

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

*ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ*

*ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ*



## ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**ΔΠΜΣ: «Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και  
Τεχνολογία»**

## **ΣΧΕΔΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

Πατσιάδης Μάριος

ΜΝΣΝΔ20056

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην 'Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία'

Πειραιάς

Δεκέμβριος 2022



## ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

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



*Πατσιάδης Μάριος*  
*Σχέδια ενεργειακής διαχείρισης στην ναυτιλία*

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

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Παριώτης Ευθύμιος (Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΝΔ, Επιβλέπων)
- Ζάννης Θεόδωρος (Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΝΔ)
- Κατσάνης Ιωάννης (Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΝΔ)

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



## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	V
Abstract.....	V
Πίνακας εικόνων.....	VI
1. Σχέδιο ενεργειακής απόδοσης πλοίου (SEEMP).....	1
1.1 Σχεδιασμός.....	3
1.2 Υλοποίηση.....	3
1.3 Παρακολούθηση.....	3
1.4 Αυτοαξιολόγηση.....	4
1.5 Στάδιο εφαρμογής.....	4
2. Συστήματα διαχείρισης ενέργειας (ISO 50001).....	6
2.1 Διαμόρφωση ενεργειακής πολιτικής.....	7
2.2 Εφαρμογή ενεργειακού σχεδιασμού.....	8
2.3.1 Εφαρμογή-Έλεγχος.....	9
2.3.2 Παρακολούθηση.....	10
2.4 Βελτίωση σχεδιασμού.....	10
3. Διαφορές μεταξύ SEEMP και ISO 50001.....	12
3.1 Διαφορά μεταξύ του συστήματος διαχείρισης και του σχεδίου διαχείρισης.....	12
3.2 Ενεργειακή ανασκόπηση, στόχοι και δείκτες.....	12
3.3 Ενεργειακός έλεγχος.....	12
3.4 Στάδιο σχεδιασμού.....	12
3.5 Ανεξαρτησία του τμήματος ενεργειακής διαχείρισης.....	13
3.6 Έλλειψη λογοδοσίας λόγω συχνής εναλλαγής προσωπικού.....	13
3.7 Ο ρόλος των ενδιαφερόμενων μερών.....	13
3.8 Συμβατική ρύθμιση και εξωτερική ανάθεση.....	14
3.9 Η ακαμψία του συστήματος διαχείρισης.....	14



3.10 Εφαρμογή της ISO 50001 .....	15
4. Ενεργειακή αξιολόγηση πλοίου .....	17
4.1 Δείκτης λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης (EEOI).....	18
4.2 Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων (ESI) .....	19
4.2.1 Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων (ESI) και Co2 .....	20
4.3 Δείκτης Έντασης Άνθρακα (CII).....	20
4.4 Πηγές για ενεργειακή επιθεώρηση πλοίου .....	21
4.4.1 Σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEDI) .....	21
4.4.2 Σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEXI) .....	23
5. Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	24
5.1 Πρόβλεψη καιρού .....	26
5.1.1 Κόστος υλοποίησης και εξοικονόμηση καυσίμου.....	27
5.2 Βελτιστοποίηση ταχύτητας πλεύσης .....	27
5.3 Πλους με χαμηλή ταχύτητα .....	27
5.4 Καθαρισμός Γάστρας - γυάλισμα προπέλας.....	29
6. Συμπεράσματα.....	30
Βιβλιογραφία.....	31



## **Περίληψη**

Η ναυτιλιακή βιομηχανία κατέχει το 90% στις παγκόσμιες μεταφορές. Με σκόπο την μείωση των ρύπων που εκλύονται και την βελτιστοποίηση της ενεργειακής διαχείρισης, αναπτύχθηκαν τα σχέδια ενεργειακής διαχείρισης. Το θέμα της διπλωματικής εργασίας αναλύεται σε πέντε (5) μέρη. Αρχικά γίνεται αναφορά στην ανάπτυξη και την εφαρμογή του σχεδίου ενεργειακής διαχείρισης πλοίου (SEEMP), διαδέχοντας το τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και πιο συγκεκριμένα το ISO 50001. Έπειτα, συγκρίνονται μεταξύ τους, αναδεικνύοντας ομοιότητες και διαφορές. Εν συνεχεία, αναπτύσσονται οι κυριότεροι δείκτες ενεργειακής αξιολόγησης πλοίου και η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας.

Λέξεις – Κλειδιά:

Σχέδιο διαχείρισης ενέργειας πλοίου, συστήματα διαχείρισης ενέργειας, δείκτες ενεργειακής αξιολόγησης πλοίου

## **Abstract**

The shipping industry accounts for 90% of global transport. With the aim of reducing the pollutants emitted and optimizing energy management, energy management plans were developed. The theme of this thesis is divided into five (5) parts. Initially, reference is made to the development and implementation of a ship energy efficiency management plan (SEEMP), followed by energy management systems and more specifically ISO 50001. Then, they are compared to each other, highlighting similarities and differences. Subsequently, the main ship energy assessment indicators are developed and the thesis is completed with energy saving techniques.

Key words:

Ship energy efficiency management plan, energy management systems, ship energy assessment indicators



## Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1: Τρόπος λειτουργίας ISO 50001 .....	7
Εικόνα 2: Ενεργειακός Σχεδιασμός .....	9
Εικόνα 3: Δομή της HSEQ.....	15
Εικόνα 4: Τύπος ΕΕΟΙ .....	18
Εικόνα 5: Τύπος ΕΕΔΙ .....	21
Εικόνα 6: Πρώτο στάδιο υπολογισμού ΕΕΔΙ .....	22
Εικόνα 7: Μέτρα διεκπεραίωσης για πλοία .....	26
Εικόνα 8: Σύγκριση Slow Steaming-Normal Speed .....	28



## 1. Σχέδιο ενεργειακής απόδοσης πλοίου (SEEMP)

Η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή έχουν ήδη ενεργοποιήσει τον συναγερμό για τους βιομηχανικούς τομείς. Αν και η ναυτιλία έχει εξαιρεθεί από τη Συμφωνία του Παρισιού, ο IMO προσπαθεί όπως πάντα να είναι πρωτοπόρος στη συμβολή και στην αντιμετώπιση παγκόσμιων ζητημάτων. Μαζί με τους στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού, ο IMO κατά τη διάρκεια της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) 72 το 2018, έθεσε έναν φιλόδοξο στόχο. Την μείωση των εκπομπών που προέρχονται από τη ναυτιλία στο 50% έως το 2050.

Στη ναυτιλιακή βιομηχανία, οι πολιτικές ενεργειακής απόδοσης θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στον σχεδιασμό και τη λειτουργία του πλοίου. Τα αποτελέσματα της δεύτερης μελέτης GHG δείχνουν ότι υπάρχει μεγάλη δυνατότητα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας τόσο στον τρόπο σχεδίασης όσο και στον τρόπο λειτουργίας του πλοίου. Βάσει αυτών των αποτελεσμάτων, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας έγινε ο κύριος μοχλός για την εισαγωγή των κανονισμών, με σκοπό τον σχεδιασμό και την λειτουργία ενός πλοίου (IMO, 2009a).

Η ναυτιλιακή βιομηχανία με μερίδιο 90% στο παγκόσμιο εμπόριο (UNEP, 2016), κατέχει μερίδιο 2,7% στις παγκόσμιες εκπομπές GHG (IMO, 2015a). Ο IMO ίδρυσε την Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) το 1973 για να μετριάσει τις επιπτώσεις της θαλάσσιας ρύπανσης. Ως επακόλουθο, η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (MARPOL) εγκρίθηκε το 1973.

Επίσης, η διεθνής σύμβαση MARPOL, η οποία αναφέρεται σε διάφορα είδη θαλάσσιων ρύπων, αρχικά αποτελούταν από πέντε (5) παραρτήματα, που αναφέρονταν σε σχετικούς κανονισμούς. Για να ανταποκριθεί η σύμβαση στις παγκόσμιες δραστηριότητες σχετικά με τη μείωση των εκπομπών GHG (Greenhouse Gasses) , ο IMO και άλλοι ναυτιλιακοί οργανισμοί, έχουν εισαγάγει πολιτικές ελέγχου των εκπομπών. Το παράρτημα VI της MARPOL, που εγκρίθηκε για πρώτη φορά το 1997, περιορίζει τους κύριους ατμοσφαιρικούς ρύπους που περιέχονται στα καυσαέρια των πλοίων, συμπεριλαμβανομένων των οξειδίων του θείου (SOx) και των οξειδίων του αζώτου (NOx). Επίσης, ρυθμίζει τις ουσίες που καταστρέφουν το όζον (Ozone-Depleting Substances, ODS)





και τις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) από δεξαμενόπλοια. Το παράρτημα VI τέθηκε σε ισχύ στις 19 Μαΐου 2005 (IMO, 2016).

Ωστόσο, ο IMO επικεντρώθηκε στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, η οποία είναι αποτέλεσμα λιγότερης κατανάλωσης καυσίμου και μπορεί να ερμηνευτεί ως η μείωση των ρύπων που εκλύονται στο περιβάλλον. Προς αυτή την κατεύθυνση, το κεφάλαιο 4 προστέθηκε στο Παράρτημα VI, όπου οι πολιτικές θαλάσσιας ενεργειακής απόδοσης που εγκρίθηκαν τον Ιούλιο του 2011, τέθηκαν σε ισχύ την πρώτη Ιανουαρίου 2013. Αυτοί οι κανονισμοί περιλαμβάνουν τον Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) για το σχεδιασμό νέων πλοίων και το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP) για όλα τα πλοία που λειτουργούν.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στο σχέδιο διαχείρισης ενέργειας (SEEMP). Το σχέδιο διαχείρισης ενέργειας αποτελεί ένα εργαλείο μέτρησης και διαχείρισης των ρύπων που υπάρχουν στην ναυτιλία. Πιο αναλυτικά, παρέχει τρόπους μείωσης ρύπων όπως η σωστή ταχύτητα πλεύσης, ο καθαρισμός της γάστρας του πλοίου και η ανάκτηση θερμότητας καυσαερίων. Γενικότερα, το πλάνο διαχείρισης ενέργειας αποτελεί τις «κατευθύνσεις» προκειμένου ένα πλοίο να γίνει ενεργειακά αποδοτικότερο. Απευθύνεται σε κάθε πλοίο ξεχωριστά. Οι «προτάσεις» αυτές διαφέρουν ανάμεσα σε πλοία ίδιου τύπου. Ακόμη, ένα πλοίο που πλέει με διαφορετικές καιρικές συνθήκες, θα πρέπει να ακολουθήσει τροποποιημένες οδηγίες του σχεδίου ενεργειακής απόδοσης. Η διαχείριση της ενέργειας μέσω του SEEMP γίνεται ευρύτερη σε μία ναυτιλιακή επιχείρηση, το πλοίο γίνεται ενεργειακά αποδοτικότερο, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση καυσίμου και μειώνονται οι ρύποι που εκλύονται στο περιβάλλον.

Το πλάνο διαχείρισης ενέργειας ακολουθεί τον κύκλο PDCA (Plan-DO-Check-Act) και αποτελείται από τέσσερα (4) στάδια:

- Σχεδιασμός
- Υλοποίηση
- Παρακολούθηση
- Αυτοαξιολόγηση



- Εφαρμογή επικαιροποιημένων προτάσεων

## 1.1 Σχεδιασμός

Το στάδιο σχεδιασμού αποτελείται από:

- ✚ Την ενεργειακή επιθεώρηση, της μελέτης της τρέχουσας κατάστασης της εταιρείας και συγκεκριμένων πλοίων σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου και την διερεύνηση των μέτρων απόδοσης που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος.
- ✚ Την σκοπιμότητα και την λεπτομερή μελέτη για να προσδιοριστεί ποιες από τις βέλτιστες πρακτικές είναι συμβατές και εφαρμόσιμες με ένα συγκεκριμένο σκάφος λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο πλοίου, τον τρόπο λειτουργίας και τον τύπο φορτίου.
- ✚ Την πρόβλεψη της λειτουργικότητας των χρησιμοποιούμενων μέτρων σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας.
- ✚ Την ρύθμιση στόχου (προαιρετικό)
- ✚ Τον σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού πίνακα
- ✚ Τον καθορισμό της μεθόδου παρακολούθησης και συλλογής δεδομένων
- ✚ Τον καθορισμό του σχεδίου μέτρησης και των μεθόδων επαλήθευσης
- ✚ Την ανάθεση αρμοδιοτήτων

## 1.2 Υλοποίηση

Το στάδιο υλοποίησης αποτελείται από τα εξής:

- ✚ Εφαρμογή του σχεδίου που ετοιμάστηκε στο στάδιο του σχεδιασμού
- ✚ Συλλογή δεδομένων
- ✚ Τεκμηρίωση
- ✚ Εφαρμογή του χρονοδιαγράμματος και των «προτάσεων»

## 1.3 Παρακολούθηση

Το στάδιο παρακολούθησης χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα:

- ✚ Ανάλυση συλλεγόμενων δεδομένων και υπολογισμός ΕΕΟΙ



- ✚ Διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης (προαιρετικό)
- ✚ Παρακολούθηση της εφαρμογή μέτρων με σκοπό την βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης
- ✚ Παρακολούθηση των ιδιοτήτων του καυσίμου

## 1.4 Αυτοαξιολόγηση

Η αξιολόγηση του σχεδίου ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου σχετίζεται με τα εξής:

- ✚ Αξιολόγηση της επιτυχίας του SEEMP για την επίτευξη στόχων
- ✚ Λήψη διορθωτικών και προληπτικών μέτρων για την αντιμετώπιση μη συμμορφώσεων
- ✚ Παροχή υποδείξεων για σωστή τροποποίηση του SEEMP

## 1.5 Στάδιο εφαρμογής

Η εφαρμογή SEEMP μπορεί να είναι επωφελής στις ακόλουθες πτυχές:

- ✚ Μπορεί να αποτελέσει εργαλείο διαχείρισης στα χέρια των διευθυντών.
- ✚ Μπορεί να είναι αποτελεσματικό στην εξοικονόμηση καυσίμων αυξάνοντας τον ανταγωνισμό, εφόσον οι ναυλωτές καλύπτουν και το κόστος των καυσίμων.
- ✚ Τα επιχειρησιακά σχέδια εξοικονόμησης ενέργειας θα μπορούσαν να αποπληρωθούν βραχυπρόθεσμα, ενώ μέσα από τον Energy Efficiency Design Index (EEDI) μία ναυτιλιακή εταιρία μπορεί να υπολογήσει την εξοικονόμηση ενέργειας και μακροπρόθεσμα.

Αν και το σχέδιο διαχείρισης ενέργειας (SEEMP) λειτουργεί με πανομοιότυπο τρόπο με το σύστημα διαχείρισης ενέργειας (EnS) συναντάμε διαφορές σχετικά με την φύση τους. Το σχέδιο διαχείρισης ενέργειας αναφέρεται σε τρόπους να διαχειριστούμε ένα πλοίο ενεργειακά, δηλαδή αφορά το κάθε ένα πλοίο ξεχωριστά. Από την άλλη πλευρά, το σύστημα διαχείρισης ενέργειας στοχεύει στο να καταστήσει έναν οργανισμό ικανό να βελτιώνεται ενεργειακά. Ένα σχέδιο διαχείρισης ενέργειας πηγάζει μέσα από ένα σύστημα



*Πατσιάδης Μάριος*  
*Σχέδια ενεργειακής διαχείρισης στην ναυτιλία*

διαχείρισης ενέργειας. Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα ενεργειακά συστήματα ενέργειας και συγκεκριμένα στο ISO 50001.



## 2. Συστήματα διαχείρισης ενέργειας (ISO 50001)

Ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας αποτελεί τους τρόπους που κάνουν έναν οργανισμό ικανό να εξοικονομήσει ενέργεια, για παράδειγμα σε επιχειρήσεις, δημόσιους χώρους, κατοικίες, πλοία κτλπ. Ο όρος «Σύστημα διαχείρισης» δεν είναι νέος στην ναυτιλιακή βιομηχανία. Ένα ευρέως διαδεδομένο υποχρεωτικό σύστημα διαχείρισης στην ναυτιλία είναι ο κώδικας ISM, ο οποίος σχετίζεται αποκλειστικά με την ασφάλεια στην ναυτιλία. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλα συστήματα (προαιρετικά) που εφαρμόζονται στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις. Ορισμένα από αυτά είναι:

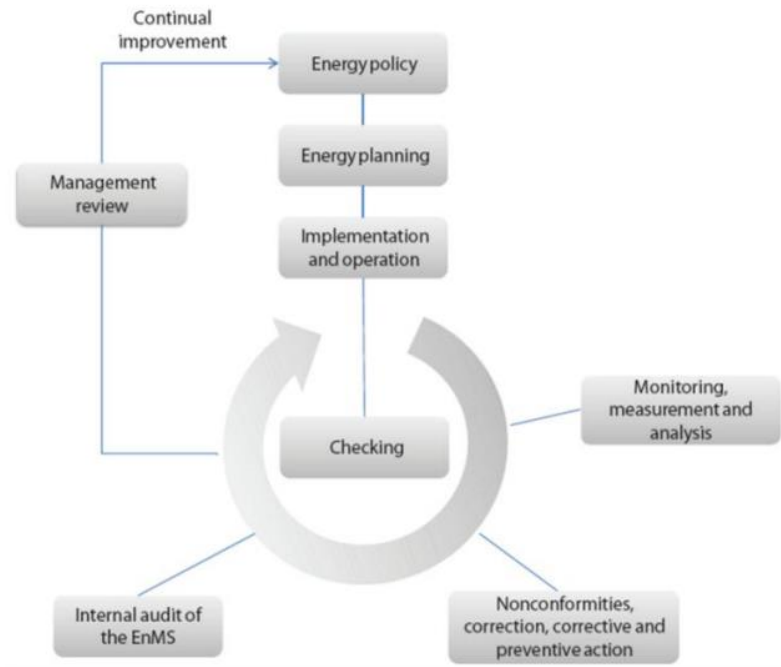
- Quality management system (ISO 9001)
- Environmental management system (ISO 14001)
- Health and safety systems (OHSAS 18001)
- Energy management system (ISO 50001), στο οποίο θα γίνει αναφορά.

Το ISO 50001 αποτελεί διεθνές πρότυπο για ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας το οποίο δημιουργήθηκε από τον International Organization for Standardization (ISO). Ο στόχος ενός συστήματος διαχείρισης είναι η ικανότητα του οργανισμού για συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του μέσω συστηματικών ενεργειών. Το ISO 50001 αποτελεί τέτοιο σύστημα, το οποίο παρέχοντας συστήματα και διαδικασίες που αποσκοπούν στην βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης συμβάλει αποτελεσματικά στην μείωση του λειτουργικού κόστους και της ρύπανσης του περιβάλλοντος (GHG emissions). Αναλυτικότερα το ISO 50001 σχετίζεται με:

- Την κατανάλωση και την χρήση της ενέργειας μέσα από την διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων και την δημιουργία ενεργειακών πολιτικών.
- Την μέτρηση παραμέτρων, την τήρηση «αρχείου» και τον υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- Τον σχεδιασμό και την προμήθεια εξοπλισμού και συστημάτων που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια.
- Δημιουργία σχεδίου διαχείρισης ενέργειας και αξιολόγηση παραγόντων που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση.



Το συγκεκριμένο πρότυπο λειτουργεί βάση του κύκλου Plan-Do-Check-Act (PDCA), ο οποίος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 1: Τρόπος λειτουργίας ISO 50001

Τα στάδια του πρότυπου ISO 50001 είναι:

- Διαμόρφωση ενεργειακής πολιτικής (Energy policy)
- Εφαρμογή ενεργειακού σχεδιασμού (Energy planning)
- Εφαρμογή (Implementation) -> Έλεγχος (Checking) -> Παρακολούθηση (Monitoring)
- Βελτίωση σχεδιασμού (Management review)

## 2.1 Διαμόρφωση ενεργειακής πολιτικής

Το συγκεκριμένο πρότυπο απαιτεί την δημιουργία μίας ενεργειακής πολιτικής από την εταιρία. Αυτή η ενεργειακή πολιτική θα πρέπει να δηλώνει την δέσμευση της εταιρίας στην βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης της. Η πολιτική αυτή συντάσσεται και εγκρίνεται από τα ανώτερα κλιμάκια διοίκησης και διαβεβαιώνει ότι:

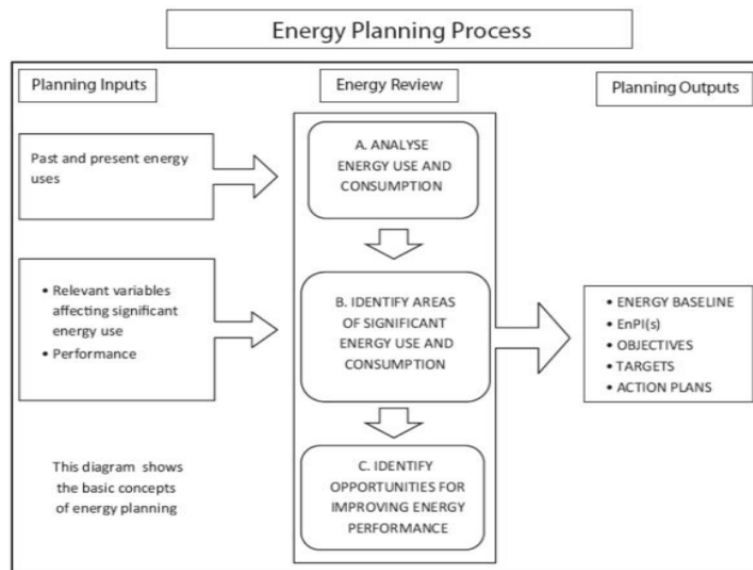


- Είναι φιλική προς το περιβάλλον (χρήση ενέργειας αναλόγως της κλίμακας της εταιρίας)
- Εμπεριέχει την δέσμευση για την συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης
- Εμπεριέχει την δέσμευση για την διαθεσιμότητα των πληροφοριών και των πηγών με σκοπό την επίτευξη των στόχων
- Περιλαμβάνει την δέσμευση για την συμμόρφωση με τους ισχύοντες νόμους
- Παρέχει τον καθορισμό και την αναθεώρηση ενεργειακών στόχων
- Υποστηρίζει τον σχεδιασμό και την αγορά ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
- Τεκμηριώνεται και κοινοποιείται σε όλα τα επίπεδα εντός του οργανισμού
- Αναθεωρείται τακτικά και ενημερώνεται

Η ενεργειακή πολιτική αποτελεί ένα έγγραφο που πρέπει να συνταχθεί προκειμένου όλα τα υπόλοιπα επίπεδα του ISO 50001 να βασιστούν σε αυτό.

## **2.2 Εφαρμογή ενεργειακού σχεδιασμού**

Ο ενεργειακός σχεδιασμός θα πρέπει να σχετίζεται με την ενεργειακή πολιτική και να αποσκοπεί σε δραστηριότητες που οδηγούν στην συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Επίσης, ο ενεργειακός σχεδιασμός θα πρέπει να αναδεικνύει τις επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση της εταιρίας μέσα από ορισμένες δραστηριότητες της. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι διαδικασίες του ενεργειακού σχεδιασμού, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην «ενεργειακή επιθεώρηση» της εταιρείας.



Εικόνα 2: Ενεργειακός Σχεδιασμός

### 2.3.1 Εφαρμογή-Έλεγχος

Το ISO 50001 πρέπει να αναπτύσει, να καταγράψει, να αρχειοθετεί μία ενεργειακή επιθεώρηση. Δεδομένα στην ενεργειακή επιθεώρηση θεωρούνται οι μετρήσεις πριν από την έναρξη της, μαζί με οποιαδήποτε χρήσιμη πληροφορία μπορεί να δωθεί. Τα αποτελέσματα όπως της ενεργειακής αναθεώρησης θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- την ενεργειακές βασικές κατευθύνσεις
- τους δείκτες ενεργειακής απόδοσης
- τον σκοπό
- τους στόχους
- τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης

Τα παραπάνω αποτελέσματα χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή του συστήματος ενεργειακής απόδοσης.





### 2.3.2 Παρακολούθηση

Το πρότυπο ISO 50001 διαβεβαιώνει ότι η ναυτιλιακή επιχείρηση παρακολουθεί, μετρά και αναλύει σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα χαρακτηριστικά δεδομένα που σχετίζονται με την λειτουργία της, όπως για παράδειγμα δεδομένα που αφορούν την ενεργειακή απόδοση.

Επιπλέον, υποστηρίζει την διεξαγωγή εσωτερικών ενεργειακών επιθεωρήσεων/ελέγχων ως μία μέθοδο παρακολούθησης. Μία επιθεώρηση/έλεγχος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την σημασία των διαδικασιών που θα πρέπει να ακολουθηθούν και των πεδίων που θα πρέπει να εφαρμοστούν. Ακόμη θα πρέπει να τηρείται αρχείο των αποτελεσμάτων του ελέγχου και να προωθείται στα ανώτερα κλιμάκια διοίκησης.

### 2.4 Βελτίωση σχεδιασμού

Η αναθεώρηση της διοίκησης στο πρότυπο ISO 50001 είναι υποχρεωτική, όπου κάποια δεδομένα εισάγονται και οδηγούν στα αντίστοιχα αποτελέσματα.

Τα δεδομένα αυτά πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Την τήρηση αρχείου προηγούμενων αναθεωρήσεων διαχείρισης
- Τον έλεγχο της ενεργειακής πολιτικής
- Την ανασκόπηση της ενεργειακής απόδοσης και των σχετικών δεικτών
- Την συμμόρφωση με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο
- Τον βαθμό επίτευξης των ενεργειακών στόχων
- Την ενεργειακή επιθεώρηση
- Τις διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες
- Τον στόχο της ενεργειακής απόδοσης για την επόμενη περίοδο
- Τις προτάσεις που συμβάλλουν στην συνεχή βελτίωση



*Πατσιάδης Μάριος*  
*Σχέδια ενεργειακής διαχείρισης στην ναυτιλία*

Τα αποτελέσματα που εξάγονται από τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να είναι:

- Αλλαγές στην ενεργειακή απόδοση
- Τροποποίηση της ενεργειακής πολιτικής
- Διαφοροποιήσεις στους δείκτες ενεργειακής απόδοσης
- Αλλαγές στον σκοπό, στους στόχους και σε άλλα στοιχεία του συστήματος διαχείρισης
- Αλλαγές στην κατανομή των πόρων

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα που προκύπτουν κάθε φορά ξεκινάει ένας νέος κύκλος βελτίωσης. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η συνεχή βελτίωση του οργανισμού.



### **3. Διαφορές μεταξύ SEEMP και ISO 50001**

Παρόλο που τόσο το SEEMP όσο και το ISO:50001 έχουν καθιερωθεί με βάση τον κύκλο PDCA (loop of planning, doing, checking or studying, and acting) υπάρχουν ορισμένες διαφορές μεταξύ τους. Τις διαφορές αυτές τις συναντάμε στα εξής σημεία:

#### **3.1 Διαφορά μεταξύ του συστήματος διαχείρισης και του σχεδίου διαχείρισης**

Υπάρχει μια λανθασμένη αντίληψη στην σύγκριση του SEEMP με το ISO 50001. Ενώ το ISO:50001 είναι ένα σύστημα διαχείρισης, το SEEMP είναι ένα σχέδιο διαχείρισης. Το σχέδιο διαχείρισης είναι υποσύνολο ενός συστήματος διαχείρισης. Επομένως, το ISO 50001 πρέπει να συγκριθεί με το σύστημα διαχείρισης ενέργειας της εταιρείας και όχι με το SEEMP. Επίσης, παρατηρούμε ότι πολλές ναυτιλιακές εταιρείες δημιουργούν το SEEMP για τα πλοία τους με σκοπό την συμμόρφωση με τους ισχύοντες κανονισμούς, αλλά δεν λειτουργούν με κάποιο σύστημα διαχείρισης ενέργειας.

#### **3.2 Ενεργειακή ανασκόπηση, στόχοι και δείκτες**

Σε αντίθεση με το ISO 50001, το οποίο δηλώνει τις ειδικές απαιτήσεις για την ενεργειακή επιθεώρηση και δίνει έμφαση στον καθορισμό των στόχων, ενώ το SEEMP δεν περιέχει απαιτήσεις σχετικά με το ποιο θα πρέπει να είναι το αποτέλεσμα και η ενεργειακή επιθεώρηση είναι προαιρετική . (Johnson et al., 2013).

#### **3.3 Ενεργειακός έλεγχος**

Στο σχέδιο ενεργειακής απόδοσης πλοίου η ενεργειακή επιθεώρηση και ο καθορισμός των στόχων στο είναι προαιρετικά. Σε αντίθεση, στα συστήματα διαχείρισης ενέργειας η ενεργειακή επιθεώρηση θεωρείται απαραίτητη, αποτελώντας τον πυρήνα του σταδίου παρακολούθησης και ελέγχου.

#### **3.4 Στάδιο σχεδιασμού**

Το SEEMP δεν χρειάζεται να επιβεβαιωθεί από κάποια νομική αρχή, όπως το κράτος σημαίας, και δεν υπάρχει επίβλεψη για το περιεχόμενό του και την πηγή προέλευσής του.



Αντίθετα, το σχέδιο διαχείρισης ενέργειας σύμφωνα με το ISO 50001 πρέπει να εξεταστεί και να επιβεβαιωθεί από τον οργανισμό πιστοποίησης.

### **3.5 Ανεξαρτησία του τμήματος ενεργειακής διαχείρισης**

Στο ISO 50001, τονίζεται ότι το τμήμα διαχείρισης ενέργειας πρέπει να είναι ανεξάρτητο και υπό την άμεση εποπτεία της ανώτατης διοίκησης. Στις ναυτιλιακές εταιρείες, το τμήμα διαχείρισης ενέργειας λειτουργεί ως επόπτης της εκτέλεσης του SEEMP και αποτελείται από πρώην πλήρωμα πλοίων, πιο συγκεκριμένα από μηχανικούς, οι οποίοι εντάχθηκαν στο γραφείο. Με αυτόν τον τρόπο, το τμήμα διαχείρισης ενέργειας μπορεί να αποτελέσει υποομάδα του τεχνικού τμήματος.

Στα αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης που διεξήχθη από την εταιρία DNV-GL (πλέον DVN) το 2015, διατυπώθηκε το εξής: << Η ευθύνη για τη διαχείριση ενέργειας φαίνεται ασαφής σε πολλές ναυτιλιακές εταιρείες. Ούτε το ένα τρίτο όλων των εταιρειών δεν έχουν ειδικό ενεργειακό διαχειριστή ή ομάδα. Οι περισσότερες εταιρείες έχουν αναθέσει την εργασία σε "όλους", που στις περισσότερες περιπτώσεις σημαίνει "κανένας". >>

### **3.6 Έλλειψη λογοδοσίας λόγω συχνής εναλλαγής προσωπικού**

Στα πλοία, όταν το προσωπικό ερωτάται για την ενεργειακή απόδοση και τις διαδικασίες του σχεδίου ενεργειακής απόδοσης, συνήθίζει να θεωρεί επαίτιο το προηγούμενο προσωπικό για τυχόν ελλείψεις ή για την αποτυχία εφαρμογής των διαδικασιών. Παρόλου που αυτή η αποτυχία μπορεί να συμβεί ακόμη και με την εφαρμογή του ISO 50001, η δομή του ανταποκρίνεται περισσότερο σε αυτό το θέμα και δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην υπευθυνότητα. Είναι ο τομέας που χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση σε περίπτωση εφαρμογής του ISO 50001 στη ναυτιλία.

### **3.7 Ο ρόλος των ενδιαφερόμενων μερών**

Γενικά υπάρχει ασάφεια στην βαρύτητα ορισμένων παραγόντων στην ενεργειακή απόδοση και είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις τους στο σύστημα διαχείρισης ενέργειας του ISO:50001. Αυτή η αβεβαιότητα είναι πολύ μεγαλύτερη στο SEEMP. Για



παράδειγμα, το λιμάνι ως παράγοντας μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή απόδοση. Ο "χρόνος στο λιμάνι" μπορεί να μειωθεί με αποτελεσματικές δραστηριότητες και επομένως ο χρόνος πλεύσης θα μπορούσε να αυξηθεί πλεόντας με χαμηλή ταχύτητα.

Ωστόσο, η αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος στο SEEMP είναι πιο περίπλοκη σε σύγκριση με το ISO 50001. Στο ISO 50001, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα ενδιαφερόμενα μέρη και στα ενδιαφέροντά τους. Γενικά, στη δομή ISO, τα ενδιαφερόμενα μέρη και τα ενδιαφέροντά τους πρέπει να εντοπίζονται και να τεκμηριώνονται με καταγιισμό ιδεών ανάμεσα στα διάφορα τμήματα της εταιρείας.

### **3.8 Συμβατική ρύθμιση και εξωτερική ανάθεση**

Η διαχείριση της εξωτερικής ανάθεσης στο ISO 50001 μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Σε εταιρείες εξωτερικής ανάθεσης που

- I. είτε αντιμετωπίζονται ως ενδιαφερόμενοι φορείς
- II. είτε αντιμετωπίζονται ως πωλητές υπηρεσιών.

Το ISO:50001 περιέχει απαιτήσεις σχετικά με την προμήθεια. Η εξωτερική ανάθεση είναι ένα είδος προμήθειας επειδή οι ναυτιλιακές εταιρείες αγοράζουν τις υπηρεσίες. Η λειτουργία εταιριών εξωτερικής ανάθεσης πραγματοποιείται με πιο οργανωμένο τρόπο σε σύγκριση με το SEEMP. Στον ναυτιλιακό τομέα με διεθνή χαρακτήρα, οι εταιρείες outsourcing είναι πιο δύσκολο να λειτουργήσουν λόγω του ότι έχουν προσωπικό από όλο τον κόσμο γι' αυτό και είναι δύσκολο να οργανωθούν στο SEEMP.

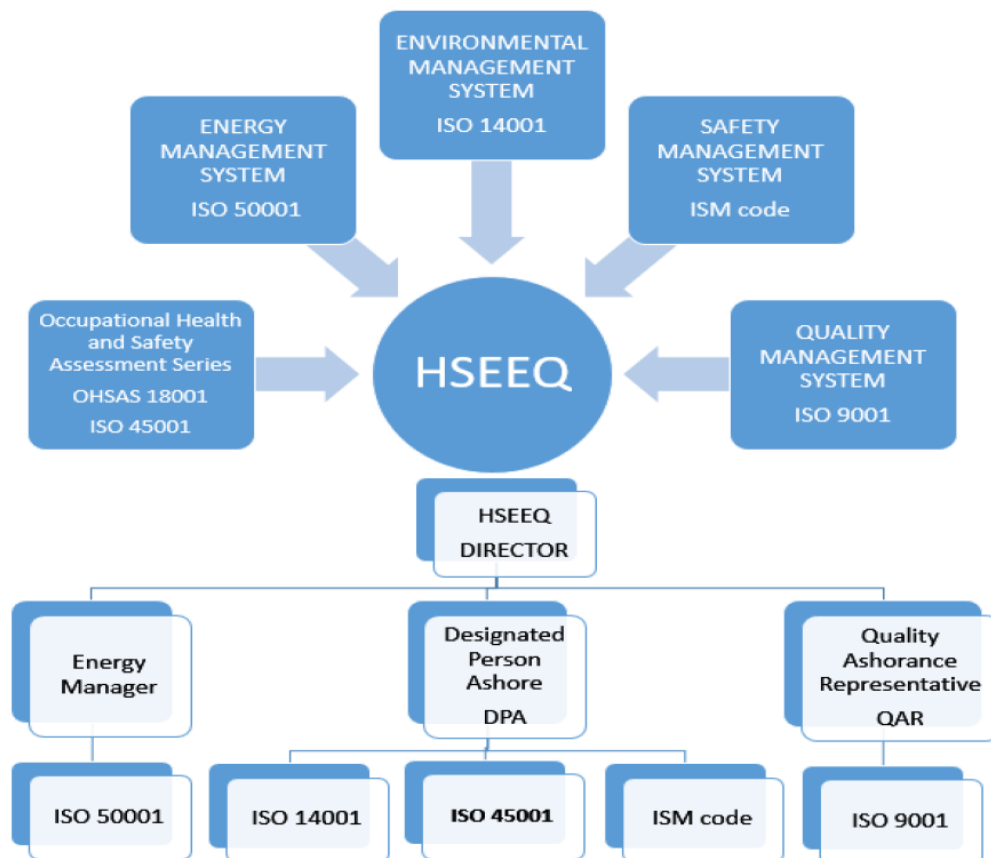
### **3.9 Η ακαμψία του συστήματος διαχείρισης**

Όλα τα συστήματα διαχείρισης ISO χαρακτηρίζονται από ακαμψία και δεν αλλοιώνονται από αλλαγές στις συνθήκες. Ωστόσο, το SEEMP δεν είναι άκαμπτο έναντι της δομής ISO, διότι το πρώτο αναφέρεται σε τρόπους ενώ το δεύτερο σε δομές. Για παράδειγμα, στις διακυμάνσεις της αγοράς, όταν το ναυτιλιακό εμπόριο ευδοκιμεί ή όταν η τιμή του πετρελαίου πέφτει, η ταχύτητα του πλοίου θα αυξηθεί και ο πλους με χαμηλή ταχύτητα και η εξοικόμησης καυσίμου θα ξεχαστούν



### 3.10 Εφαρμογή της ISO 50001

Στις διαφορές μεταξύ SEEMP και ISO:50001, αναφέρθηκε ότι το SEEMP είναι ένα σχέδιο διαχείρισης και για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική εφαρμογή του πρέπει να υποστηρίζεται από σύστημα διαχείρισης ενέργειας στην ξηρά. Αυτό σημαίνει ότι η έννοια του ISO 50001 πρέπει να εφαρμοστεί πρώτα. Οι περισσότερες ναυτιλιακές εταιρείες έχουν συνδυάσει τα διαφορετικά συστήματα διαχείρισης (HSEQ: Υγεία, Ασφάλεια, Περιβάλλον και Ποιότητα) χρησιμοποιώντας το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης (Information Management System,IMS). Θα μπορούσε να αποτελέσει μία σωστή προσέγγιση για να ενσωματωθεί το σύστημα διαχείρισης ενέργειας στο IMS και να γίνει HSEEQ (Υγεία, Ασφάλεια, Περιβάλλον, Ενέργεια και Ποιότητα). Ο ακόλουθος συνδυασμός και η ιεραρχία που εφαρμόζεται ήδη σε ορισμένες εταιρείες απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα:



Εικόνα 3: Δομή της HSEEQ

Η ενσωμάτωση διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης στο IMS είναι επωφελής για την εναρμόνιση της δομής υψηλού επιπέδου των συστημάτων διαχείρισης, την ευκολότερη



εξειδίκευση της πολιτικής της εταιρίας, την αποτελεσματικότερη φάση σχεδιασμού και τη συνεχή εφαρμογή του IMS.

Η εφαρμογή του ISO 50001, κατά τη φάση λειτουργίας μπορεί να μετριάσει τις επιπτώσεις των ανεπάρκειων του SEEMP. Για το λόγο αυτό, πρώτα πρέπει να τροποποιηθεί η δομή διαχείρισης. Η δημιουργία ανεξάρτητου τμήματος ενεργειακής διαχείρισης σε μεγάλες εταιρείες είτε υπό την άμεση εποπτεία ανώτατης διοίκησης είτε κάποιου υποσύνολου του τμήματος HSEEQ, θα μπορούσε να αποτελέσει την αρχή. Ο καθορισμός αρμοδιοτήτων, η γραμμή αναφοράς και η επικοινωνία με άλλα τμήματα είναι τα επόμενα βήματα.

Πρέπει να σχεδιαστούν σύστημα διαχείρισης ενέργειας σε επίπεδο εταιρίας και σχέδιο διαχείρισης ενέργειας (SEEMP) για κάθε εφαρμογή. Η εκτέλεση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένου του καθορισμού της ενεργειακής πολιτικής, της ενεργειακής επιθεώρησης, του σχεδιασμού ενός σχεδίου δράσης, της εφαρμογής του σχεδίου δράσης, της παρακολούθησης, της αξιολόγησης και της αναθεώρησης της διαχείρισης θα πραγματοποιηθεί βάσει του κύκλου ISO PDCA.



## 4. Ενεργειακή αξιολόγηση πλοίου

Η αξιολόγηση των πλοίων ως προς την κατανάλωση ενέργειας μπορεί να παρακινήσει τις ναυτιλιακές εταιρείες να βελτιώσουν την ενεργειακή τους απόδοση με την αποτελεσματική εφαρμογή του SEEMP. Τα πλοία με μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας θα μπορούσαν να προτιμούνται από περισσότερους ναυλωτές. Επίσης, οι ναυτιλιακές εταιρείες ενδέχεται να λάβουν κάποια οικονομική ενίσχυση λόγω εξοικονόμησης ενέργειας από τα λιμάνια, με αποτέλεσμα το κόστος λειτουργίας τους να μειωθεί. Με αυτή την αντίληψη, ο ανταγωνισμός θα αυξηθεί στις ναυτιλιακές εταιρείες, κάνοντας τις αποτελεσματικότερες.

Σήμερα, όλες οι βιομηχανίες προσπαθούν να κάνουν αποτελεσματικά βήματα προς την καθαρή παραγωγή και τις υπηρεσίες από περιβαλλοντική άποψη. Φυσικά, αυτή δεν είναι μια νέα προσέγγιση, και πολλοί έχουν πρωτοστατήσει σε αυτήν την τάση, για παράδειγμα στην αυτοκινητοβιομηχανία ή στην κατασκευή ηλεκτρικού εξοπλισμού. Όταν εξάγονται τα προϊόντα, ελέγχονται για κατανάλωση ενέργειας και λαμβάνουν αποκλειστικές ετικέτες ενεργειακής βαθμολογίας (ERL). Για να επιτευχθεί μια ρεαλιστική ενεργειακή βαθμολογία στη ναυτιλία υπάρχουν επιλογές ως εξής:

- Επιλογή βασικών δεικτών απόδοσης (KPIs)
- Υπολογισμός τιμών αναφοράς
- Διόρθωση για την σχέση της συνθήκης δοκιμής με τη συνθήκη αναφοράς

Το MEPC του IMO στην 53η σύνοδό του τον Ιούλιο του 2005 υιοθέτησε τις «ενδιάμεσες κατευθυντήριες γραμμές για εθελοντική αξιολόγηση εκπομπών CO<sub>2</sub> πλοίων για χρήση σε δοκιμές» (Z. Bazargi, 2007). Η ενεργειακή αξιολόγηση του πλοίου δεν είναι τόσο εύκολη όσο ένα αυτοκίνητο ή μίας ηλεκτρικής οικιακής συσκευής. Ωστόσο, οι λειτουργικές πτυχές στη ναυτιλία επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση ενέργειας. Η ρύπανση του κύτους του πλοίου, η επιλογή διαδρομής, το ανθρώπινο στοιχείο και πολλοί άλλοι παράγοντες είναι αποτελεσματικοί στην κατανάλωση ενέργειας.

### **Αξιολόγηση με βάση λειτουργικές πτυχές, με έμφαση στην κατανάλωση κατά τη λειτουργία του πλοίου (EEOI)**

Η αξιολόγηση στον τρόπο λειτουργίας είναι περίπλοκη και, κατά την πεποίθηση πολλών ειδικών, δεν είναι ακριβής. Ο κύριος δείκτης απόδοσης της ναυτιλιακής λειτουργίας είναι ο





ΕΕΟΙ. Τα τελευταία χρόνια, ορισμένα κριτήρια αξιολόγησης, όπως ο "Δείκτης καθαρής αποστολής (CSI)" και "Περιβαλλοντικός δείκτης πλοίων (ESI)" έχουν εισαχθεί στη ναυτιλία για την αξιολόγηση των πλοίων όσον αφορά τον έλεγχο των ρύπων και την ενεργειακή απόδοση για να παρακινήσει τις ναυτιλιακές εταιρείες προσφέροντας οικονομικά κίνητρα, όπως η έκπτωση στα λιμενικά τέλη.

#### 4.1 Δείκτης λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης (ΕΕΟΙ)

Ο δείκτης λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης με τον ακόλουθο τύπο δίνει την ποσότητα CO<sub>2</sub> σε γραμμάρια που παράγεται λόγω της μεταφοράς ενός τόνου φορτίου για ένα μίλι.

$$EEOI = \frac{\sum_j FC_j \times C_{Fj}}{m_{cargo} \times D}$$

Εικόνα 4: Τύπος ΕΕΟΙ

Όπου:

- j είναι ο τύπος του καυσίμου που χρησιμοποιείται
- i είναι ο αριθμός των ταξιδιών
- FC<sub>i</sub> j είναι το σύνολο του καυσίμου j που καταναλώθηκε στο ταξίδι i
- CF<sub>j</sub> είναι ο λόγος της μάζας του καυσίμου j προς την μάζα του CO<sub>2</sub> που εμπεριέχεται σε αυτό.
- m<sub>cargo</sub> είναι η μάζα του φορτίου που μεταφέρθηκε
- D είναι η απόσταση σε ναυτικά μίλια που διανύθηκε προκειμένου να ολοκληρωθεί το δρομολόγιο.

Η τεχνική ερμηνεία θα μπορούσε να είναι ανακριβής και χωρίς αξία. Μπορεί να παρέχει μια επισκόπηση της απόδοσης των πλοίων για αξιολόγηση που χρησιμοποιείται από ανώτατα στελέχη (IMO, 2016b). Οι λόγοι για την υψηλή μεταβλητότητα του ΕΕΟΙ μπορούν να απαριθμηθούν ως εξής (IMO, 2016b):



- Μέγεθος/τύπος πλοίου
- Επίπεδο φορτίου (φορτίο)
- Ταχύτητα πλοίου
- Διάρκεια ταξιδιών με έρμα
- Χρόνοι αδράνειας και αναμονής
- Καιρός και ρεύμα
- Σφάλματα μέτρησης

Ο δείκτης ΕΕΟΙ θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένας δείκτης με πολύ μεγάλη μεταβλητότητα. Για παράδειγμα, η αξία του ΕΕΟΙ για ένα σκάφος που τρέχει στη Βόρεια Θάλασσα κατά τη διάρκεια του χειμώνα δεν γινόταν να συγκριθεί ακόμη και με σκάφος ίδιου τύπου που πλέει σε ήρεμη θάλασσα σε έναν κόλπο. Εν τω μεταξύ, τίποτα στη φόρμουλα ΕΕΟΙ δεν σχετιζόταν με την ποιότητα των καυσίμων. Η κατανάλωση καυσίμου του σκάφους, όταν αυτό καταναλώνει καύσιμο με υψηλότερο LCV (Lower Calorific Value) είναι πολύ χαμηλότερη από ό,τι όταν καταναλώνεται καύσιμο με χαμηλότερο LCV. Επιπλέον, η ρύπανση της γάστρας είναι μια μεταβλητή που αλλάζει συνεχώς και οι δυσμενείς συνέπειές της στην κατανάλωση καυσίμου είναι πιο εμφανείς. Μια άλλη πρόκληση είναι η αβέβαιη ποσότητα φορτίου σε μετρικό τόνο σε πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Ακόμη, ο δείκτης λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης δεν μπορεί να αποτελέσει κριτήριο για τον σχεδιασμό ενός σχεδίου ενεργειακής απόδοσης πλοίου (SEEMP), διότι η εύρεση συστημάτων που χρειάζονται βελτίωση καθίσταται αδύνατη από την φύση του δείκτη λειτουργικής ενεργειακής απόδοσης.

#### **4.2 Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων (ESI)**

Ο Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων (Environmental Ship Index) είναι ένα άλλο κριτήριο για την ενεργειακή κατάταξη των πλοίων. Το ESI είναι ένα πρόγραμμα της Διεθνούς Ένωσης Λιμένων και Λιμένων (International Association of Ports and Harbors IAPH). Η IAPH, που ιδρύθηκε το 1955, είναι μια παγκόσμια ένωση λιμένων, που εκπροσωπεί σήμερα περίπου 180 λιμάνια και 140 οργανισμούς/εταιρείες που σχετίζονται με λιμάνια σε περίπου 90 χώρες. Τα λιμάνια-μέλη μαζί διαχειρίζονται πάνω από το 60% του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου και σχεδόν το 70% της παγκόσμιας κυκλοφορίας εμπορευματοκιβωτίων. Είναι ένας μη κερδοσκοπικός και μη κυβερνητικός οργανισμός (ΜΚΟ) με έδρα το Τόκιο της



Ιαπωνίας. Από την 1η Ιουλίου 2017, η ESI άρχισε να αξιολογεί τις επιδόσεις στον τομέα του CO<sub>2</sub>. Μέχρι τότε, αξιολογούνταν μόνο οι περιβαλλοντικές επιδόσεις των πλοίων στις εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρύπων (NO<sub>x</sub> και SO<sub>x</sub>). Είναι ένα δείκτης ο οποίος δείχνει το αν οι εκπομπές καυσαερίων ενός πλοίου είναι λιγότερες από το επιτρεπτό όριο, γεγονός που βοηθάει στην ενεργειακή κατάταξη των πλοίων, εξυπηρετώντας τον ίδιο σκοπό με το SEEMP που είναι η μέτρηση και η διαχείριση των ρύπων που υπάρχουν στην ναυτιλία.

#### 4.2.1 Περιβαλλοντικός Δείκτης Πλοίων (ESI) και Co<sub>2</sub>

Η διαδικασία εργασίας ESI όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα που περιλαμβάνονται ήδη στον δείκτη. Το ESI συγκρίνει την κατανάλωση καυσίμου και τα ναυτικά μίλια που διανύθηκαν τα τελευταία τρία χρόνια (π.χ. 2013, 2014 και 2015). Η ομάδα ESI έχει επιλέξει τις αρχές που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία EEOI σε πλοία. Εάν σχετικά, είχαν καταναλωθεί λιγότερα καύσιμα ή με άλλα λόγια, εάν η ιστιοπλοΐα ήταν πιο αποδοτική, τότε έχει εκπεμφθεί λιγότερο CO<sub>2</sub> και υψηλότερη βαθμολογία θα λάβει το σκάφος. Η υποβολή εκθέσεων κατά τη διάρκεια της τριετούς βασικής περιόδου και η αύξηση της αποτελεσματικότητας τα επόμενα έτη σε σύγκριση με την περίοδο αναφοράς, προσθέτονται στη βαθμολογία ESI.

#### 4.3 Δείκτης Έντασης Άνθρακα (CII)

Όπως ο περιβαλλοντικός δείκτης πλοίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχέδιο ενεργειακής απόδοσης πλοίου, έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο δείκτης έντασης άνθρακα (Carbon Intensity Index). Ο δείκτης έντασης άνθρακα είναι ένας δείκτης σχετικά με το πόσο αποτελεσματικά ένα πλοίο μεταφέρει αγαθά ή επιβάτες και δίνεται σε γραμμάρια CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται ανά τόνο και ναυτικό μίλι. Μέσα από ένα σύστημα αξιολόγησης, το οποίο έχει κλίμακα από A έως E το κάθε πλοίο αξιολογείται ανά έτος. Τα αποδεκτά όρια του CII είναι από A έως C. Όσα πλοία βαθμολογούνται με D έως E είναι υποχρεωμένα για τρία (3) έτη να υποβάλουν διορθωτικές προτάσεις σε ετήσια βάση. Ο δείκτης CII ισχύει για όλα τα φορτηγά, RoPax και κρουαζιερόπλοια άνω των 5.000 GT.



## 4.4 Πηγές για ενεργειακή επιθεώρηση πλοίου

### 4.4.1 Σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEDI)

Η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος συμφώνησε να ορίσει τις ενδιάμεσες κατευθυντήριες γραμμές για τον εθελοντικό υπολογισμό του σχεδιαστικού δείκτη ενεργειακής απόδοσης για νέα πλοία από τον Ιούλιο του 2009 και ύστερα (MEPC.1/Circ.681). Ο σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης υπολογίζει τα γραμμάρια διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> ανά διανυόμενα τονομίλια. Εναλλακτικά θα μπορούσε να θεωρηθεί ο λόγος των περιβαλλοντικών εξόδων προς τα κοινωνικά οφέλη ή αλλιώς ο λόγος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα προς το παραγόμενο έργο. Εξαρτάται αποκλειστικά από την προωστήρια εγκατάσταση, την ταχύτητα και το φορτίο που μεταφέρει το πλοίο. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης σχεδιασμού γίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

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

Εικόνα 5: Τύπος EEDI

Όπου:

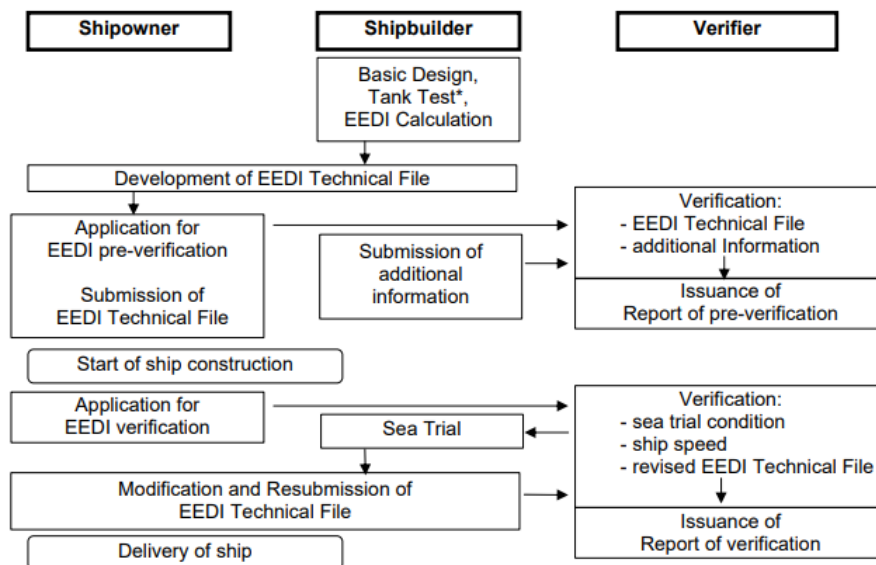
- C<sub>F</sub> είναι ο λόγος της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου προς τα γραμμάρια CO<sub>2</sub> που εκπέμπονται
- V<sub>ref</sub> είναι η ταχύτητα του πλοίου
- Capacity είναι η χωρητικότητα του πλοίου
- Deadweight το εκτόπισμα του πλοίου
- P είναι το σύνολο της ισχύς της προωστήριας εγκατάστασης (βοηθητικής και κύριας)
- P<sub>eff(i)</sub> είναι το 75% της ισχύς της προωστήριας εγκατάστασης λόγω εφαρμογής ενεργειακά αποδοτικότερης τεχνολογίας
- P<sub>AEff(i)</sub> είναι η ισχύς των βοηθητικών μηχανημάτων λόγω εφαρμογής ενεργειακά αποδοτικότερης τεχνολογίας



Πατσιάδης Μάριος  
Σχέδια ενεργειακής διαχείρισης στην ναυτιλία

- $P_{AE}$  είναι η απαιτούμενη ισχύς για πλού με μέγιστο φορτίο (συμπεριλαμβάνει την ισχύ της προωστήριας εγκατάστασης, των βοηθητικών μηχανημάτων κτλ)
- $V_{ref}$ , χωρητικότητα και η ισχύς πρέπει να σχετίζονται μεταξύ τους
- SFC είναι η ειδική κατανάλωση καυσίμου και υπολογίζεται σε g/kWh
- $f_i$  είναι διορθωτικός δείκτης λόγω του ειδικού σχεδιασμού του πλοίου
- $f_w$  είναι αδιάστατος παράγοντας που υποδεικνύει την μείωση της ταχύτητας λόγω των καιρικών συνθηκών
- $f_{eff(i)}$  είναι ο παράγοντας διαθεσιμότητας κάθε καινοτόμου τεχνολογίας ενεργειακής απόδοσης. Για παράδειγμα, για ένα σύστημα ανάκτησης αποβληθείσας θερμότητας (waste energy recovery system), ο δείκτης θα πρέπει να λογίζεται ως μονάδα (1)

Ο υπολογισμός του σχεδιαστικού δείκτη ενεργειακής απόδοσης πραγματοποιείται σε δύο (2) στάδια. Το πρώτο στάδιο ονομάζεται προκαρταστική πιστοποίηση σε σχεδιαστικό στάδιο.



Εικόνα 6: Πρώτο στάδιο υπολογισμού EEDI

Είναι αναγκαίο ο πλοιοκτήτης να υποβάλει την αίτηση υπολογισμού EEDI μαζί με έναν τεχνικό φάκελο και το ιστορικό του πλοίου στον πιστοποιητή που απευθύνεται. Ωστόσο ο αξιολογητής έχει το δικαίωμα ζητήσει περισσότερα έγγραφα με πληροφορίες που θεωρεί εκείνος απαραίτητες για την υλιποίηση αυτού του σταδίου. Το δεύτερο στάδιο έχει να κάνει με τον υπολογισμό του δείκτη EEDI σε θαλάσσιες δοκιμές. Ο πλοιοκτήτης οφείλει το



προσκομίζει την σχετική αίτηση μαζί με τα έγγραφα κατανομής βάρους στο πλοίο καθώς και αντίγραφο του τεχνικού αρχείου Nox.

#### **4.4.2 Σχεδιαστικός δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEXI)**

Ο δείκτης Energy Efficiency eXisting ship Index (EEXI) δημιουργήθηκε από τον IMO με σκοπό την μείωση των ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ναυτιλία. Ο EEXI εξαρτάται αποκλειστικά από τα τεχνικά εγχειρίδια του πλοίου και εκδίδεται μία και μόνο φορά καθ' όλη την διάρκεια ζωής του πλοίου. Η απαιτούμενη τιμή του δείκτη αυτού καθορίζεται συναρτήσει του τύπου, της ικανότητας και του συστήματος προώσεως του πλοίου. Η τιμή του δείκτη που αποκτά ένα πλοίο πρέπει να είναι μοναδική, να εμπίπτει στους ισχύοντες κανονισμούς και είναι πάντα μικρότερη ή ίση της απαιτούμενης τιμής. Θεωρείται πανομοιότυπος με τον σχεδιαστικό δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEDI) με την μόνη διαφορά να είναι στο εύρος εφαρμογής τους. Ο EEXI υπολογίζεται για όλα τα πλοία ενώ το EEDI (Energy Efficiency Design Index) υπολογίζεται για νέα πλοία από τον Ιούλιο του 2009 και ύστερα.



## 5. Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η βελτίωση της απόδοσης σε κάθε σύστημα συνεπάγεται και με την παρακολούθηση της. Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας χωρίς ένα σύστημα παρακολούθησης είναι κάτι αδύνατο. Ο αυξανόμενος ρυθμός προόδου στην τεχνολογία των επικοινωνιών και της πληροφορίας, ενθαρρύνει διαφορετικούς βιομηχανικούς τομείς να εκμεταλλευτούν αυτό το δυναμικό και να το αξιοποιήσουν στην βελτίωση της αποδοτικότητάς τους. Με αυτόν τον τρόπο, οι θαλάσσιες μεταφορές πρέπει επίσης να αναπτύξουν αυτές τις τεχνολογίες για να ανταγωνιστούν την πρόοδο σε άλλους τομείς μεταφορών όπως η αεροπορία.

Ο IMO, μέσω του MEPC 69 τον Απρίλιο του 2016 ενέκρινε υποχρεωτικές απαιτήσεις για τα πλοία, να αναφέρουν την κατανάλωση καυσίμου, η οποία είναι η πρώτη από την προσέγγιση τριών φάσεων για την εξαγωγή ενός τυποποιημένου μέτρου για την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης των θαλάσσιων σκαφών (Chietal., 2018). Ο IMO μέσω του Συστήματος Συλλογής Δεδομένων (Data Collection System,DCS), δίνει έμφαση στην επαλήθευση των συλλεγόμενων δεδομένων κατανάλωσης καυσίμου προς τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (Chietal., 2018).

Ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα στην παρακολούθηση της ναυτικής απόδοσης θα μπορούσε να είναι η χρήση ενός συστήματος παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο μπορεί να θεωρηθεί η βάση για την θαλάσσια ψηφιοποίηση και τα περισσότερα μέτρα λειτουργικής απόδοσης όπως το λογισμικό βελτιστοποίησης ταχύτητας, το λογισμικό μέτρησης ρύπανσης κύτους, τα οποία λειτουργούν με βάση τα δεδομένα που λαμβάνονται από αυτό το σύστημα. Οι Wang, Yan, Yuan και Li, κατά τη διάρκεια της έρευνάς τους, πρότειναν την εφαρμογή δεδομένων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο για την βελτιστοποίηση ταχύτητας χρησιμοποιώντας νευρωνικό δίκτυο wavelet για την πρόβλεψη περιβαλλοντικών παραγόντων πλοήγησης (Wang, Yan, Yuan, &Li, 2016).

Τα δεδομένα από το Automated Identification System (AIS) έχουν συμπληρωματικό ρόλο για τα δεδομένα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα AIS έχουν



χρησιμοποιηθεί για προσεγγίσεις από κάτω προς τα πάνω και από πάνω προς τα κάτω σε μελέτες Greenhouse gases του IMO.

Οι Chietal υπογράμμισαν τα πλεονεκτήματα της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο ως ακολούθως:

- Βελτίωση στη μείωση των αβεβαιοτήτων που εμπλέκονται με το ΕΕΟΙ και να γίνει Real Time-ΕΕΟΙ (RT-ΕΕΟΙ).
- Μείωση της συλλογής και παρακολούθησης δεδομένων επί του πλοίου.
- Οι ναυτιλιακές εταιρείες μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να μετρήσουν την κατανάλωση ενέργειας και την απόδοση του στόλου τους σε πραγματικό χρόνο.
- Μπορεί να αποτελέσει εργαλείο στα χέρια των λιμενικών αρχών για τον εντοπισμό σε πραγματικό χρόνο αναποτελεσματικές ενέργειες και τη λήψη των κατάλληλων μέτρων.
- Σε παγκόσμιο επίπεδο, μπορεί να επισημάνει αποτελεσματικές διαδρομές σε πραγματικό χρόνο.

Τα λειτουργικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης μπορούν να απαριθμηθούν ως εξής:

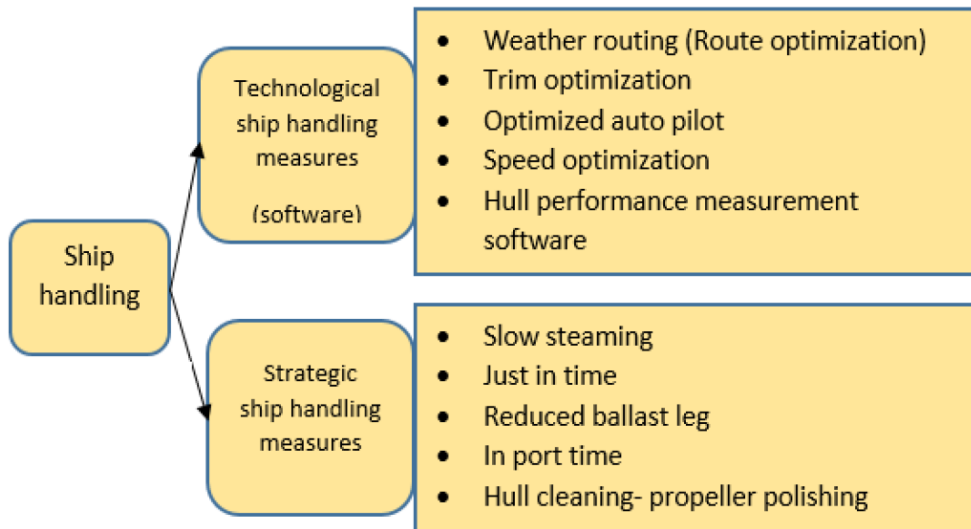
Τεχνολογίες διαχείρισης πλοίου:

- Πρόβλεψη καιρού
- Βελτίωση αντίστασης θαλάσσης
- Βελτίωση αυτόματου πιλότου
- Λογισμικό μέτρησης ρύπανσης κύτους

Στρατηγικές διαχείρισης πλοίου:

- Πλους με χαμηλή ταχύτητα
- Μηδενικές καθυστερήσεις παράδοσης φορτίου
- Μειωμένα σκέλη χωρίς φορτίο
- Αποδοτικότερος και μειωμένος χρόνος παραμονής στο λιμάνι
- Τακτικός καθαρισμός κύτους-προπέλας





Εικόνα 7: Μέτρα διεκπεραίωσης για πλοία

Ορισμένα από αυτά τα μέτρα, όπως η δρομολόγηση καιρού, η διαχείριση του προνευστασμού και η βελτιστοποίηση ταχύτητας ενδέχεται να χρειαστεί να αναπτύξουν ειδικό λογισμικό επί του σκάφους σε συνεργασία με τον εξοπλισμό πλοήγησης και το σύστημα παρακολούθησης. Ωστόσο, τα άλλα μέτρα όπως ο πλους με χαμηλή ταχύτητα, οι μηδενικές καθυστερήσεις παράδοσης φορτίου και η μείωση του σκέλους χωρίς φορτίο αναφέρονταν στη στρατηγική της εταιρείας και στην ικανότητα των τμημάτων λειτουργίας και ναύλωσης σε συνεργασία με άλλους ενδιαφερόμενους φορείς όπως λιμάνια και ναυλωτές να τα εφαρμόσουν.

Τα αποτελέσματα των μελετών δείχνουν ότι τα πιο αποτελεσματικά λειτουργικά μέτρα είναι ο πλους με χαμηλή ταχύτητα, η πρόβλεψη καιρού και ο περιοδικός καθαρισμός του κύτους και της προπέλας.

## 5.1 Πρόβλεψη καιρού

Υπάρχουν πολλοί τρόποι και αρκετά λογισμικά που περιέχουν διαφορετικούς αλγόριθμους για την πρόβλεψη του καιρού. Πρακτικά σημαίνει προσφορά της καλύτερης διαδρομής για ένα πλοίο με βάση τις υπάρχουσες μετεωρολογικές προβλέψεις, την ελάχιστη κατανάλωση καυσίμου και τις ειδικές απαιτήσεις του πλοίου. Η πρόβλεψη καιρού είναι η πιο ασφαλής και οικονομική διαδρομή για να περάσετε μια συγκεκριμένη περιοχή. Επίσης, είναι μια



δυναμική, πολλαπλών στόχων και μη γραμμική βελτιστοποίηση με τους δικούς της περιορισμούς.

Ακόμη, αποτελεί μέρος των σύγχρονων ηλεκτρονικών συστημάτων απεικόνισης χαρτών και πληροφοριών (ECDIS) υπό ολοκληρωμένα συστήματα γεφυρών (Integrated Bridge System, IBS) και που βοηθούν στην επίτευξη προγνώσεων καιρού από διάφορους εμπορικούς παρόχους (Anschütz, 2009). Το σύστημα μηνυμάτων NavTex είναι επίσης αναπόσπαστο μέρος των IBS και μεταδίδει επείγουσες πληροφορίες θαλάσσιας ασφάλειας (π.χ. προγνώσεις καιρού, προειδοποιήσεις πλοήγησης σχετικές με τον καιρό, ειδοποιήσεις έρευνας και διάσωσης, κ.λπ.) μεταξύ πλοίων και αρχών που εδρεύουν στην ξηρά.

### **5.1.1 Κόστος υλοποίησης και εξοικονόμηση καυσίμου**

Το κόστος για τη χρήση της πρόβλεψης καιρού υπολογίζεται κατά μέσο όρο σε 15000 US\$ ανά πλοίο με 3000 US\$ ετήσιο λειτουργικό κόστος για ενημέρωση λογισμικού και παροχή της. Θα μπορούσε να αναμένεται μια πιθανότητα μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου μεταξύ 0-5 τοις εκατό (IMO, 2016a).

## **5.2 Βελτιστοποίηση ταχύτητας πλεύσης**

Η σημασία της βέλτιστης ταχύτητας θα μπορούσε να αναγνωριστεί περισσότερο με την αναφορά στον κυβικό κανόνα ότι η κατανάλωση του bunker είναι ανάλογη με τον κύβο της ταχύτητας. Υπάρχει σημαντική βιβλιογραφία και μέθοδοι που περιέχουν διάφορους αλγόριθμους βελτιστοποίησης ταχύτητας. Για παράδειγμα, οι Wang, Yan, Yuan και Li έχουν σχεδιάσει τον αλγόριθμο βελτιστοποίησης ταχύτητας με βάση το μοντέλο ενεργειακής απόδοσης σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας νευρωνικό δίκτυο κυματιδίων (WNN) (Wang, Yan, Yuan, & Li, 2016). Ο Χαρίλαος Ψαράφτης και ο Χρήστος Κοντοβάς έχουν διερευνήσει διαθέσιμα μοντέλα που ορίζουν την ταχύτητα του σκάφους ως μεταβλητή λήψη αποφάσεων και έδειξαν τη δυνατότητα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου μέσω βελτιστοποίησης ταχύτητας.

## **5.3 Πλους με χαμηλή ταχύτητα**

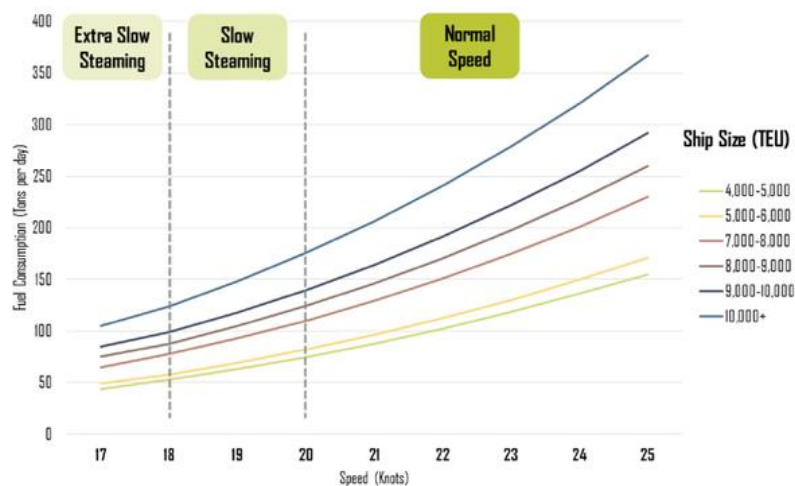
Οι ακόλουθοι παράγοντες μπορεί να οδηγήσουν στην άνθηση της στρατηγικής slow steaming:



- υπερπροσφορά της ναυτιλιακής ικανότητας
- αύξηση της τιμής των καυσίμων
- περιβαλλοντικές ανησυχίες

Από την άλλη πλευρά, η αρνητική πτυχή του πλου με χαμηλή ταχύτητα αναφερόταν σε μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας, εξαιρουμένου του κόστους καυσίμου του κύριου κινητήρα, όπως ο μισθός του πληρώματος, η κατανάλωση καυσίμου βοηθητικών μηχανημάτων, η παροχή θαλασινού ύδατος (Yin, Fan, Yang, & Li, 2017). Για να ανταποκριθεί ο κύριος κινητήρας για λειτουργία σε πολύ χαμηλή ταχύτητα, χρειάζεται η μία τροποποίηση στον κύριο κινητήρα.

Οι ναυτιλιακές εταιρείες ενδέχεται να προσπαθήσουν να διαθέσουν ένα μέρος της χωρητικότητας του στόλου τους για πλου με χαμηλή ταχύτητα. Σε αυτή την περίπτωση, παραγγέλνουν το νέο πλοίο με χαμηλότερη ταχύτητα σχεδίασης να είναι μόνιμο μόνο για ταξίδια με χαμηλή ταχύτητα ή μετασκευάζουν τα υπάρχοντα σκάφη.



Εικόνα 8: Σύγκριση Slow Steaming-Normal Speed



#### **5.4 Καθαρισμός Γάστρας - γυάλισμα προπέλας**

Ο καθαρισμός του κύτους σε δύο πτυχές είναι ένα ουσιαστικό μέτρο αποτελεσματικότητας: πρώτον λόγω των υψηλών δυνατοτήτων μείωσης των εκπομπών και δεύτερον λόγω της μεγάλης έμφασης που δίνουν οι ναυτιλιακές εταιρείες σε αυτό το μέτρο. Ο ρυθμός ρύπανσης του κύτους εξαρτάται από την ταχύτητα του πλοίου, την περίοδο αγκυροβολίας και τη θερμοκρασία του νερού (Adland, Cariou, Jia, & Wolff, 2018). Τα αποτελέσματα των μελετών δείχνουν ότι ο περιοδικός καθαρισμός της γάστρας οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 9% και ο καθαρισμός της γάστρας στη δεξαμενή έχει πολύ μεγαλύτερη επίδραση στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 17%. Ένα άλλο εύρημα είναι ότι η επίδραση του καθαρισμού της γάστρας είναι πιο εμφανής σε σκέλη που το πλοίο είναι φορτωμένο κοντά στο 100%. Η ετήσια απώλεια ενέργειας λόγω ρύπανσης του κύτους έχει εκτιμηθεί σε περίπου 9% κατά μέσο όρο σύμφωνα με την τρίτη μελέτη GHG του IMO.



## 6. Συμπεράσματα

Οι εποικοδομητικές αλλαγές στη δομή διαχείρισης και η εφαρμογή της ιδέας συστημάτων διαχείρισης ενέργειας (ISO 50001) θα μπορούσαν να αποτελέσουν πρώτη προτεραιότητα. Αυτό οφείλεται στο μικρότερο κόστος και στο μεγαλύτερο αποτέλεσμα. Η δεύτερη προτεραιότητα θα μπορούσε να αφιερωθεί στη ρύθμιση της λειτουργίας των πλοίων. Η έλλειψη υποχρεωτικής πτυχής στο SEEMP έχει οδηγήσει σε μια απρόθυμη κίνηση προς τη λήψη μέτρων ενεργειακής απόδοσης από τις εταιρείες. Όντας υποτιμήμα του τεχνικού τμήματος μίας ναυτιλιακής εταιρίας, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν απαιτήσεις για κάποιο αποτέλεσμα, δεν επιβεβαιώνεται από κάποια νομική αρχή και μπορεί να εφαρμοστεί με ελαστικότητα. Από την άλλη πλευρά, ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας, όπως το ISO 50001, εφαρμόζεται με υπευθυνότητα, εξετάζεται και πιστοποιείται από οργανισμό πιστοποίησης και στοχεύει σε ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα.

Το Σχέδιο διαχείρισης είναι θυγατρικό του Συστήματος διαχείρισης. Προκειμένου να διασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία μίας ναυτιλιακής επιχείρησης είναι αναγκαίο να είναι γνωστοί οι τρόποι που καθιστούν έναν οργανισμό ικανό να προβεί σε εξοικονόμηση ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο οι προτάσεις που θα υποβάλλονται σε κάθε πλοίο ξεχωριστά και θα αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας, θα έχουν δομή και στόχο.



## Βιβλιογραφία

Psarafitis, H. N. (2018). Decarbonization of maritime transport: to be or not to be? *Maritime Economics and Logistics*. <https://doi.org/10.1057/s41278-018-0098-8>.

Smith et al. (2016). O<sub>2</sub> Emissions from International Shipping - Possible reduction targets and their associated pathways.

IMO. (2015d). MEPC 68/INF.30 2015 industry guidelines on calculation and verification of the Energy Efficiency Design Index (EEDI).

IMO. (2015e). TTT course on energy efficient ship operation – M2 ship energy efficiency regulations and related guidelines.

IMO. (2016a). MEPC 69/INF.28: “Further technical and operational measures for enhancing the energy efficiency of international shipping, submitted by Brazil”.

IMO. (2016b). Resolution MEPC.282(70): “Guidelines for the Development of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)”.

IMO. (2017). Resolution MEPC.292(71): “Guidelines For Administration Verification of Ship Fuel Oil Consumption Data”.

IMO. (2018). Resolution 301(72): “Amendments to MARPOL Annex VI (ECAs and required EEDI for Ro-Ro cargo ships and Ro-Ro passenger ships).

ISO. (2015). 15016: 2015, ships and marine technology – Guidelines for the assessment of speed and power performance by analysis of speed trial data.

ITTC. (2017). Recommended procedures and guidelines, speed and power trials, 7.5-04-01-01.2

Campara, L., Hasanspahic, N & Vujicic, S. (2018). Overview of MARPOL Annex VI regulations for prevention of air pollution from marine diesel engines. SHS Web of Conference, 58, 01004. H



Doelle, M & Chircop, A. (2018). Decarbonizing international shipping: An appraisal of the IMO's Initial Strategy. RECIEL, 00, 1-10

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Summary for Policy Maker

Ramanathan, V. (2020). Climate Change, Air Pollution and Health: Common Sources, Similar Impacts and Common Solutions In W.K Al-Delamy, V. Ramanathan and M. Sanchez – Sorondo (Eds), Health of People, Health of Planet and our responsibility.

Witkowski, K. (2020). Research of the Effectiveness of Selected Methods of Reducing Toxic Exhaust Emissions. Journal of Marine Science and Engineering, 8, 452. doi: 10.3390/jmse 8060452