική – Δίκαιο Θάλασσας)

Βλάχος Γ. (2011) (Ναυτιλιακή Οικονομία) Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.

2.7 EMISSION CONTROL AREAS

Το Παράρτημα VI θέτει νέα όρια για τις εκπομπές NO_x , SO_x περιλαμβάνεται στο πρωτόκολλο του 1997 της MARPOL ετέθη σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005 και εφαρμόζεται αναδρομικά για νέους κινητήρες άνω των 130 KW τοποθετημένους σε πλοία που είτε ναυπηγήθηκαν την ή μετά τη 1^η Ιανουαρίου του 2000, είτε που έχουν κάνει σημαντικές μετατροπές μετά την αντίστοιχη ημερομηνία. Εξαιρούνται οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Εφαρμόζεται σε σταθερές και πλωτές εξέδρες και πλατφόρμες γεώτρησης.

Στη συνέχεια μετά από τροπολογίες που έγιναν στο Παράρτημα VI και εγκρίθηκαν τον Οκτώβριο του 2008 ετέθη σε ισχύ τη 1^η Ιουλίου του 2010, μέσω αυτού εισήγαγαν νέες απαιτήσεις που αφορούσαν τη ποιότητα των καυσίμων και νέα πρότυπα εκπομπών NO_x δύο βαθμίδων (Tier 1 και 2).

ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ IMO

Ο κανονισμός Tier1 αναφέρεται σε πλοία που οι κινητήρες τους έχουν εγκατασταθεί από 1^η Ιανουαρίου 2000. Για κινητήρες diesel που είναι εγκατεστημένοι σε πλοία από τη 1^η Ιανουαρίου του 1990 έως τη 1^η Ιανουαρίου του 2000 και έχουν ισχύ άνω των 500 KW και εκτόπισμα ανά κύλινδρο τουλάχιστον 90 λίτρα συμμορφώνονται με τη βαθμίδα Tier1.

Ο κανονισμός Tier2 αφορά πλοία που έχουν εγκατεστημένους νέους κινητήρες και ναυπηγήθηκαν την ή μετά τη 1^η Ιανουαρίου 2011 και ταξιδεύουν εκτός περιοχών ECA.

Ο κανονισμός Tier3 αφορά πλοία που έχουν εγκατεστημένους νέους κινητήρες και ναυπηγήθηκαν την ή μετά τη 1^η Ιανουαρίου 2016 και ταξιδεύουν σε περιοχές ECA.

Ορίζονται δύο περιοχές ελέγχου εκπομπών NON ECA και ECA όπου τα κριτήρια στις περιοχές ECA είναι πιο αυστηρά, μία περιοχή ECA μπορεί να περιλαμβάνει αυστηρές απαιτήσεις εκπομπών για SO_x και PM ή NO_x ή και τους τρεις τύπους εκπομπών.

ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ECA

Βαλτική Θάλασσα (SO_x εγκρίθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005, NO_x 2016/17)

Βόρεια Θάλασσα (SO_x 2005/2006, NO_x 2016/2021)

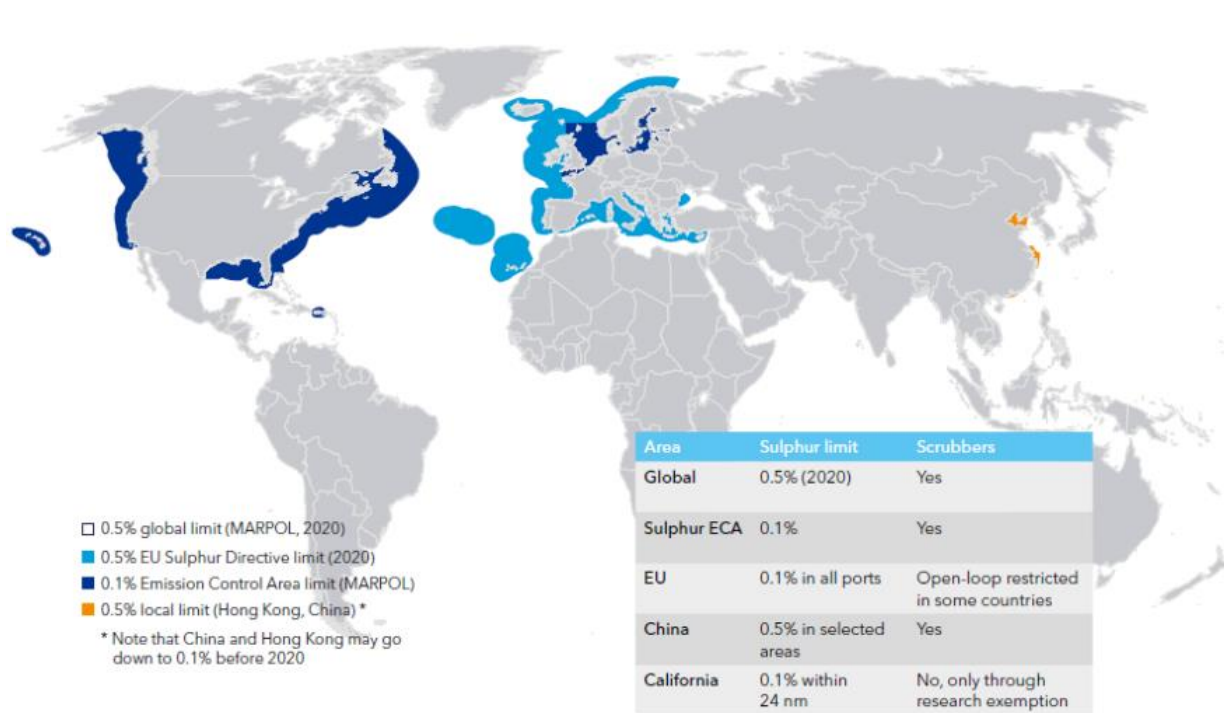
ECA Βόρειας Αμερικής συμπεριλαμβάνει τις περισσότερες ακτές των ΗΠΑ και ΚΑΝΑΔΑ (NO_x και SO_x 2010/2012)

ECA Καραϊβική, Πουέρτο Ρίκο και Παρθένοι Νήσοι των ΗΠΑ (NO_x , SO_x 2011/2014)

Μεσόγειος Θάλασσα (SO_x 2022/2025)

Τρόποι αντιμετώπισης ώστε τα πλοία να συνάδουν με τις απαιτήσεις ECA's

- a. Χρήση καυσίμων διαφορετικού τύπου MGO αντί HFO με τη προϋπόθεση ύπαρξης διαφορετικών δεξαμενών καυσίμων και μετατροπές στο σύστημα αντλιών
- b. Scrubbers
- c. Χρήση καυσίμου υγροποιημένου φυσικού αερίου
- d. Βιοκαύσιμα



Εικόνα 6. Περιοχές ECA Πηγή:IMO

2.8 ESI (ENVIRONMENTAL SHIP INDEX) (ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΟΙΩΝ)

Από το 2011 ο Περιβαλλοντικός Δείκτης (ESI) βρίσκεται κάτω από την επίσημη υποστήριξη του Παγκόσμιου Προγράμματος Βιωσιμότητας Λιμένων της IAPH (Διεθνής Οργανισμός Λιμένων). Ο περιβαλλοντικός δείκτης παρέχει στη ναυτιλιακή βιομηχανία τις μετρήσεις για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των πλοίων, ώστε τα λιμάνια να αποτελούν τους φορείς παροχής κινήτρων για την επιβράβευση των πλοίων που επιδεικνύουν σαφείς βελτιώσεις στις εκπομπές αερίων προσφέροντας εκπτώσεις στα λιμενικά τέλη. Το ESI είναι ένα εθελοντικό εργαλείο που περιλαμβάνει αξιολόγηση των εκπομπών οξειδίου του αζώτου (NO_x), οξειδίου του θείου (SO_x), διοξειδίου του άνθρακος (CO_2).

Οι βαθμοί για την αξιολόγηση του οξειδίου του αζώτου (NO_x) βασίζονται σε ελεγμένες εκπομπές οξειδίου του αζώτου για τις κύριες και βοηθητικές μηχανές όπως εμφανίζονται στο πιστοποιητικό EIAPP του πλοίου.

Οι βαθμοί για τα οξείδια του θείου (SO_x) βασίζονται στη ποσότητα και τη περιεκτικότητα σε θείο του καυσίμου ανά δεξαμενισμό για το βαρύ μαζούτ, το ναυτιλιακό πετρέλαιο κίνησης (MGO) και το πετρέλαιο

ντίζελ (MDO).

Πέραν των παραπάνω βαθμών τα πλοία συγκεντρώνουν βαθμολογία και ως προς τον θόρυβο ως ξεχωριστή βαθμολογία.

Προκειμένου ένα πλοίο να λάβει πόντους αξιολόγησης πρέπει να έχει έγκυρο πιστοποιητικό (IAPP) Διεθνές Πιστοποιητικό Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.

Theo Notteboom, Athanasios Pallis, Jean-Paul Rodrigue (2022) (Port Economics Management and Policy)



Εικόνα 7. Λιμάνια στο ESI Πηγή: Environmental Ship Index

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

3.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ESD)

Οι συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας αποκτούν όλο και μεγαλύτερη αξία για τη ναυτιλία καθώς αυξάνεται η ανάγκη τα πλοία να μειώσουν τη κατανάλωση καυσίμων και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους, με στόχο μείωση του λειτουργικού κόστους και τη βελτίωση του περιβαλλοντικού τους αποτυπώματος.

Η αποδοτικότητα της πρόωσης είναι ένας από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους μείωσης του λειτουργικού κόστους και στόχος είναι η βελτίωση της απόδοσης της πρόωσης με αποτέλεσμα την αυξημένη πρόωση και εξοικονόμηση καυσίμου.

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί τον πρωταρχικό ρόλο στο κλάδο των θαλασσιών μεταφορών. Η αυξανόμενη τιμή του πετρελαίου και οι αυστηρότεροι κανονισμοί που αφορούν την ατμοσφαιρική ρύπανση και τα όρια του NOx και SOx πιέζουν για την εύρεση λύσεων μέσω συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας (ESD).

Οι σύγχρονες σχεδιαστικές προσεγγίσεις προτείνουν λύσεις που μπορούν να δημιουργήσουν τις προϋποθέσεις εξοικονόμησης ενέργειας κατά την λειτουργία των πλοίων. Ταυτόχρονα οι απαιτήσεις όσον αφορά τις εκπομπές του αναδύμενου θορύβου και κραδασμών έγιναν πιο αυστηρές, η αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων στη θαλάσσια ζωή και η μείωση του κινδύνου υδροακουστικών κυμάτων είναι οι πρωταρχικοί στόχοι των νέων εμπορικών και ναυτικών κατασκευών.

Μέσω μετασκευών για παλαιότερα πλοία ή νέων καινοτόμων λύσεων προσεγγίζεται τόσο ο σχεδιασμός (EEXI) δείκτης ενεργειακής απόδοσης όσο και ο λειτουργικός δείκτης έντασης άνθρακα (CII).

ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Βολβοειδής πλώρη

Η Βολβοειδής πλώρη είναι ένας προεξέχων βολβός στη πλώρη του πλοίου κάτω από την ίσαλο γραμμή. Στα υφιστάμενα πλοία έχει σχεδιαστεί για να επιτυγχάνονται οι καλύτερες επιδόσεις στη περιοχή των υψηλών ταχυτήτων, ενώ δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι χαμηλές ταχύτητες και τα χαμηλά βυθίσματα.

Στην εποχή μας όμως τα πλοία σπάνια ταξιδεύουν με υψηλές ταχύτητες (πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, δεξαμενόπλοια).

Η μετασκευή της βολβοειδούς πλώρης ανάλογα με το λειτουργικό προφίλ του σκάφους προσφέρει μέση εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης 5-10%. Οι κύριοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη ώστε να αυξηθούν τα επίπεδα βελτίωσης του σκάφους σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό είναι:

- Το επιχειρησιακό προφίλ του σκάφους δηλαδή συνδυασμοί ταχύτητας/βύθισης με τα αντίστοιχα φορτία, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των δύο τόσο υψηλότερη είναι η αναμενόμενη εξοικονόμηση.
- Οι βολβοί που είναι ογκώδης δεν είναι κατάλληλοι για πλεύση σε επιφανειακά θαλάσσια ρεύματα και χαμηλές ταχύτητες.
- Ο τύπος του σκάφους καθώς η βελτιστοποίηση του βολβοειδούς τόξου επηρεάζει κυρίως την αντίσταση του κυματικού μοτίβου.

John Carlton (2007) (Marine propellers and Propulsion)



Εικόνα 8. Μετασκευή βολβού για βέλτιστη απόδοση

PBCF (PROPELLER BOSS CAP FINS)

Ένας μικρός αριθμός πτερυγίων αντίστοιχος με τα πτερύγια της προπέλας, είναι προσαρτημένος στο καπάκι της κεφαλής (κόνος πλήμνης) και περιστρέφεται μαζί με τα πτερύγια της προπέλας, μετατρέπουν την ενέργεια στροβιλισμού της πλήμνης σε πρόσθετη ροπή και ώση που μεταδίδεται πίσω στον άξονα βελτιώνοντας την πρόωση κατά 4-5%. Η εξάλειψη της δίνης της πλήμνης προπέλας έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένους κραδασμούς στη πλήμνη και επιλύει επίσης μία σειρά προβλημάτων διάβρωσης του πηδαλίου.

Ouchi, K., Kawasaki, T. Tamashima, M. (1990) (Parametric study of propeller boss cap fins for container ships)



Εικόνα 9. Προπέλα τύπου PBCF

ΠΡΟΠΕΛΑ ΚΑΡΡΕΛ

Η ΚΑΡΡΕΛ είναι μία καινοτόμος προπέλα με υψηλότερη απόδοση από μία συμβατική, ενώ οι παραδοσιακοί έλικες πλοίων έχουν λεπίδες σχεδιασμένες με βάση τις ελικοειδείς επιφάνειες, στη ΚΑΡΡΕΛ είναι ελαφρά καμπυλωμένες στη πλευρά αναρρόφησης της λεπίδας. Προσφέρει εξοικονόμηση καυσίμου της τάξης του 6% χωρίς τη βελτίωση άλλων συστημάτων.

P.Andersen J Friesch J.J Kappel (2002) (Development of full scale Evaluation of new marine propeller type)



Εικόνα 10. Προπέλα τύπου Kappel

ΠΡΟΠΕΛΑ CLT

Οι προπέλες Contracted Loaded Tip (CLT) είναι έλικες με σημαντικό φορτίο στις άκρες των λεπίδων. Οι πλάκες που είναι τοποθετημένες στις άκρες των λεπίδων δεν επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των δύο πλευρών των πτερυγίων, είναι έτσι τοποθετημένες ώστε να προκαλούν ελάχιστη αντίσταση ιξώδους και ελάχιστη επιφανειακή τριβή μεταξύ της πλάκας και του νερού.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ελίκων CLT έναντι των συμβατικών είναι:

- a. Υψηλότερες τιμές απόδοσης 5 – 8% (άρα χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και χαμηλότερες εκπομπές ρύπων)
- b. Υψηλότερες τιμές ώσης ανά μονάδα επιφανείας (άρα υψηλότερη ταχύτητα πλοίου και χαμηλότερη διάμετρος)
- c. Χαμηλότερα επίπεδα θορύβου και κραδασμών με καλύτερα περιθώρια σπηλαίωσης



Εικόνα 11. Προπέλα τύπου CLT

ΑΝΤΙΘΕΤΑ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΕΣ ΠΡΟΠΕΛΕΣ CRP

Οι αντίθετα περιστρεφόμενες προπέλες αποτελούνται από ένα ζεύγος ελίκων η μία πίσω από την άλλη, που περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Ο οπίσθιος έλικας ανακτά μέρος της περιστροφικής ενέργειας στο ρεύμα πλεύσης από τον εμπρόσθιο. Ο αριθμός των λεπίδων των δύο ελίκων είναι συνήθως διαφορετικός για αποφυγή προβλημάτων δόνησης, το σύστημα παρέχει επίσης χαμηλότερη φόρτιση προπέλας σε σχέση με έναν έλικα.

Μπορούν να τοποθετηθούν σε διπλούς ομοαξονικούς αντίθετους περιστρεφόμενους άξονες Rodded CRP. Το σκάφος θα αυξήσει τη δυνατότητα προώσης λόγω του συστήματος CRP οπότε μπορεί να πλεύσει με την ίδια ταχύτητα, με χαμηλότερη ισχύ κινητήρα με αποτέλεσμα τη χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου περίπου 8%.

John Carlton (2007) (Marine propellers and Propulsion)



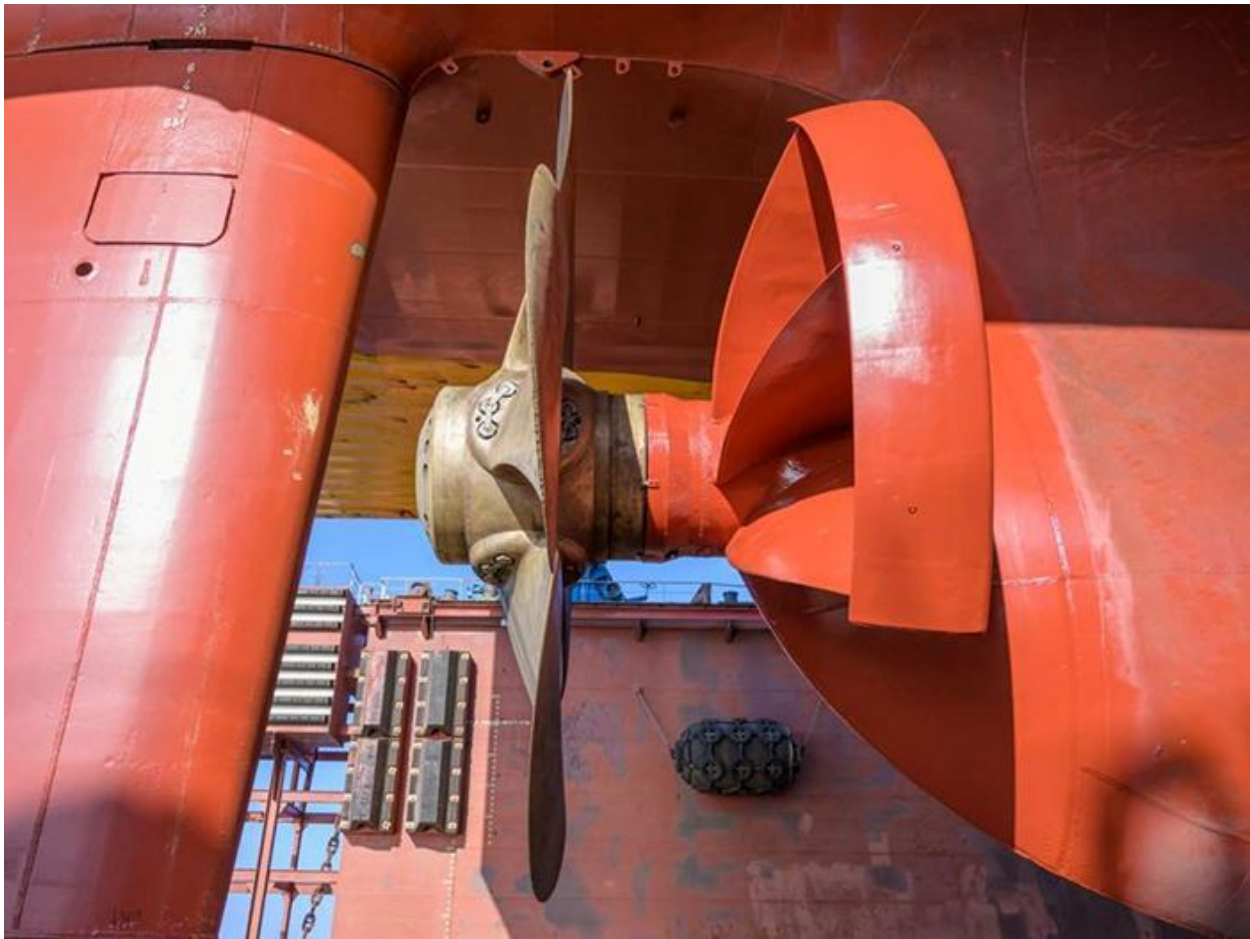
Εικόνα 12. Αντίθετα περιστρεφόμενες προπέλες CRP

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ ΕΜΠΡΟΣ ΚΑΙ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΗΝ

ΠΡΟΠΕΛΑ

ΣΤΑΤΟΡΑΣ ΠΡΟΣΤΡΟΒΙΛΙΣΜΟΥ PSS

Αναλύσεις CFD (Computer Fluid Dynamic) έδειξαν ότι ένα σύνολο πτερυγίων πίσω από τον έλικα δημιουργεί προστροβιλισμό που επηρεάζει θετικά την απόδοση της προπέλας. Το σύστημα PSS συνδυαστικά με το πτερύγιο της προπέλας βελτιώνει την πρόωση του πλοίου και οδηγεί σε μείωση ισχύος, αναμενόμενες εξοικονομήσεις 3,5 – 4,5%.



Εικόνα 13. Στάτορας Προστροβιλισμού τύπου PSS

THE THRUST FIN OF HHI

Το Thrust Fin είναι μία κατασκευή σε σχήμα αεροτομής που είναι προσαρμοσμένη στο πηδάλιο πίσω από τον έλικα μεγιστοποιώντας τη δύναμη ώθησης. Η Hyundai Heavy Industry (HHI) ανέπτυξε το πρώτο Thrust Fin το 2006 και ήδη το έχει κατοχυρώσει με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στη Κορέα. Επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας από την εν λόγω κατασκευή της τάξης του 6%.



Εικόνα 14. Κατασκευή Thrust Fin

ΠΤΕΡΥΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (SAVER FINS)

Εφαρμόζονται κυρίως σε πλοία μεταφοράς εμποροκιβωτίων προκειμένου να βελτιώσουν την εισροή στη προπέλα ώστε να μειωθούν οι παλμοί πίεσης και το επίπεδο κραδασμών στη πρυμναία υπερκατασκευή πάνω από τη προπέλα. Η κατάλληλη διάταξη των πτερυγίων μπορεί να επιφέρει μείωση των παλμών πίεσης έως και 50%.

Εξοικονόμηση ενέργειας για Bulk Carriers, δεξαμενόπλοια και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είναι έως 3,5%.



Εικόνα 15. Πτερύγια Saver Fins

SCHNEEKLUTH WAKE EQUALIZING DUCT (WED)

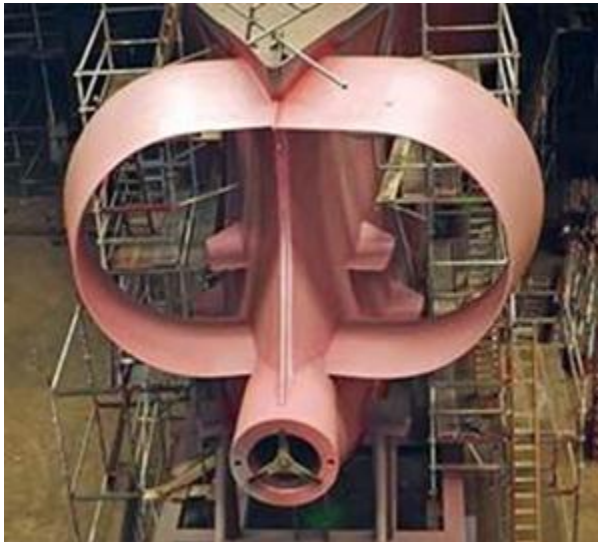
Το Wake Equalizing Duct είναι ένα σύστημα για τη βελτίωση πρόωσης και της οικονομίας των επιδόσεων των πλοίων που αναπτύχθηκε από το καθηγητή Schneekluth σε συνεργασία με το ερευνητικό κέντρο Duisburg στη Γερμανία.

Το σύστημα μπορεί να τοποθετηθεί σε όλους τους τύπους και μεγέθη πλοίων. Η διάταξη των δύο μισών αγωγών αποσκοπεί στη βελτίωση της ποιότητας εισροής στον έλικα και ταυτόχρονα μειώνει τους διαχωρισμούς στο πρυμναίο τμήμα και τις απώλειες περιστροφής στο ρεύμα πλεύσης της προπέλας.

Ενδεικτική εξοικονόμηση ενέργειας από 3- 5%

Schneekluth, H. (1986) (Wake Equalizing Ducts”, The naval Architect, London, UK)

S.Rezaei, M. Band adinejad, H chassemi (2022) (Numerical Simulation of the hydrodynamic performance of the propeller with wake equalizing Duct behind the ship)



Εικόνα 16. Σύστημα Wake Equalizing Duct

THE PRE-SWIRL DUCT (PSD)

Το Becker Mewis Duct είναι μία συσκευή εξοικονόμησης ενέργειας που αναπτύχθηκε για τα πιο αργά πλοία και παρέχει είτε σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου σε μία δεδομένη ταχύτητα, είτε εναλλακτικά επιτρέπει στο σκάφος να ταξιδεύει πιο γρήγορα σ' ένα δεδομένο επίπεδο ισχύος, το BMD αποτελείται από δύο σταθερές κατασκευές, έναν αγωγό τοποθετημένο μπροστά από τον έλικα μαζί με ένα ενσωματωμένο σύστημα πτερυγίων μέσα. Ο αγωγός ισιώνει και επιταχύνει την απόνερα του σκάφους στη προπέλα και επίσης παράγει ώθηση προς τα εμπρός. Τα συστήματα πτερυγίων παρέχουν ένα προστροβιλισμό στα απόνερα του πλοίου που μειώνει τις απώλειες στο ρεύμα ολίσθησης του έλικα με αποτέλεσμα την αύξηση της ώθησης προπέλας σε δεδομένη προωστική ισχύ, και τα δύο αποτελέσματα συμβάλουν το ένα στο άλλο. Η οικονομία που επιτυγχάνεται από το BMD εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ώθηση προπέλας και κυμαίνεται από 3-8% ανάλογα με το τύπο του πλοίου.

Friedrich Mewis¹ , Thomas Guiard (2011) (Mewis Duct® – New Developments, Solutions and Conclusions)



Εικόνα 17. Σύστημα Becker Mewis Duct

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ESD ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΗ ΠΡΟΠΕΛΑ

Γενικά προβληματίζει το γεγονός ότι τα ESD που τοποθετούνται πίσω από τη προπέλα καταπονούνται πολύ από το βίαιο ρεύμα που δημιουργείται από τη προπέλα και απειλούνται από τους κραδασμούς που δημιουργούνται με αποτέλεσμα την καταπόνηση και διάβρωση αν δεν είναι σωστά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ESD ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΠΡΟΠΕΛΑ

Για την επαλήθευση ότι υπάρχουν κέρδη όταν τα ESD τοποθετούνται μπροστά από τη προπέλα προτείνεται να γίνεται συνδυασμός δοκιμών σε κλίμακα μοντέλου με προσημείωση CFD και σε πλήρη κλίμακα.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΜΕ ΑΕΡΑ (ALS) AIR LUBRICATION SYSTEMS

Στα πλαίσια των προσπαθειών για τη βελτίωση απόδοσης καυσίμου έχει γίνει χρήση τεχνικών που μειώνουν την αντίσταση πίεσης. Η αντίσταση του πλοίου στο νερό εξαρτάται από τρία στοιχεία την τριβή, την αντίσταση από το σχήμα της γάστρας και τέλος την αντίσταση από τον κυματισμό. Στα πλοία όπου η γάστρα έχει κατασκευαστεί για υψηλές ταχύτητες η αντίσταση της τριβής είναι 40%. Αντίστοιχα τα πλοία που έχουν κατασκευαστεί για χαμηλές ταχύτητες η αντίσταση ανέρχεται στο 90%. Η αντίσταση εξαρτάται από την επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα βρεχώμενα μέρη του πλοίου. Το Air Lubrication System είναι μία μέθοδος μείωσης αντίστασης μεταξύ της γάστρας του πλοίου και του θαλασσινού νερού με χρήση φυσαλίδων αέρα. Λειτουργεί με την αρχή της παγίδευσης ενός στρώματος φυσαλίδων αέρα κάτω από τη γάστρα του πλοίου, ένα σύστημα δημιουργίας φυσαλίδων με εξόδους σε διαφορετικές θέσεις στις δύο πλευρές της κεντρικής γραμμής. Ο αέρας διοχετεύεται με σταθερό ρυθμό και διασφαλίζει ότι στο στρώμα φυσαλιδίων διατηρείται κάτω από το πλοίο και δημιουργείται το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Επιτυγχάνεται 10-15% μείωση του CO₂.



Εικόνα 18. Σύστημα ALS Πηγή:Marine Insight

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ WIND ASSISTED PROPULSION SYSTEMS (WAPS)

Στο άρθρο του wind ships in the 21st century από το 2010 ο Γερμανός Ναυπηγός Peter Schenzle συνοψίζει τις τρέχουσες ιδέες για την αιολική πρόωση των πλοίων, υποστηρίζει ότι ιδιαίτερα οι θαλάσσιες μεταφορές προσφέρονται σαν πρώτα βήματα για τη μείωση εκπομπών CO_2 για τρεις λόγους:

- a. Οι ενεργειακές απαιτήσεις θα μπορούσαν να καλυφθούν σε μεγάλο βαθμό από τις ηλιακές πηγές
- b. Ο άνεμος είναι εύκολα διαθέσιμος στη θάλασσα και μπορεί να οδηγήσει απευθείας τα πλοία χωρίς απώλειες μετασχηματισμού
- c. Οι καιρικές συνθήκες και η διαχείριση της ενέργειας μπορούν σε μεγάλο βαθμό να αντισταθμίσουν τις μεταβλητές εισροές

Οι πρόσφατοι κανονισμοί του IMO απαιτούν προσοχή για πιο πράσινη ναυτιλία. Μία από τις επιλογές μείωσης των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και εκπλήρωση των αυστηρότερων απαιτήσεων είναι η χρήση του ανέμου και τέτοιων συστημάτων πρόωσης ως συμπληρωματική ενέργεια. Κάθε νεότεφο πλοίο πρέπει να πληροί τις υποχρεωτικές οριακές τιμές του EEDI και τα συστήματα πρόωσης τα οποία μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό μέτρο ώστε να επιτύχουν τα αυστηρότερα όρια εκπομπών CO_2 .

Οι κανόνες και οι κανονισμοί του EEDI προσφέρουν τη δυνατότητα να ληφθεί υπ' όψιν η επίδραση των συστημάτων πρόωσης με τη βοήθεια του ανέμου (WAPS) στον υπολογισμό του EEDI.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ROTOR-SAILS

Τα πλοία με rotor-sails είναι ένας τύπος πλοίου που έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιεί το φαινόμενο Magnus για πρόωση. Στο φαινόμενο Magnus ο περιστρεφόμενος κύλινδρος εκτίθεται σε ρεύματα αέρα και με την ταχύτητα που αναπτύσσεται δημιουργούνται κάθετες δυνάμεις. Τα rotor-sails γνωστά ως FLETTNER ROTORS είναι κάθετοι rotors τοποθετημένα επί του πλοίου, οι οποίοι όταν περιστρέφονται αξιοποιούν την αιολική ενέργεια και μέσω του φαινομένου Magnus παράγουν βοηθητική ισχύ πρόωσης προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου και μείωση εκπομπών CO_2 .



Εικόνα 19. Εφαρμογή Rotor Sails σε πλοίο Πηγή: Marine Insight

MACHINERY ENERGY SAVING DEVICES

ELECTRONIC ENGINE CONTROL (ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)

Αυτού του τύπου ρύθμιση του κινητήρα αφορά τους ηλεκτρονικά ελεγχόμενους κυρίως κινητήρες, η πιο γνωστή τεχνολογία που εφαρμόζεται στην εποχή μας είναι το PMI Adaptive Cylinder Control (PMIACCO) της MAN RETROFIT AND UPGRADE και αφορά τους κινητήρες MAN. Εξασφαλίζει τη βέλτιστη ρύθμιση του κινητήρα ανεξάρτητα από το φορτίο του κινητήρα, το εύρος φορτίου, τις αλλαγές φορτίου και τις μεταβαλλόμενες θερμοδικές αξίες του καυσίμου. Το προσαρμοζόμενο σύστημα ρύθμισης κυλίνδρων διασφαλίζει ότι κάθε μεμονωμένος κύλινδρος λειτουργεί πάντα στη βέλτιστη πίεση. Αυτό εξασφαλίζει καλύτερη απόδοση κινητήρα.

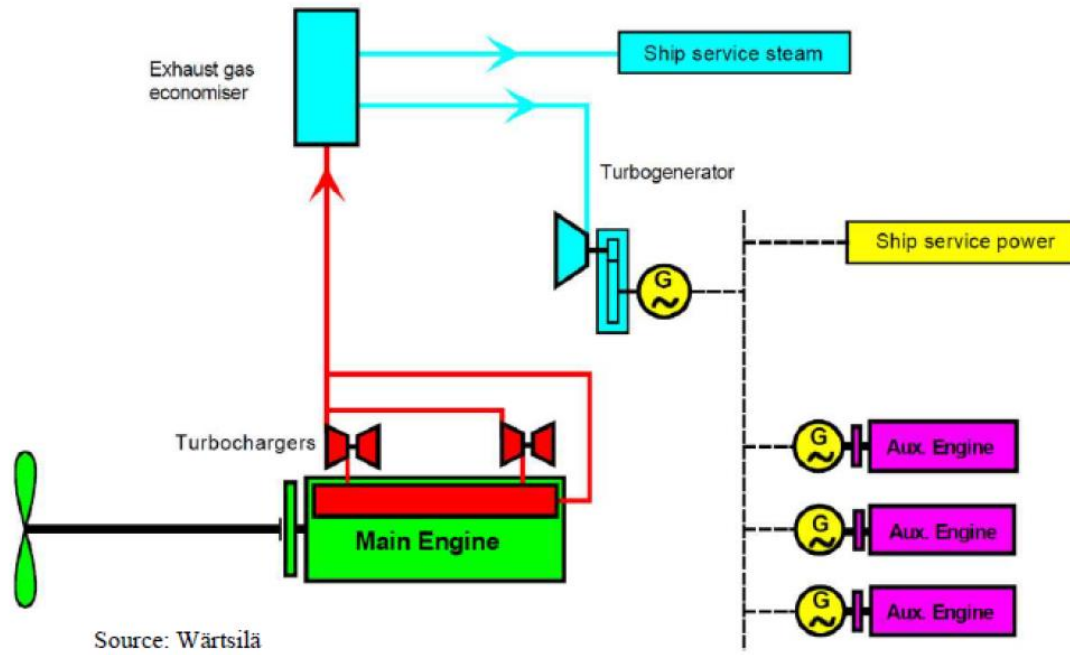
Βασικά οφέλη :

- a. Το σύστημα είναι πλήρως αυτοματοποιημένο
- b. Εξασφαλίζει τη χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων ανά πάσα στιγμή
- c. Βελτιώνει τη ρύθμιση του κινητήρα
- d. Βελτιώνει τη καύση (slow steaming support)
- e. Εξασφαλίζει αυτόματη προσαρμογή στις διακυμάνσεις του καυσίμου

Ακόμα προσφέρει πρόσθετη εξοικονόμηση καυσίμου 1-3,5 g/kWh σε σύγκριση με το PMI Auto tuning της MAN (είναι ένα όργανο μέτρησης πίεσης).

WASTE HEAT RECOVERY

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός κινητήρα diesel δημιουργείται πολύ θερμική ενέργεια ως παραπροϊόν, το σύστημα WHR μετατρέπει μέρος αυτής της θερμικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στο σύστημα τα καυσαέρια από τη μηχανή χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή ατμού για μία γεννήτρια που κινείται από μία τουρμπίνα. Μία εγκατάσταση WHR διαθέτει ένα λέβητα καυσαερίων, ένα στρόβιλο ισχύος και έναν αμοστρόβιλο με εναλλάκτη. Το σύστημα ανάκτησης θερμικής ενέργειας θα έχει διαφορετική απόδοση ανάλογα με το τύπο του κινητήρα, το μέγεθος και το φορτίο, είναι εφαρμόσιμο τόσο σε δίχρονους όσο και σε τετράχρονους κινητήρες. Με τη τοποθέτηση ενός συστήματος WHR ο κύριος κινητήρας μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να επιτυγχάνεται η υψηλότερη απόδοση για το σύνολο του κύριου κινητήρα και του συστήματος WHR. Προκειμένου να λειτουργήσει το σύστημα ο ρυθμός ροής και η θερμοκρασία των καυσαερίων πρέπει να είναι πάνω από ένα ορισμένο επίπεδο περίπου στο 40% του κύριου φορτίου του κινητήρα. Τα συστήματα ανάκτησης θερμικής ενέργειας παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα αλλά η πρόσθετη πηγή ενέργειας πρέπει να ενσωματωθεί προσεκτικά στα συστήματα ελέγχου και διαχείρισης του πλοίου (PMS).

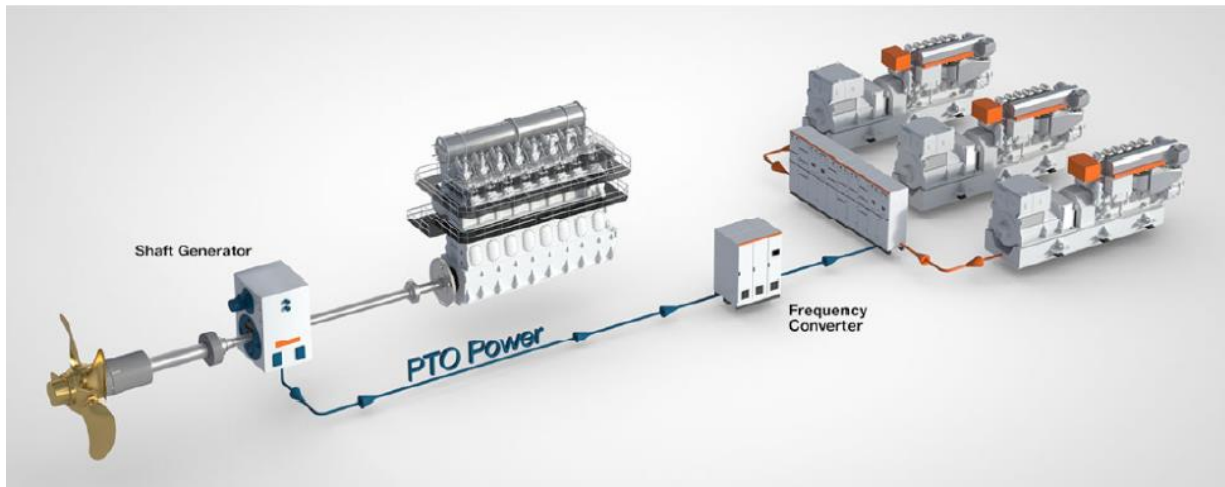


Εικόνα 20. Σύστημα Waste Heat Recovery Πηγή: Wärtsilä

SHAFT GENERATOR – POWER TAKE OFF (PTO)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΑΞΟΝΑ

Οι γεννήτριες άξονα στα πλοία κινούνται από το κύριο κινητήρα για τη παροχή ρεύματος στο δίκτυο. Τα συστήματα γεννήτριας άξονα, με μετατροπή συχνότητας παρέχουν τριφασικό ρεύμα σταθερής τάσης και συχνότητας στο δίκτυο σε μεταβλητές στροφές του κυρίως κινητήρα με αποτέλεσμα οικονομική και καθαρότερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 21. Σύστημα Shaft Generator Πηγή:Wartsila

VARIABLE FREQUENCY DRIVERS (VFD)

Το VFD είναι μία συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μεταβολή της ταχύτητας ενός τριφασικού κινητήρα επαγωγής. Λειτουργεί αλλάζοντας τη συχνότητα της τροφοδοσίας του κινητήρα με τη ταχύτητα του κινητήρα να είναι ευθέως ανάλογη με τη συχνότητα τροφοδοσίας. Το VFD παρέχει ακριβή έλεγχο της πίεσης ταχύτητας και ροής και μπορεί να εξοικονομήσει έως και το 50% της ενέργειας. Για εφαρμογές μεταβλητής ροπής όπως φτερωτές και αντλίες η απλή μείωση της ταχύτητας θα οδηγήσει σε σημαντική μείωση κατανάλωσης της ενέργειας.

Οφέλη VFD:

- a. Μείωση της περιττής ενέργειας με συντονισμό της ενέργειας εξόδου με την απαιτούμενη ενέργεια εισόδου
- b. Πιθανή μείωση φυσιολογικής φθοράς

- c. Μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που σημαίνει χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου
- d. Λιγότεροι παλμοί πίεσης στο σύστημα μηχανισμού διεύθυνσης

LED LIGHTING

Ο φωτισμός είναι πάντα αναμμένος στο χώρο του μηχανοστασίου και συχνά στα καταλύματα διαδρόμους και άλλους χώρους του πλοίου. Η αντικατάσταση των μη αποδοτικών λαμπτήρων με λαμπτήρες LED και η μείωση/απενεργοποίηση του φωτισμού σε ορισμένες χρονικές περιόδους θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωση καυσίμων με αρκετούς τόνους ετησίως καθώς μειώνεται δραστικά η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι τα φώτα LED έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από το παραδοσιακό φωτισμό.

Ενδεικτικά νούμερα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας για ένα πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου κατά την πλεύση : 0,4% SFOC μείωση

Στο λιμάνι : 7,8% SFOC μείωση

Εργασίες φόρτωσης/εκφόρτωσης 2,2% SFOC μείωση

Εκτιμάται ότι η ετήσια μείωση κατανάλωσης καυσίμου θα είναι της τάξης του 0,5%.

ΜΕΤΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.2 SEEMP (SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT)

Το σχέδιο ενεργειακής απόδοσης πλοίου (SEEMP) είναι ένα μηχανισμός που έχει σαν στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου με οικονομικό και αποδοτικό τρόπο. Ο παραπάνω μηχανισμός απαρτίζεται από 3 μέρη τα οποία ενώ είναι διαφορετικά και αναλύονται παρακάτω.

SEEMP I

Το παράρτημα VI της σύμβασης της MARPOL ορίζει ότι όλα τα πλοία από 400 DWT και άνω που εκτελούν διεθνή ταξίδια από τη 1^η Ιανουαρίου 2013 πρέπει να είναι εφοδιασμένα με ένα σχέδιο ενεργειακής απόδοσης SEEMP. Σκοπός αυτού του σχεδίου είναι η καθοδήγηση σχετικά με τις διαδικασίες και πρακτικές επί του πλοίου που αποσκοπούν στη βελτίωση της εξοικονόμησης ενέργειας. Δεν εφαρμόζεται σε πλοία που δεν προωθούνται με μηχανικά μέσα και σε πλατφόρμες που περιλαμβάνουν FPSO, FSU και γεωτρήσεις, ανεξάρτητα από την πρόωσή τους. Είναι υποχρεωτική η διατήρηση του "Σχεδίου διαχείρισης πλοίου για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SEEMP I)" επί του πλοίου.

Σύμφωνα με το σχέδιο διαχείρισης πλοίου για βελτίωση ενεργειακής απόδοσης παράρτημα VI της σύμβασης MARPOL η πρώτη φάση παραμένει αμετάβλητη. Το σχέδιο ενεργειακής απόδοσης θα αφορά συγκεκριμένο πλοίο και αναπτύσσεται από την εταιρία ή το ναυλωτή και θα πρέπει να αντικατοπτρίζει τις προσπάθειες για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μέσα από τέσσερα βήματα:

- Σχεδιασμός
- Εφαρμογή
- Παρακολούθηση
- Αξιολόγηση

Περιεχόμενα του SEEMP I:

- Στοιχεία πλοίου
- Μέτρα ενεργειακής απόδοσης
- Περιγραφή εργαλείων παρακολούθησης
- Διαδικασίες αξιολόγησης

SEEMP II

Σύμφωνα με τις τροποποιήσεις στο παράρτημα VI που εγκρίθηκαν με το ψήφισμα MEPC.278(70) και τέθηκαν σε ισχύ από τη 1^η Μαρτίου 2018 όλα τα πλοία άνω των 5000 DWT θα πρέπει να συλλέγουν δεδομένα κατανάλωσης για κάθε τύπο μαζούτ (DCS). Επανεξέταση του "Σχεδίου συλλογής δεδομένων κατανάλωσης καυσίμου πλοίου (SEEMP II)" από την εταιρία-ναυλωτή ή έναν ROI (Return of Investment) και διατήρηση του SEEMP II και της επιβεβαίωσης συμμόρφωσης επί του πλοίου. Τα συγκεντρωτικά δεδομένα αναφέρονται στο κράτος σημαίας του πλοίου μετά το τέλος κάθε ημερολογιακού έτους, αυτό ισχύει από το έτος 2019 (IMO DCS).

Το κράτος αφού ελέγξει τα δεδομένα και διαπιστώσει ότι έχουν αναφερθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις, εκδίδει πιστοποιητικό στο πλοίο.

Το SEEMP II “σχέδιο συλλογής δεδομένων κατανάλωσης καυσίμου” περιλαμβάνει τα κάτωθι:

1. Στοιχεία πλοίου
2. Ενημερώσεις αρχείου κατανάλωσης καυσίμων, σχέδιο συλλογής δεδομένων
3. Κύριες και δευτερεύουσες μηχανές πλοίου που καταναλώνουν πετρέλαιο (μαζούτ) τύπους πετρελαίου
4. Συντελεστή εκπομπών καυσίμου που χρησιμοποιούνται (CF)
5. Μέθοδο μέτρησης κατανάλωσης μαζούτ
6. Μέθοδο μέτρησης απόστασης που διανύθηκε
7. Μέθοδο μέτρησης ωρών εν πλω
8. Διαδικασίες που θα ακολουθηθούν για τη αναφορά δεδομένων
9. Ποιότητα δεδομένων

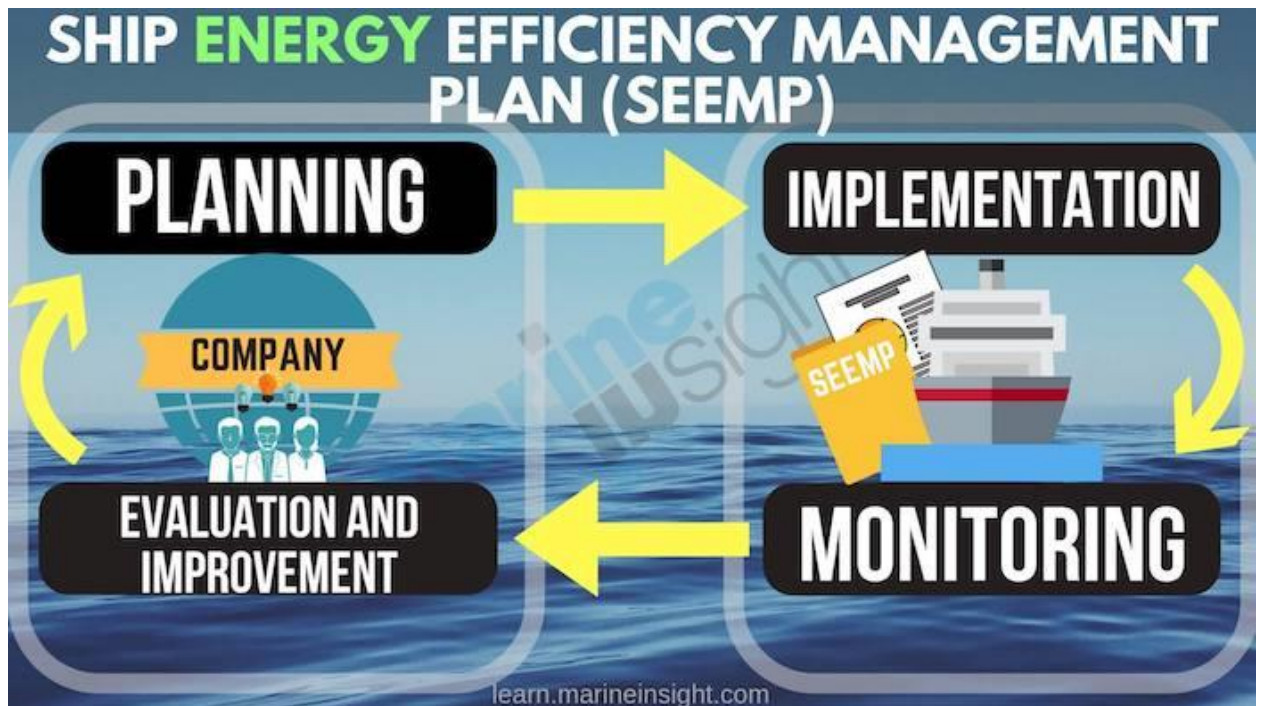
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

1. Χρήση δελτίων παράδοσης καυσίμων BDN, αναφέρεται στην ετήσια συνολική κατανάλωση καυσίμων με βάση τα BDNs, κανονισμός 18 παραρτήματος VI της MARPOL. Τα BDNs πρέπει να αναγράφουν την ημερομηνία και την ποσότητα του πετρελαίου καθώς και την ποσότητα του θείου ώστε να γίνει διακριτό τι καύσιμο έχει προμηθευτεί.
2. Χρήση μετρητών ροής
3. Χρήση παρακολούθησης δεξαμενών καυσίμου επί του πλοίου

SEEMP III

Μετά από τροποποιήσεις που έγιναν στο παράρτημα VI της MARPOL ψήφισμα IMO MEPC.328 (76), οι οποίες υιοθετήθηκαν από την 76^η Σύνοδο της Επιτροπής Θαλασσίου Περιβάλλοντος το 2021, η κατάταξη του CII εισάγεται από τον Ιανουάριο του 2023 με βάση την ετήσια κατανάλωση για κάθε πλοίο. Τα υποκείμενα πλοία στην αξιολόγηση CII, είναι υποχρεωμένα να καταρτίσουν ένα SEEMP III που θα περιλαμβάνει μεθοδολογία υπολογισμού CII με βάση τις απαιτούμενες τιμές που χρειάζονται για τα επόμενα τρία (3) χρόνια ως σχέδιο που προτίθενται να εφαρμόσουν για να επιτύχουν το απαιτούμενο CII και διαδικασίες αυτοαξιολόγησης και βελτίωσης, οι οποίες θα επιβεβαιώνονται από τη διοίκηση της εταιρείας που διαχειρίζεται το πλοίο ή από αναγνωρισμένο οργανισμό κράτους σημαίας.

Από το 2023 τα δεδομένα DCS του IMO θα υπόκεινται σε αξιολόγηση CII και θα βαθμολογούνται με κλίμακα (A,B,C,D,E) από το 2024. Για πλοία που έχουν βαθμολογία E σε οποιοδήποτε έτος ή D για τρία (3) συνεχόμενα χρόνια είναι απαραίτητο να εκπονείται ένα σχέδιο διορθωτικών ενεργειών στο SEEMP το οποίο θα επιβεβαιώνεται από τη διοίκηση της εταιρείας ή από αναγνωρισμένο οργανισμό κράτους σημαίας εντός τεσσάρων (4) μηνών από τη λήξη κάθε ημερολογιακού έτους.



Εικόνα 22. Βήματα για επίτευξη SEEMP Πηγή: Marine Insight

3.3 EEOI (ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR)

Πέραν του ψηφίσματος IMO του 1997 σχετικά με τις εκπομπές CO₂ από τα πλοία, η συνέλευση του IMO υιοθέτησε περαιτέρω το ψήφισμα A963 (23) σχετικά με τις πολιτικές και πρακτικές για τη μείωση των εκπεμπομενων αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία και ζητά από την MEPC να αναπτύξει ένα δείκτη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η MEPC 53 ενέκρινε προσωρινώς κατευθυντήριες γραμμές για τους δείκτες εκπομπών CO₂ των πλοίων και αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές προσεγγίζουν την εθελοντική χρήση ενός EEOI.

Ο λειτουργικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης είναι προαιρετικός, στόχος του είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Ορίζεται ως ο λόγος της μάζας του CO₂ που εκπέμπεται ανά καθορισμένη μονάδα μεταφορικού έργου. Μετρώντας την απόδοση καυσίμου μπορούν να υπολογίσουν την επίδραση τυχόν αλλαγών, μετατροπών στη λειτουργία (όπως πιο συχνός καθαρισμός προπέλας ή αντικατάσταση αυτής, ανάκτηση απωλειών θερμότητας, μετατροπές στο βολβό καθώς και το πηδάλιο) έτσι ώστε να είναι σε θέση με βάση το κόστος επισκευών να υπολογίσουν τα μελλοντικά κέρδη από την εξοικονόμηση καυσίμων (ROI).

Το SEEMP εμπεριέχει το λειτουργικό δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEOI) για τη παρακολούθηση της λειτουργικής απόδοσης ενός πλοίου.

Με τη παρακολούθηση του EEOI ο πλοιοκτήτης ή ναυλωτής, μπορεί να καθορίσει σχέδια που θα του εξασφαλίσουν χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου (καθαρισμός κύτους, μετατροπές ESD ή ακόμα παροπλισμό του πλοίου). Η βασική παράμετρος για τον υπολογισμό του EEOI, είναι η κατανάλωση καυσίμου πετρελαίου (FOC) και μπορεί να μετρηθεί επί του πλοίου κατά τη διάρκεια λειτουργίας του και ως εκ τούτου μόνο τα εμπλεκόμενα μέρη που διαχειρίζονται το πλοίο μπορούν να το υπολογίσουν.

Για ένα δεδομένο πλοίο ο επιτυγχανόμενος EEOI ποικίλει ανάλογα με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη κατανάλωση καυσίμου. Το μεταφορικό έργο συμπεριλαμβανομένης της εκμετάλλευσης ισχύος, ταχύτητας πλεύσης, εκτοπίσματος, βυθίσματος, κατάσταση γάστρας, κατάσταση θάλασσας και οι αλληλεπιδράσεις τους καθιστούν τη λειτουργική απόδοση ενός πλοίου ένα πολύπλοκο ζήτημα.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΕΟΙ

Προκειμένου να υπολογιστεί ο δείκτης ΕΕΟΙ ως πηγή δεδομένων λαμβάνεται το ημερολόγιο του πλοίου, ημερολόγιο γέφυρας, ημερολόγιο μηχανής και άλλα επίσημα έγγραφα.

Ο δείκτης ΕΕΟΙ υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$EEOI = \frac{\sum_{j=1} (F C_j * C_{Fj})}{m_{cargo} * D}$$

Για να υπολογιστεί η μέση τιμή του δείκτη για μία περίοδο ή για ένα αριθμό ταξιδιών τότε υπολογίζεται με την παρακάτω σχέση:

$$Average EEOI = \frac{\sum_{i=1} \sum_{j=1} (F C_{ij} * C_{Fj})}{\sum_{i=1} (m_{cargo} * D)}$$

Όπου:

- j είναι ο τύπος του πετρελαίου
- i είναι ο αύξων αριθμός του ταξιδιού
- $F C_{ij}$ είναι η μάζα του καταναλωμένου καυσίμου j στο ταξίδι i σε τόνους
- m_{cargo} είναι η ποσότητα του φορτίου που μεταφέρεται σε τόνους ή το μεταφορικό έργο (αριθμός TEU ή επιβατών) ή η ολική χωρητικότητα (GRT) για τα επιβατηγά πλοία
- D , είναι η διανυόμενη απόσταση σε ναυτικά μίλια που αντιστοιχεί στο φορτίο που μεταφέρθηκε ή στο μεταφορικό έργο

International Maritime Organization (2002) ((MEPC.1/CIRC.684 2009) (Guidelines for Voluntary Use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator EEOI))

3.4 CII (Carbon Intensity Indicator)

Το CII είναι ένας συντελεστής ο οποίος προσμετρά τις εκπομπές CO_2 ανά μεταφορικό έργο. Κάθε πλοίο λαμβάνει τη δική του βαθμολογία από το Α έως το Ε (το Α είναι το καλύτερο) και αντιπροσωπεύει πόσο μεγάλες είναι οι εκπομπές άνθρακα κατά την λειτουργία του. Για τον υπολογισμό του CII γίνεται χρήση δεδομένων από τον IMO DCS. Με αυτόν τον τρόπο τα πλοία βαθμολογούνται ανάλογα τον τύπο τους αλλά και τον τρόπο λειτουργίας τους. Δηλαδή το κάθε πλοίο ανάλογα την χωρητικότητα του αλλά και το τύπο του έχει άλλα όρια. Σκοπός του IMO είναι να θέσει με βάση τη χρήση του CII την μείωση των εκπομπών του άνθρακα ολόκληρης της βιομηχανίας. Στόχος είναι η μείωση των εκπομπών άνθρακα (από τα επίπεδα του 2008) κατά 40% έως το 2030 και κατά 70% έως το 2050.

Από την 1^η Ιανουαρίου 2023 θα τεθεί σε εφαρμογή ο παραπάνω συντελεστής για όλα τα πλοία. Τα πλοία τα οποία πέτυχαν είτε βαθμολογία D για τρία χρόνια είτε βαθμολογία E για ένα μόνο έτος, θα πρέπει να εφαρμόσουν ένα βελτιωμένο Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP) το οποίο περιγράφει λεπτομερώς τον τρόπο με τον οποίο πρόκειται να βάλουν το σκάφος τους κάτω από το όριο. Ο παραπάνω κανονισμός έχει σαν στόχο την πλειονότητα των πλοίων να λειτουργούν στην κατάταξη Α έως το 2025, με λίγες μόνο ακραίες τιμές στις βαθμολογίες Β ή Γ. Το 2025 ο IMO θα διεξαχθεί επανεξέταση για να γίνει προσαρμογή η διόρθωση του συντελεστή CII ώστε να επιτευχθεί η μείωση κατά 70% των εκπομπών του άνθρακα μέχρι το 2050.

Όσα πλοία έχουν κακή βαθμολογία CII θα πρέπει να κάνουν χρήση του SEEMP καθώς θα μπορούν να τους επιβληθούν πρόστιμα από τις αρχές.

Τρόπου επίτευξης υψηλού CII είναι η χρήση καυσίμων biofuel τα οποία έχουν μειωμένες εκπομπές άνθρακα. Το αρνητικό στην παραπάνω λύση είναι το υψηλό κόστος των καυσίμων με αποτέλεσμα να μην είναι τόσο αρεστά στους πλοιοκτήτες.

Συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες έχουν αναλυθεί και παραπάνω μπορούν κατά την χρήση τους να επιτύχουν έναν καλύτερο βαθμό CII αλλά και πάλι εξετάζονται ανάλογα με το κόστος τους.

Μια άλλη επιλογή είναι η αιολική πρόωση η οποία είναι αποδεκτή από τις νομοθεσίες περί εκπομπών CO_2 , SO_x , NO_x αλλά βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο και δεν γίνεται χρήση τους σε πλοία.

Παρακάτω θα γίνει ανάλυση των τύπων για τον υπολογισμό του CII καθώς και για να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται.

Το attained CII υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$attained\ CII = \frac{M}{W}$$

Όπου Μ:είναι οι εκπομπές του CO_2 και W:είναι το μεταφορικό έργο όπου υπολογίζεται από το DWT του πλοίου επί την απόσταση που έχει διανύσει.

Το CIIref υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο και είναι ο συντελεστής του CII για την χρονιά του 2019. Ανάλογα τον τύπο του πλοίου και το DWT από τον παρακάτω πίνακα δίνονται τιμές για τις παραμέτρους a και c όπου γίνεται χρήση τους για τον υπολογισμό.

$$C_{IIref} = a * Capacity^{-c}$$

Ship type		Capacity	a	c
Bulk carrier	279,000 DWT and above	279,000	4745	0.622
	less than 279,000 DWT	DWT	4745	0.622
Gas carrier	65,000 and above	DWT	14405E7	2.071
	less than 65,000 DWT	DWT	8104	0.639
Tanker		DWT	5247	0.610
Container ship		DWT	1984	0.489
General cargo ship	20,000 DWT and above	DWT	31948	0.792
	less than 20,000 DWT	DWT	588	0.3885
Refrigerated cargo carrier		DWT	4600	0.557
Combination carrier		DWT	40853	0.812
LNG carrier	100,000 DWT and above	DWT	9.827	0.000
	65,000 DWT and above, but less than 100,000 DWT	DWT	14479E10	2.673
	less than 65,000 DWT	65,000	14479E10	2.673
Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)		GT	5739	0.631
Ro-ro cargo ship		DWT	10952	0.637
Ro-ro passenger ship		GT	7540	0.587
Cruise passenger ship		GT	930	0.383

Εικόνα 23. Πίνακας για τιμές παραμέτρων ανά τύπο πλοίου

Ο απαιτούμενος βαθμός CII (Required annual operational CII) διαμορφώνεται από τον παρακάτω τύπο και οι τιμές του αλλάζουν κάθε χρόνο.

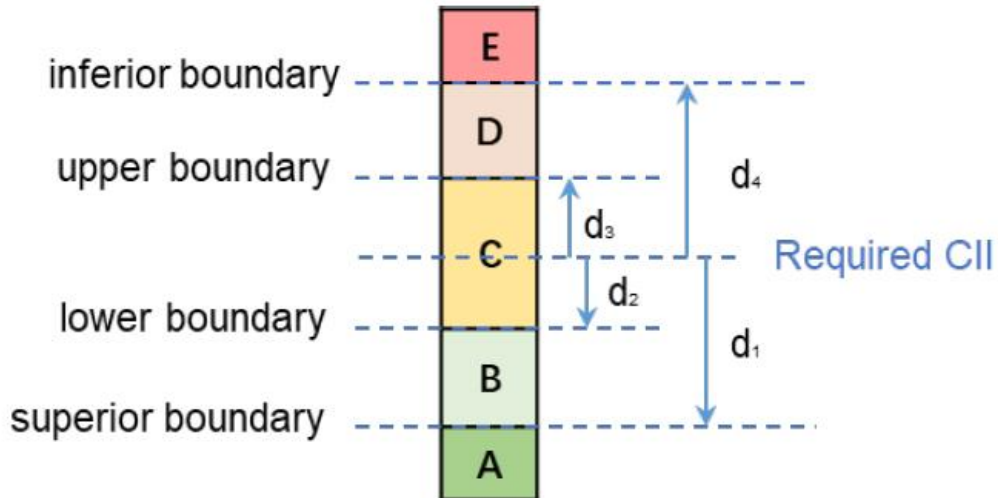
$$Required\ annual\ operational\ CII = \left(1 - \frac{Z}{100}\right) \times CIIref$$

Όπου το CIIref είναι η τιμή για τα δεδομένα του 2019 και η παράμετρος Z διαμορφώνεται ανάλογα το έτος όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

Year	Reduction factor relative to 2019
2023	5%*
2024	7%
2025	9%
2026	11%
2027	- **
2028	- **
2029	- **
2030	- **

Εικόνα 24. Μείωση της τιμής CII ανά έτος

Όλοι οι παραπάνω συντελεστές CII που διαμορφώνονται ισοδυναμούν με κάποιο βαθμό ο οποίος όπως έχει προαναφερθεί ορίζεται από κάποια όρια όπου αναλύονται παρακάτω.



Εικόνα 25. Πίνακας περιγραφής ορίων CII

Οι τιμές για τα παραπάνω όρια ορίζονται από τον παρακάτω πίνακα.

$$\left. \begin{aligned}
 \text{superior boundary} &= \exp(d_1) \cdot \text{required CII} \\
 \text{lower boundary} &= \exp(d_2) \cdot \text{required CII} \\
 \text{upper boundary} &= \exp(d_3) \cdot \text{required CII} \\
 \text{inferior boundary} &= \exp(d_4) \cdot \text{required CII}
 \end{aligned} \right\}$$

Για τον παραπάνω πίνακα οι τιμές των d δίνονται ανάλογα τον τύπο του πλοίου αλλά και το DWT και αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Ship type		Capacity in CII calculation	dd vectors (after exponential transformation)			
			exp(d1)	exp(d2)	exp(d3)	exp(d4)
Bulk carrier		DWT	0.86	0.94	1.06	1.18
Gas carrier	65,000 DWT and above	DWT	0.81	0.91	1.12	1.44
	less than 65,000 DWT	DWT	0.85	0.95	1.06	1.25
Tanker		DWT	0.82	0.93	1.08	1.28
Container ship		DWT	0.83	0.94	1.07	1.19
General cargo ship		DWT	0.83	0.94	1.06	1.19
Refrigerated cargo carrier		DWT	0.78	0.91	1.07	1.20
Combination carrier		DWT	0.87	0.96	1.06	1.14
LNG carrier	100,000 DWT and above	DWT	0.89	0.98	1.06	1.13
	less than 100,000 DWT		0.78	0.92	1.10	1.37
Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)		GT	0.86	0.94	1.06	1.16
Ro-ro cargo ship		DWT	0.66	0.90	1.11	1.37
Ro-ro passenger ship		GT	0.72	0.90	1.12	1.41
Cruise passenger ship		GT	0.87	0.95	1.06	1.16

Εικόνα 26. Τιμές παραμέτρων ανά τύπο πλοίου

Συγκρίνοντας την τιμή του Annual operational CII με τα παραπάνω όρια διαμορφώνεται η βαθμολογία του πλοίου για τον εκάστοτε χρόνο.

International Maritime Organization (2002) (MEPC 76 Reduction of GHG Emission from Ships)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ EEDI ΚΑΙ EEXI

4.1 EEDI (ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ)

Η μελέτη για τα αέρια του θερμοκηπίου που έγινε από τον IMO το 2000 οδήγησε σε έναν επιχειρησιακό δείκτη για την μείωση των εκπομπών CO_2 και μετά και από τροποποιήσεις στο παράρτημα VI της MARPOL καθίσταται υποχρεωτική ρύθμιση του δείκτη σχεδιασμού της ενεργειακής απόδοσης EEDI. Εγκρίθηκε στην 62^η Συνεδρίαση της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC 62) που έλαβε χώρα τον Ιούνιο 2011 και εντάχθηκε σε ισχύ από τη 1^η Ιανουαρίου 2013. Ισχύει για όλα τα πλοία από 400 DWT και άνω που εκτελούν διεθνή ταξίδια.

Ο δείκτης EEDI υπολογίζει τα γραμμάρια CO_2 ανά μεταφορικό έργο (gr. CO_2 για κάθε μίλι ανά τόνο) και εκφράζει το λόγο του περιβαλλοντικού κόστους προς το όφελος για τη κοινωνία. Είναι μία συνάρτηση της εγκατεστημένης ισχύος του πλοίου, της ταχύτητας και του μεταφερόμενου φορτίου. Είναι διατυπωμένος έτσι ώστε ο τρόπος υπολογισμού του να μπορεί να εφαρμοστεί σε ευρύ φάσμα και να προωθήσει τις προσπάθειες όλων των ενδιαφερομένων μερών για τη μείωση των εκπομπών του CO_2 προσδιορίζοντας την ενεργειακή αξία ενός πλοίου και διαχωρίζει τα τεχνικά και σχεδιαστικά μέτρα από τα λειτουργικά και εμπορικά μέτρα. Η σχεδιαστική απόδοση ενός πλοίου γνωστή και ως τεχνική απόδοση, βασίζεται στη τρέχουσα κατάσταση των μηχανών και του εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού του πλοίου, ενώ η λειτουργική απόδοση ποικίλει ανάλογα με τις πραγματικές καταναλώσεις καυσίμων κάτω από πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του πλοίου. Ο δείκτης EEDI αντιπροσωπεύει ένα μέτρο της αποδοτικότητας σχεδιασμού του πλοίου, αλλά δεν δίνει καμία ένδειξη σχετικά με τη λειτουργική αποδοτικότητά του, λαμβάνει υπόψη του τα ειδικά χαρακτηριστικά και τις ανάγκες σχεδιασμού συμπεριλαμβανομένης της χρήσης ενέργειας ανάκτησης, τη χρήση καυσίμων με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και την απόδοση των πλοίων κάτω από ορισμένες συνθήκες (έντονος κυματισμός).

ΣΤΟΧΟΙ EEDI

Το επίπεδο μείωσης CO_2 για τη πρώτη φάση (gr. CO_2 ανά τόνο/μίλι) έχει οριστεί στο 10% και αυξάνεται ανά 5ετία. Το επίπεδο μείωσης CO_2 για τη δεύτερη βάση ορίζεται στο 40% μείωση έως το 2030 σε σύγκριση με το 2008 και 70% μείωσης εκπομπών CO_2 έως το 2050 σε σχέση με το 2008.

Ο δείκτης EEDI ισχύει για τα νέα πλοία που εμπίπτουν στους τύπους πλοίων που ορίζονται στη σύμβαση και για κάθε νέο ή υπάρχον πλοίο που έχει υποστεί σημαντικές μετατροπές.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ EEDI

- Ύφωνα με μικρότερη αντίσταση και βελτιώσεις ρυθμίσεων πηδαλίου
- Πιο οικονομικά αποδοτικά πρυμναίο τμήμα έλικας, πηδάλιο
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στη κύρια και βοηθητικές μηχανές
- Αλλαγή καυσίμου (μετάβαση από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο)
- Εφαρμογή διαφόρων τεχνολογιών για τη μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας από τη χρήση δευτερευουσών μηχανών

Ο δείκτης EEDI υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$EEDI = \left(\frac{\prod_{j=1}^M f_j (\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} * C_{FME(i)} * SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} * C_{FAE} * SFC_{AE})}{f_i * Capacity * f_w * V_{ref}} \right) + \frac{(\prod_{j=1}^M f_j * \sum_{i=1}^{n_{PTI}} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} * P_{AE_{eff(i)}}) * C_{FAE} * SFC_{AE}}{f_i * Capacity * f_w * V_{ref}} - \frac{\sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} * P_{eff(i)} * C_{FME} * SFC_{ME}}{f_i * Capacity * f_w * V_{ref}}$$

Η επεξήγηση των συμβόλων αναφέρεται παρακάτω:

- CF : είναι ένας αδιάστατος συντελεστής μετατροπής μεταξύ της κατανάλωσης καυσίμου, και των εκπομπών CO₂. Οι μετρήσεις είναι γραμμάρια (gr) και βασίζονται στην περιεκτικότητα του άνθρακα. Οι δείκτες (ME) και (AE) αναφέρονται αντίστοιχα στις κύριες μηχανές και στις βοηθητικές μηχανές. Ο συντελεστής CF αντιστοιχεί στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο, που αναγράφεται στο εφαρμοζόμενο πιστοποιητικό “Engine International Air Pollution Prevention Certificate” (EIAPP). Η τιμή του CF δίνεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Τύπος καυσίμου	Παραπομπή	Περ/τα Ανθρακα	C _F (t- CO ₂ /t- Fuel)
1. Ντιζελ/ Gas Oil	ISO 8217 Grades DMX through DMC	0,875	3,206000
2. Ελαφρύ Πετρέλαιο (LFO)	ISO 8217 Grades RMA through RMD	0,86	3,151040
3. Βαρύ πετρέλαιο (HFO)	ISO 8217 Grades RME through RMK	0,85	3,114400
4. Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG)	Προπάνιο Βουτάνιο	0,819 0,817	3,000000 3,030000
5. Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG)		0,75	2,750000

- V_{ref}: είναι η ταχύτητα του πλοίου, μετρούμενη σε ναυτικά μίλια ανά ώρα (knot), στη μέγιστη κατάσταση φόρτωσης (capacity). Η μέγιστη κατάσταση φόρτωσης ορίζεται στο

μέγιστο βύθισμα και στην αντίστοιχη διαγωγή, στην οποία το πλοίο είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί.

- Capacity (χωρητικότητα) ορίζεται ως:

(1). Για πλοία ξηρού φορτίου, δεξαμενόπλοια, δεξαμενόπλοια αερίου, πλοία μεταφοράς τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων (container ship), ro-ro και πλοία γενικού φορτίου, το πρόσθετο βάρος (DWT).

(2). Για επιβατηγά πλοία και πλοία τύπου ro-ro, η ολική χωρητικότητα (gross tonnage), σύμφωνα με την Διεθνή Συνθήκη Μέτρησης Ολικής Χωρητικότητας Πλοίων του 1969, Παράρτημα I, κανονισμός 3.

- Πρόσθετο βάρος (deadweight): είναι η διαφορά, σε τόνους, μεταξύ του εκτοπίσματος ενός πλοίου, σε νερό με πυκνότητα $1,025 \text{ kg/m}^3$, στο μεγαλύτερο βύθισμα λειτουργίας και του βάρους κενού σκάφους του πλοίου (lightweight).
- P : είναι η ισχύς των κύριων και βοηθητικών μηχανών, μετρούμενη σε KW. Οι δείκτες (ME) και (AE) αναφέρονται αντίστοιχα στις κύριες και στις βοηθητικές μηχανές.
- PT_{oi} : είναι το 75% της ισχύος εξόδου της κάθε εγκατεστημένης γεννήτριας άξονα, διαιρούμενης με τη σχετική απόδοση αυτής.
- P_{PTI} : είναι το 75% της ονομαστικής κατανάλωσης ισχύος του κάθε κινητήρα άξονα, διαιρούμενο με τη σταθμισμένη μέση απόδοση των γεννητριών.
- P_{eff} : είναι το 75% της μείωσης της ισχύος της κύριας μηχανής, εξαιτίας της ύπαρξης καινοτόμων τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας.
- P_{AEff} : είναι η μείωση της βοηθητικής ισχύος, εξαιτίας της ύπαρξης καινοτόμων ηλεκτρολογικών τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Ο συντελεστής διόρθωσης f_j για δεξαμενόπλοια τύπου «shuttle» πρέπει να έχει τιμή ίση με 77,0 . Αυτός ο συντελεστής εφαρμόζεται σε δεξαμενόπλοια τύπου «shuttle» μεταξύ 80.000 και 160.000 DWT. Δεξαμενόπλοια τύπου «Shuttle» είναι αυτά που μεταφέρουν αργό πετρέλαιο από υπεράκτιους τομείς σε παράκτιους αποθηκευτικούς χώρους. Είναι αρκετά διαφορετικά από τα συνήθη πετρελαιοφόρα, με πολύ μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ. Δεν καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις, είναι εξοπλισμένα με δυναμικά συστήματα εντοπισμού θέσης και έχουν σχεδιαστεί ώστε να μπορούν να είναι λειτουργικά και σε δυσμενής καιρικές συνθήκες. Για άλλους τύπους πλοίων, ο f_j πρέπει να λαμβάνεται ως 1,0.
- f_{eff} : είναι ο συντελεστής διαθεσιμότητας κάθε καινοτόμου τεχνολογίας ενεργειακής αποδοτικότητας. Για συστήματα μετατροπής της απολυόμενης ενέργειας, η τιμή του συντελεστή f_{eff} πρέπει να είναι ίση με 1.
- f_i : είναι ο συντελεστής χωρητικότητας για κάθε τεχνικό/ κανονιστικό περιορισμό της χωρητικότητας και μπορεί να λάβει την τιμή 1, εάν καμία ανάγκη για τον παράγοντα δεν

ανακύπτει. Ο συντελεστής διόρθωσης της χωρητικότητας f_i για πλοία τύπου ice- class, πρέπει να έχει μικρότερη τιμή από τα f_{i0} και f_{imax} αλλά μεγαλύτερη τιμή από $f_{imin} = 1$. Ο συντελεστής για πλοία με ειδικές δομικές ενισχύσεις οι οποίες είναι επιβεβαιωμένες από ελεγκτή είναι ίσος με :

$$\frac{(DWT \text{ πριν την ενίσχυση})}{(DWT \text{ μετά την ενίσχυση})}$$

Η τιμή του συντελεστή θα είναι ίση με 1 μέχρι να δοθούν οδηγίες από τον IMO. Σαν (DWT πριν την ενίσχυση) ορίζεται το DWT πριν την εφαρμογή της δομικής ενίσχυσης ενώ σαν (DWT μετά την ενίσχυση) ορίζεται το DWT που προκύπτει μετά την εφαρμογή του επιβεβαιωμένου βάρους της δομικής ενίσχυσης. Η τιμή του συντελεστή χωρητικότητας για πλοία τύπου ice class προσδιορίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Τύπος πλοίου	f_{i0}	$f_{i,max}$ σε συνάρτηση με την κατηγορία ice-class			
		IC	IB	IA	IA Super
Δεξαμ/πλοιο	$\frac{0,00115 \cdot L_{PP}^{3,36}}{capacity}$	$1,31 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$1,54 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$1,80 \cdot L_{PP}^{-0,09}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,11}$
Μεταφοράς Ξηρού Φορτίου	$\frac{0,000665 \cdot L_{PP}^{3,4}}{capacity}$	$1,31 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$1,54 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$1,80 \cdot L_{PP}^{-0,09}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,11}$
Πλοίου Γενικού Φορτίου	$\frac{0,000676 \cdot L_{PP}^{3,4}}{capacity}$	1,0	1,08	1,12	1,25
Πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων	$\frac{0,1749 \cdot L_{PP}^{2,29}}{capacity}$	1,0	$1,25 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$1,60 \cdot L_{PP}^{-0,08}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,1}$
Δεξαμενόπλοια αερίου	$\frac{0,1749 \cdot L_{PP}^{2,33}}{capacity}$	$1,25 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$1,60 \cdot L_{PP}^{-0,0}$	$2,10 \cdot L_{PP}^{-0,1}$	1,0

- f_w : είναι ένας αδιάστατος συντελεστής, ο οποίος δείχνει τη μείωση της ταχύτητας σε καταστάσεις θάλασσας, σχετικά με το ύψος και τη συχνότητα κύματος αλλά και την ταχύτητα ανέμου και πρέπει να προσδιορίζεται ως ακολούθως:

(1). Εκτελώντας προσομοίωση της συμπεριφοράς του πλοίου σε αντιπροσωπευτικές καταστάσεις θάλασσας. Η μέθοδος προσομοίωσης θα προδιαγραφεί από οδηγία που θα

εκδοθεί από τον IMO και η μέθοδος και το αποτέλεσμα για κάθε μεμονωμένο πλοίο θα επιβεβαιώνονται από την Αρχή (σημαία) ή από οργάνωση αναγνωρισμένη από αυτή.

(2). Στην περίπτωση που δεν εκτελείται προσομοίωση, η τιμή του συντελεστή f_w πρέπει να λαμβάνεται από τον πίνακα/καμπύλη «τυποποιημένου f_w ». Ένας πίνακας/ καμπύλη «τυποποιημένου f_w », ο οποίος θα περιέχεται στις οδηγίες, θα δίνεται ανά τύπο πλοίου και θα εκφράζεται συναρτήσει της παραμέτρου 'Capacity'. Ο πίνακας/ καμπύλη «τυποποιημένου f_w » προσδιορίζεται με προσέγγιση, για παράδειγμα βασίζεται σε δεδομένα πραγματικής μείωσης της ταχύτητας, για όσα περισσότερα υφιστάμενα πλοία είναι δυνατόν, σε αντιπροσωπευτικές καταστάσεις θάλασσας.

Η τιμή του συντελεστή f_w θα είναι ίση 1 μέχρι οι ειδικές οδηγίες για την προσομοίωση ή ο πίνακας/ καμπύλη f_w για τον τύπο του πλοίου να είναι διαθέσιμες.

- L_{pp} : είναι το μήκος μεταξύ καθέτων, το οποίο ορίζεται ως το 96% του συνολικού μήκους της ισάλου γραμμής στο 85% του ελαχίστου βυθίσματος γάστρας, μετρούμενο από το άνω μέρος της τρόπιδας, ή το μήκος, αυτής της ισάλου, μετρούμενο από το εμπρόσθιο μέρος της στείρας μέχρι τον άξονα του πηδαλίου. Το μήκος μεταξύ καθέτων L_{pp} μετράται σε μέτρα.

ΕΠΑΝΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΞΕΛΙΞΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟ EEDI

Ο κανονισμός 21.6 της MARPOL παράρτημα VI ορίζει ότι θα πρέπει να επανεξεταστούν οι τεχνολογικές αναβαθμίσεις που μπορεί να συνεισφέρουν στη βελτίωση του EEDI και να γίνει επίσπευση των αλλαγών όσον αφορά το χρόνο εφαρμογής τους εάν αυτό αποδειχθεί ότι είναι απαραίτητο. Βάσει των τροποποιήσεων του παραρτήματος VI της MARPOL που αφορά την ενίσχυση των μέτρων της φάσης III του EEDI, εγκρίθηκαν τα εξής MEPC 324 (75), αλλαγή ημερομηνιών εφαρμογής, έναρξη ισχύος, μείωση του CO_2 από το 2025 στο 2022. Για τους τύπους πλοίων (πλοία γενικού φορτίου, μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου, αερίου LNG και επιβατηγά κρουαζιερόπλοια) το ποσοστό μείωσης ορίζεται στο 30%.

Πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ως κατωτέρω ανάλογα με το DWT.

Πλοία μεταφορά αερίου (LPG) από 15000 DWT και άνω, ποσοστό μείωσης ορίζεται το 30%.

Πλοία μεταφοράς αερίου (LPG) κάτω των 15000 DWT η τρέχουσα ημερομηνία έναρξης ισχύος παραμένει στο 2025 και το ποσοστό μείωσης διατηρείται.

DWT	Reduction rate
10,000 and above but less than 15,000 DWT	15-30%
15,000 and above but less than 40,000 DWT	30%
40,000 and above but less than 80,000 DWT	35%
80,000 and above but less than 120,000 DWT	40%
120,000 and above but less than 200,000 DWT	45%
200,000 DWT and above	50%

Εικόνα 27. Ποσοστό μείωσης ανά τύπο πλοίου Πηγή:Class NK

Για άλλους τύπους πλοίων εκτός από τους ανωτέρω η ημερομηνία ισχύος παραμένει το 2025 και το ποσοστό μείωσης διατηρείται.

International Maritime Organization (2002) (MEPC 62 (Chapter 4 Regulations on Energy Efficiency for Ships)

4.2 EEXI (ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ)

Μετά από τις τροποποιήσεις που έγιναν στο παράρτημα VI της MARPOL και εγκρίθηκαν στη 76^η Σύνοδο της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC76) η οποία έλαβε χώρα τον Ιούνιο 2021 καθίσταται υποχρεωτική η ρύθμιση του δείκτη ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων πλοίων (EEXI). Το EEXI είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέτρα που έχουν ληφθεί από τον IMO για τη προώθηση τεχνολογιών πιο φιλικών προς το περιβάλλον και τη μείωση εκπομπών CO₂ εκ' μέρους της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Μετρά τις εκπομπές CO₂ ανά μεταφορικό έργο λαμβάνοντας υπ' όψιν τις παραμέτρους σχεδιασμού του πλοίου, χρησιμοποιώντας τη θεωρητική ποσότητα καυσίμου για το τμήμα παραγωγής ενέργειας του πλοίου που συμβάλλει στη πρόωση. Ο κανονισμός EEXI εφαρμόζεται σε πλοία από 400 DWT και πάνω και ισχύει από τη 1^η Ιανουαρίου 2023.

Σε σχέση με τους κανονισμούς 2.13 και 2.18 του παραρτήματος VI της MARPOL ως υπάρχοντα πλοία ορίζονται τα πλοία που ναυπηγήθηκαν ή πρόκειται να ναυπηγηθούν πριν τη 1^η Ιανουαρίου 2023.

Το EEXI ισχύει για τις ίδιες κατηγορίες πλοίων με το EEDI όπως χύδην φορτηγά, μεταφοράς αερίου, δεξαμενόπλοια, μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, γενικού φορτίου, μεταφοράς εμπορευμάτων ψυγείων, μεταφοράς LNG, RO-RO, επιβατικά πλοία RO-RO και κρουαζιερόπλοια.

ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

- Μείωση ισχύος κινητήρα, χαμηλότερες εκπομπές CO₂. Τα συστήματα περιορισμού ισχύος κινητήρα μπορεί να παρακαμφθούν σε περιπτώσεις που αφορούν την ασφαλή λειτουργία του πλοίου όπως καιρικές συνθήκες, επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, μηχανικής συντήρησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να καταγραφεί το συμβάν, ο χρόνος, τα αίτια και η ποσότητα ενέργειας που καταναλώθηκε.
- Άλλες λύσεις για τη συμμόρφωση στις απαιτήσεις του EEXI περιλαμβάνουν την εκ των υστέρων τοποθέτηση συστημάτων λίπανσης αέρα, αιολική πρόωση, τοποθέτηση συστημάτων μπαταριών ή χρήση καυσίμων χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών άνθρακα.

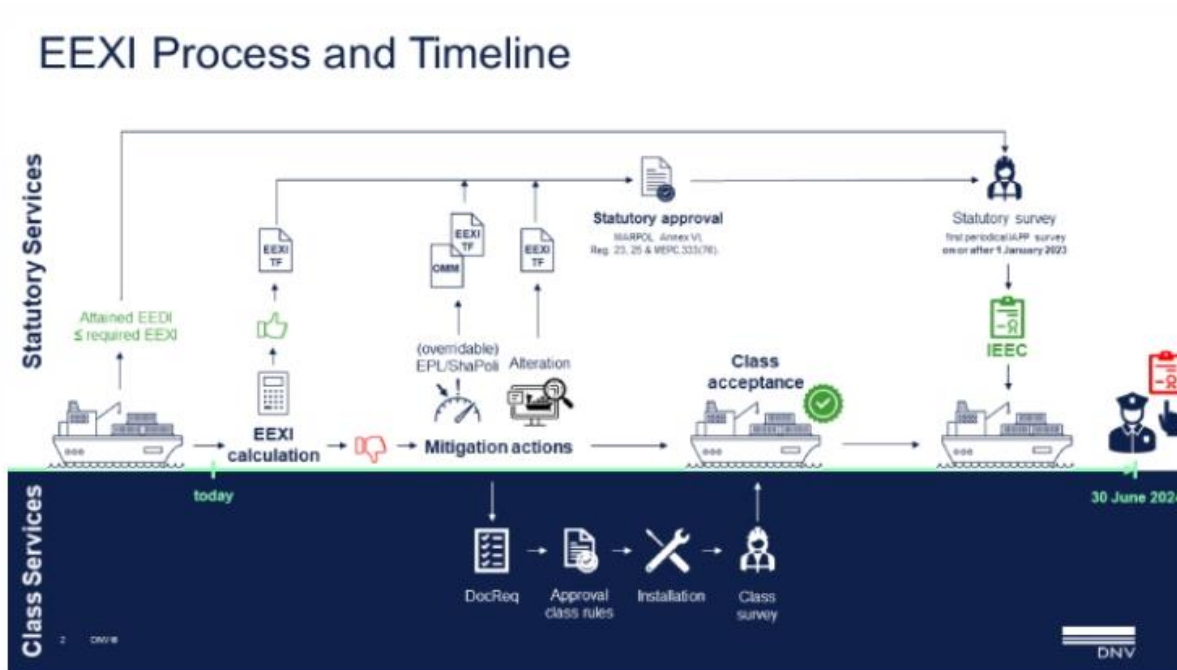
Η διαδικασία για τον υπολογισμό του EEXI δεν είναι εύκολη καθώς χρειάζεται την συνεργασία μεταξύ του πλοιοκτήτη, του κατασκευαστή της μηχανής καθώς και της κλάσης στην οποία βρίσκεται το πλοίο.

Αρχικά ο πλοιοκτήτης ή η εκάστοτε εταιρεία που διαχειρίζεται το πλοίο παραθέτει αρχεία έτσι ώστε να γίνουν διακριτά τα μηχανολογικά χαρακτηριστικά του πλοίου και στην συνέχεια ο κατασκευαστής του παραθέτει την τεχνική έκθεση για το EEXI η οποία αναφέρει ποια θα πρέπει να είναι η μείωση της ισχύος, ποια θα είναι η καινούργια ταχύτητα καθώς και ποια θα πρέπει να είναι τα εξαρτήματα τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να προβούν στην μείωση της ισχύος της μηχανής.

Αφού όλα τα παραπάνω γίνουν αποδεκτά με βάση τους κανονισμούς του EEXI στην συνέχεια ο πλοιοκτήτης παραθέτει στην κλάση του πλοίου την παραπάνω τεχνική έκθεση από τον κατασκευαστή. Μετά την αποδοχή και από την κλάση μηχανικός από τον κατασκευαστή επιβιβάζεται στο πλοίο ώστε να προβεί στις εργασίες για την μείωση της ισχύος της μηχανής καθώς και μετά το πέρας των εργασιών επιθεωρητής από την κλάση επιβεβαιώνει ότι έχουν γίνει οι απαραίτητες εργασίες.

Στην παρακάτω εικόνα διακρίνονται αναλυτικά όλα τα βήματα και οι προεργασίες που προαναφέρθηκαν για τον κανονισμό του EEXI.

International Maritime Organization (2002) (MEPC 76 Reduction of GHG Emission from Ships)



Εικόνα 28. Περιγραφή EEXI Πηγή:DNV

4.3 ΧΡΗΣΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΕΧΙ ΣΕ ΠΛΟΙΟ

Όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω θα γίνει αναλυτικά χρήση του κανονισμού του ΕΕΧΙ σε πλοίο τύπου Container με πραγματικά δεδομένα για να γίνουν διακριτές οι αλλαγές του πλοίου ως προς την απόδοση κατά την χρήση του κανονισμού.

Στην παρακάτω εικόνα θα γίνουν διακριτά τα χαρακτηριστικά του πλοίου από τα οποία θα γίνει ο υπολογισμός του ΕΕΧΙ. Όλα τα δεδομένα έχουν καταγραφεί από αρχεία όπως Sea Trial και Shop Test του πλοίου ώστε να θεωρηθούν έγκυρα.

Για να γίνει γνωστό αν τα πλοία αν λειτουργούν με βάση τα όρια τα οποία ορίζει ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης και αν χρειάζονται αλλαγές ως προς την ισχύ θα γίνει χρήση του τύπου με τον οποίο υπολογίζεται ο παραπάνω δείκτης με τα τωρινά δεδομένα του πλοίου.

Data			
Type	Container ship	Auxiliary Engine Data of No.1 & 2	
Length overall	264 m	Maximum continuous rating	2400 Kw
Length between perpendiculars	249 m	Specific fuel consumption at 50% of MCRae	215 g/kWh
Breadth	32.2 m	Engine Type	Diesel
Summer load line draught	12.75 m		
Deadweight	53664 tons		
Main Engine Data		Auxiliary Engine Data of No.3 & 4	
Maximum continuous rating (MCR)	36560 Kw	Maximum continuous rating	1800 kW
Specific fuel consumption at 75% of MCRme	176.79 g/kWh	Specific fuel consumption at 50% of MCRae	215 g/kWh
Engine Type	Diesel	Engine Type	Diesel

Parameters to Calculate value of attained EEXI		
Parameters	Value	
Pme	27420 kW	Power of main engine
Cfme	MDO:3,206 (g CO2/g fuel)	Conversion factor between fuel consumption and CO2 emission for main engines
SFCme	MDO:176,8 (g/ kWh)	Specific fuel consumption of the main engines
Pae	1164,00 Kw	Power of auxiliary engines
Cfae	MDO:3,206 (g CO2/g fuel)	Conversion factor between fuel consumption and CO2 emission for auxiliary engines
SFCae	MDO:215 (g/kWh)	Specific fuel consumption of the auxiliary engines
Ppto		Shaft generator PTO
Ppti	0	Shaft generator PTI
Capacity	37546,1 tons	Capacity

Στους παραπάνω πίνακες αναγράφονται τα σχεδιαστικά και μηχανολογικά χαρακτηριστικά του πλοίου αλλά και οι παράμετροι τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του δείκτη ενεργειακής απόδοσης.

Να διευκρινιστεί ότι η τιμή P_{me} που ορίζεται και σαν ισχύς της κύριας μηχανής στον πίνακα είναι το 75% του MCR.

$$P_{me} = 75\% * 36560 = 27420 \text{ kW}$$

Η τιμή της V_{ref} που θα χρησιμοποιηθεί υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_{ref} = k^{\frac{1}{3}} * \left(\frac{DWT_{service}}{Capacity} \right)^{\frac{2}{9}} * V_{service} * \left(\frac{P_{me}}{P_{service}} \right)^{\frac{1}{3}} = 24,34 \text{ knots}$$

- V_{ref} =Είναι η ταχύτητα του πλοίου μετρούμενη σε κόμβους (knots)

- $DWT_{service}$ = είναι η διαφορά, σε τόνους, μεταξύ του εκτοπίσματος ενός πλοίου, σε νερό με πυκνότητα 1,025 kg/m³, στο μεγαλύτερο βύθισμα λειτουργίας και του βάρους κενού σκάφους του πλοίου
- $P_{s,service}$ = ισχύς της κύριας μηχανής συσχετισμένη με την V_{ref} .
- k = είναι συντελεστής κλίμακας που η τιμή του ορίζεται από τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου.
 1. 0,95 για πλοία τύπου Container Ship με 120000 DWT και κάτω.
 2. 0,93 για πλοία τύπου Container Ship με 120000 DWT και άνω.
 3. 0,97 για πλοία τύπου Bulk Carrier με 200000 DWT και κάτω.
 4. 1 για πλοία τύπου Bulk Carrier με 200000 DWT και άνω.
 5. 0,97 για πλοία τύπου Tanker με 100000 DWT και κάτω.
 6. 1 για πλοία τύπου Tanker με 100000 DWT και άνω.

Correction factors		
Parameter	Value	Description
F _i	1	Ship specific design element, e.g Ice-class
F _c	1	Cubic capacity
F _l	1	Cranes and other cargo-related gear
F _w	1	Weather factor
F _m	1	Ships having ice-class IA Super and IA
F _j	1	Ship specific design element
F _{eff}	0	Innovative energy efficiency technology
Y	30	EEDI reduction factor
EEDI reference line value	19,52	EEDI reference line value

Ακόμα θα πρέπει να γίνει χρήση συντελεστών διόρθωσης για τον σωστό υπολογισμό. Στην περίπτωση μας οι περισσότερες τιμές έχουν την τιμή 1 εκτός από την παράμετρο Y όπου είναι ο συντελεστής μείωσης και η τιμή του όπως αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται ανάλογα τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου.

Ship type	Size	Reduction factor [%]
Container	53,663	30

Για τον υπολογισμό της τιμής του EEDI Reference line value ανάλογα τον τύπο του πλοίου αντιστοιχούν κάποιοι συντελεστές βάση κανονισμού ώστε να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός.

Ship Type	a	b	c
Container	174.22	53,663	0.201

$$EEDI \text{ reference line value} = a * b^{-c} = 19,52 \frac{g * CO2}{nm * t}$$

Με βάση όλα τα παραπάνω σαν δεδομένα γίνεται ο υπολογισμός του ενεργειακού δείκτη απόδοσης του πλοίου.

$$\begin{aligned}
EEXI = & \left(\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} * C_{FME(i)} * SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} * C_{FAE} * SFC_{AE}) \right)}{f_i * f_c * f_l * Capacity * f_w * V_{ref} * f_m} \right) \\
& + \frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j * \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} * P_{AEeff(i)} \right) * C_{FAE} * SFC_{AE}}{f_i * f_c * f_l * Capacity * f_w * V_{ref} * f_m} \\
& - \frac{\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} * P_{eff(i)} * C_{FME} * SFC_{ME}}{f_i * f_c * f_l * Capacity * f_w * V_{ref} * f_m}
\end{aligned}$$

$$EEXI_{ME} = \frac{(1 * 0,75 * (36560 - 0)) * 3,206 * 176,8}{1 * 1 * 1 * 37,564 * 1 * 24,34 * 1} = 17 \frac{g * CO2}{nm * t}$$

$$EEXI_{AE} = \frac{(1,164 - 0) * 3,206 * 215 + 0}{1 * 1 * 1 * 37,564 * 1 * 24,34 * 1} = 0,88 \frac{g * CO2}{nm * t}$$

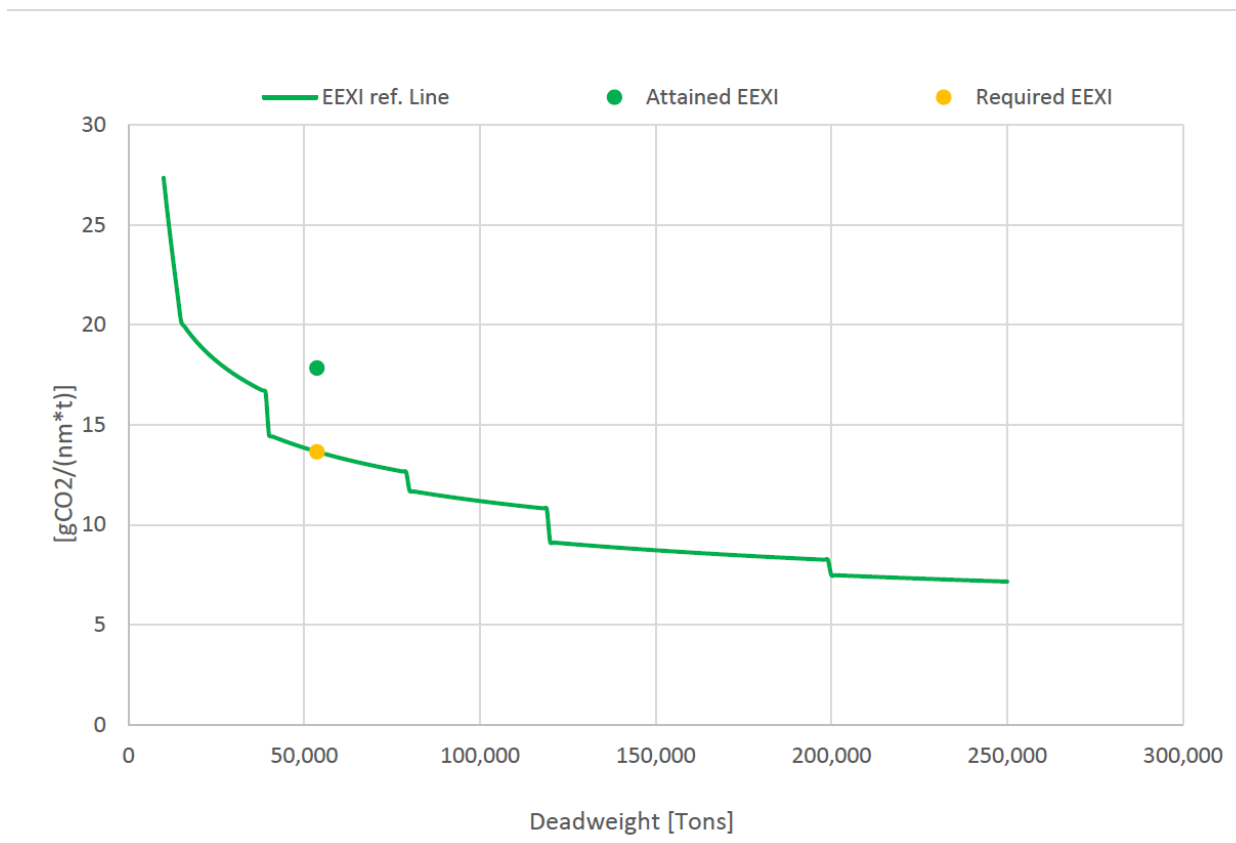
$$EEXI_{PTI} = \frac{(1 * (0 - 1 * 0) * 3,206 * 215)}{1 * 1 * 1 * 37,564 * 1 * 24,34 * 1} = 0 \frac{g * CO2}{nm * t}$$

$$EEXI_{Peff} = \frac{1 * 0 * 3,206 * 176,8}{1 * 1 * 1 * 37,564 * 1 * 24,34 * 1} = 0 \frac{g * CO2}{nm * t}$$

$$EEXI = 17 + 0,88 \frac{g * CO2}{nm * t}$$

Ο απαιτούμενος δείκτης ενεργειακής απόδοσης με τον οποία θα πρέπει να λειτουργεί το πλοίο υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$\begin{aligned}
\text{Required } EEXI &= \left(1 - \left(\frac{Y}{100} \right) \right) * EEDI \text{ reference line} = \left(1 - \left(\frac{30}{100} \right) \right) * 19,52 \\
&= 13,66 \frac{g * CO2}{nm * t}
\end{aligned}$$



Όπως γίνεται διακριτό και από το γράφημα είναι η τιμή που έχει την παρούσα στιγμή το πλοίο ως προς τον ενεργειακό δείκτη απόδοσης είναι υψηλότερος από την απαιτούμενη τιμή. Θα πρέπει να υπάρξει μείωση του MCR ώστε να μειωθεί αντίστοιχα και η ισχύς αλλά και η ταχύτητα.

Με βάση όλα τα παραπάνω η τιμή του MCR θα είναι 20902 kW καθώς και η νέα τιμή της ταχύτητας θα είναι:

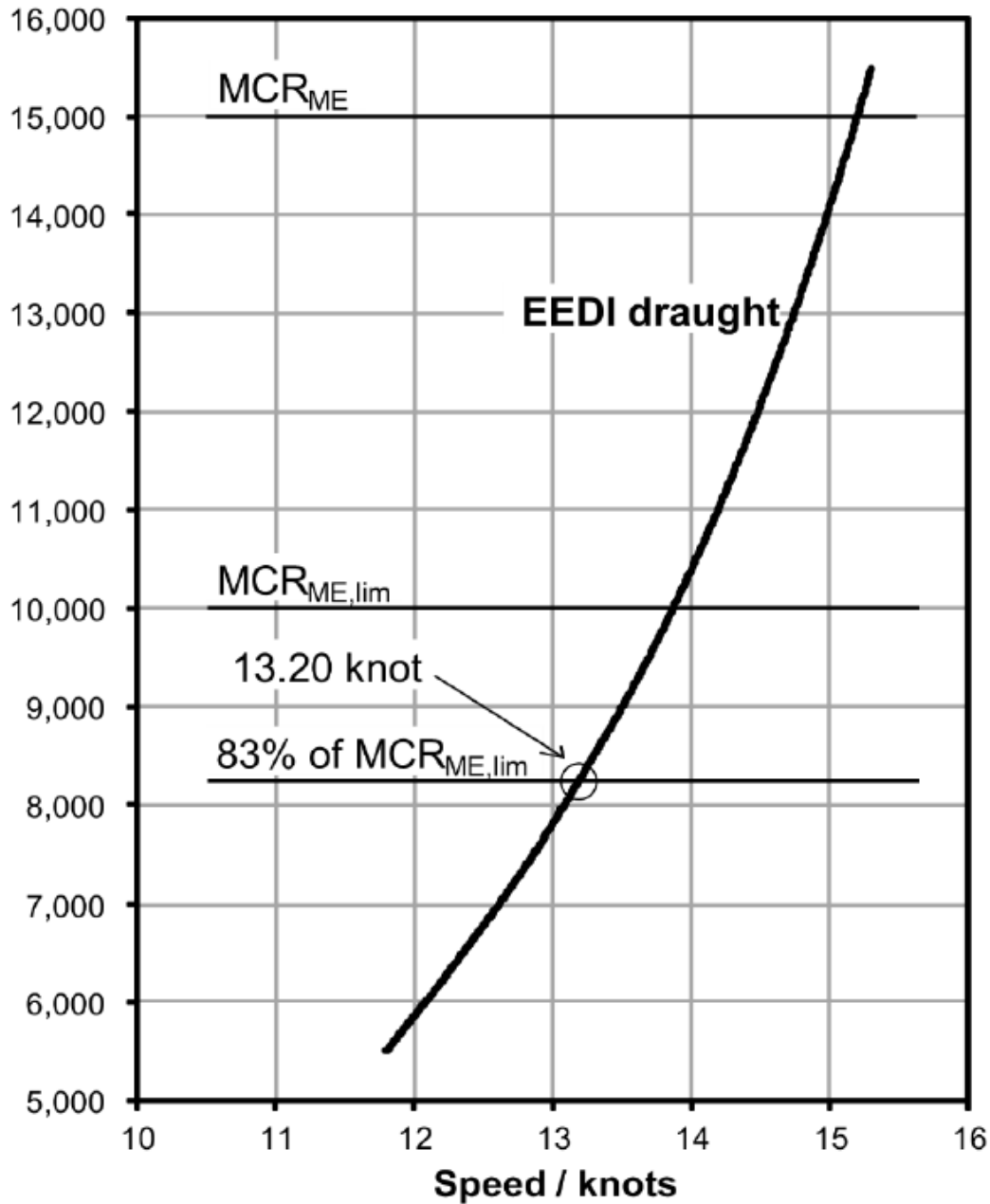
$$V_{ref\ lim} = 20,89\ knots$$

Έτσι με βάση τα καινούργια δεδομένα θα γίνει ξανά η παραπάνω διαδικασία.

Data			
Type	Container ship	Auxiliary Engine Data of No.1 & 2	
Length overall	264 m	Maximum continuous rating	2400 Kw
Length between perpendiculars	249 m	Specific fuel consumption at 50% of MCRae	215 g/kWh
Breadth	32,2 m	Engine Type	Diesel
Summer load line draught	12,75 m		
Deadweight	53664 tons		
Main Engine Data		Auxiliary Engine Data of No.3 & 4	
Maximum continuous rating (MCR)	36560 Kw	Maximum continuous rating	1800 kW
Limited rated installed power	20902 Kw	Specific fuel consumption at 50% of MCRae	215 g/kWh
Specific fuel consumption at 75% of MCRme	176,79 g/kWh	Engine Type	Diesel
Engine Type	Diesel		

Στον πίνακα αναγράφονται τα ίδια χαρακτηριστικά και πάλι του πλοίου συμπεριλαμβανομένης της καινούργιας τιμής του MCR. Με βάση της τιμής MCR_{lim} θα γίνει ο υπολογισμός της νέας ισχύς του πλοίου.

$$P_{me} = 83\% * MCR_{lim} = 83\% * 20902 = 17348,66 \text{ kW}$$



Στην παραπάνω εικόνα είναι η καμπύλη του μεταξύ του MCR και της ταχύτητας. Από την καμπύλη γίνεται διακριτή η μείωση που θα επέλθει στο MCR και ποια θα είναι η νέα τιμή της ταχύτητας.

Οι τιμές όπως ο συντελεστής μείωσης Y και η τιμή του EEDI reference value καθώς και οι παράμετροι όπου αναγράφονται σε παραπάνω πίνακα δε θα μεταβληθούν καθώς δεν μεταβάλλονται από αλλαγές που μπορεί να γίνουν στο μηχανολογικό κομμάτι του πλοίου.

Γίνεται ξανά υπολογισμός του ενεργειακού δείκτη απόδοσης με τα νέα δεδομένα.

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

$$EEXI_{me} = \frac{1 * 17348,66 * 3,206 * 176,8}{1 * 1 * 1 * 37564,1 * 20,89 * 1} = 12,54$$

$$EEXI_{ae} = \frac{1,164 * 3,206 * 215}{1 * 1 * 1 * 37564,1 * 20,89 * 1} = 1,02$$

$$EEXI_{pti} = 0$$

$$EEXI_{peff} = 0$$

$$EEXI = EEXI_{me} + EEXI_{ae} + EEXI_{pti} + EEXI_{peff} = 12,54 + 1,02 + 0 - 0 = 13,56 \frac{g * CO_2}{nm * t}$$

Από την στιγμή που ο βαθμός του ενεργειακού δείκτη απόδοσης είναι μικρότερος από τον απαιτούμενο βαθμό τότε το πλοίο μπορεί να πραγματοποιήσει τις παραπάνω αλλαγές ως προς την ισχύ και την ταχύτητα αφού συμμορφώνεται με βάση τα κριτήρια και τα όρια του κανονισμού.

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστούν οι αλλαγές που θα δεχθεί τον πλοίο μετά την χρήση των παραπάνω τύπων καθώς θα υπάρξει μείωση της ισχύος σε ποσοστό 42% καθώς και μείωση της ταχύτητας σε ποσοστό 14% ώστε το πλοίο να είναι λειτουργικό με βάση τον κανονισμό του ενεργειακού δείκτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με δεδομένο ότι το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι έντονο λαμβάνονται μέτρα ώστε να προσεγγίσουν το οικολογικό μας αποτύπωμα. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος εκ'μέρους της Ναυτιλίας, έχουν θεσπιστεί μέτρα που εφαρμόζονται μέσω συμβάσεων του IMO και έχουν στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων και τη βελτίωση απόδοσης των πλοίων.

Οι συσκευές εξοικονόμησης ενέργειας (ESD's) μειώνουν τη ζήτηση ισχύος των πλοίων και κατά συνέπεια μετριάζουν τις αρνητικές επιπτώσεις εκπομπών GHG, εξαρτώνται από παράγοντες όπως ο τύπος σκάφους, οι επιχειρησιακές απαιτήσεις, η ταχύτητα, το τονάζ, η διαδρομή και η σχεδίαση κύτους προπέλας και πηδαλίου.

Το πρόβλημα της ρύπανσης συνάδει με τη βιωσιμότητα των Ναυτιλιακών Εταιριών που διαχειρίζονται υπάρχοντα πλοία, δεδομένου ότι η εγκατάσταση ESD's προϋποθέτει αυξημένες δαπάνες οι οποίες σε συνδυασμό με το κόστος καυσίμων και τη παλαιότητα των πλοίων να δημιουργήσουν προβλήματα.

Ο ενεργειακός δείκτης (EEXI) είναι το πιο σημαντικό τεχνικό μέτρο για την αύξηση της απόδοσης καυσίμου που εισήγαγε ο IMO τον Ιούνιο του 2021 και αφορά τα υπάρχοντα πλοία, ενώ ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEDI) αφορά τα νεότευκτα.

Με την εφαρμογή του σε ισχύ από τον Ιανουάριο του 2023 η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και η μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος (CO_2) είναι δύο από τους βασικούς στόχους της Ναυτιλιακής Βιομηχανίας.

Για νεότευκτα πλοία τα πράγματα είναι πιο απλά δεδομένου ότι κατά την κατασκευή τους εντάσσονται στο κανονισμό (EEDI) καθώς και με την εξέλιξη της τεχνολογίας υιοθετούνται νέες σχεδιαστικές λύσεις, εναλλακτικές μορφές καυσίμων.

Τα βραχυπρόθεσμα μέτρα αντιμετώπισης ρύπανσης προκειμένου τα πλοία να επιτύχουν τον απαιτούμενο βαθμό του ενεργειακού δείκτη απόδοσης EEXI, έχει επιλεγεί η μείωση της ταχύτητας ως αποτέλεσμα μείωση της ισχύος κινητήρα.

Όπως αποδεικνύεται από τη μελέτη προκειμένου το πλοίο να λειτουργεί με βάσει τον κανονισμό (EEXI), έγινε μείωση ταχύτητας από 28,34 knots σε 20,89 knots ποσοστό κατά 14-15% και αντίστοιχα μείωση ισχύος κινητήρα από 36560 kW σε 20.902 kW ποσοστό 42,83%.

Καταλήγοντας οι πλοιοκτήτες οι διαχειριστές, προκειμένου να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση των υπαρχόντων πλοίων πρέπει να εφαρμόζουν λειτουργικό περιορισμό ισχύος, ταχύτητας με αποτέλεσμα τη μείωση εκπομπών διοξειδίου άνθρακος (CO_2) που αποτελούν το πλέον ενδεδειγμένο τρόπο επίτευξης του απαιτούμενου βαθμού του ενεργειακού δείκτη απόδοσης (EEXI).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

United Nations Conference (2020) (Τίτλος: Trade and Development)

Ivan Komar and Branko Lalic (2015) (Τίτλος: Sea Transport Air Pollution)

Σαμπατακάκης Δ. (1991) (Τίτλος: Ρύπανση του Περιβάλλοντος από Χημικές Ουσίες) Εκδόσεις Παπασωτηρίου

European Commission (Eurolex) (2018) (Τίτλος: Reducing Marine Litter)

Φυτιάνος Κ & Σαμανίδου Β (1988) (Τίτλος: Η Ρύπανση των Θαλασσών)

International Seabed Authority (2017) (Τίτλος: Mining Code)

United Nations Convention (2016) (Τίτλος: Law of the Sea)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: Nitrogen Oxides (Nox) Regulation 13)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: MARPOL Annex VI Regulation 14 Sulphur oxides & Particulate Matter)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: SOLAS Consolidated Edition London)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: GHG Strategy, MARPOL Annex VI on regulation for prevention of air pollution from ships)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: MEPC 66th Session Agenda Item 21, MEPC 1/CIRC 833/2014)

Άννα Μαρία Κοτρίκλα (2015) (Τίτλος: ΝΑΥΤΙΑΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: MARPOL Annex V Prevention of Pollution by Garbage from Ships)

Heikkila J, Virtanen A, Ronkko T, Keskinen J, Aakko-Saksa P, Murtonen T (2019) (Τίτλος: Nanoparticle Emissions from a Heavy-Duty Engine Running on Alternative Diesel Fuels)

Βλάχος Γ. (2011) (Τίτλος: Ναυτιλιακή Οικονομία) Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.

Wells P. G. (2017) (Τίτλος: The iconic Torrey Canyon oil spill of 1967 - Marking its legacy. Marine Pollution Bulletin)

Spaulding M. L., Jayko K. B., Anderson E. L. (1982) (Τίτλος: Hindcast of the ARGO Merchant Spill using the Uri Oil Spill Fates Model)

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) (2002) (Τίτλος: Annex I- Regulations for the Prevention of Pollution by Oil)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: Interantional Safety Management Code Part A (Section 5) Masters Responsibility and Authority)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers STCW)

Α.Αλεξοπούλου (2018) (Τίτλος: Διεθνείς Κανονισμοί – Ναυτιλιακή Πολιτική – Δίκαιο Θάλασσας)

Theo Notteboom, Athanasios Pallis, Jean-Paul Rodrigue (2022) (Τίτλος: Port Economincs Management and Policy)

John Carlton (2007) (Τίτλος: Marine propellers and Propulsion John Carlton)

Ouchi, K., Kawasaki, T.; Tamashima, M. (1990) (Τίτλος: Parametric study of propeller boss cap fins for container ships)

Friedrich Mewis¹ , Thomas Guiard (2011) (Τίτλος: Mewis Duct® – New Developments, Solutions and Conclusions)

P.Andersen J Friesch J.J Kappel (2002) (Τίτλος: Develpoment of full scale Evaluation of new marine propeller type)

Schneekluth, H. (1986) (Τίτλος: Wake Equalizing Ducts”, The naval Architect, London, UK)

S.Rezaei, M. Band adinejad, H chassemi (2022) (Τίτλος: Numerical Simulation of the hydrodynamic performance of the propeller with wake equalizing Duct behind the ship)

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: MEPC 76 Reduction of GHG Emissions from Ships)

International Maritime Organization (2002) ((Τίτλος: MEPC.1/CIRC.684 2009) (Guidelines for Voluntary Use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator EEOI))

International Maritime Organization (2002) (Τίτλος: MEPC 62 (Chapter 4 Regulations on Energy Efficiency for Ships)

