



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

Διπλωματική Εργασία

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα

Επιβλέπων: Ευθύμιος Παριώτης

Πειραιάς

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2025



*Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα,
Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογές στην
Ναυτιλία*

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 έξι παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κείμενου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας των πιθανών συνεπειών αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κείμενου.



*Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα,
Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογές στην
Ναυτιλία*

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΕΛΟΣ Α΄: Παριώτης Ευθύμιος (Καθηγητής ΣΝΔ, Επιβλέπων)

ΜΕΛΟΣ Β΄: Ζάννης Θεόδωρος (Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΝΔ)

ΜΕΛΟΣ Γ΄: Κατσάνης Ιωάννης (Αναπληρωτής Καθηγητής ΣΝΔ)



*Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα,
Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογές στην
Ναυτιλία*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Κ. Παριώτη Ευθύμιο για την βοήθεια και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξή της κατά την διάρκεια του μεταπτυχιακού μου προγράμματος.



Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων.....	2
Εικόνες.....	3
Περίληψη	4
Abstract.....	4
1. Εισαγωγή.....	6
1.1 Ο αντίκτυπος της ναυτιλίας στο περιβάλλον.....	6
1.2 Η κατανάλωση ενέργειας στην ναυτιλία	6
1.3 Η νομοθεσία για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας	7
1.4 Η ανάγκη για Πράσινη Ναυτιλία	7
2. Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης.....	9
2.1 ISO 14001.....	9
2.2 ISO 50001.....	10
2.3 Energy Efficiency Design Index (EEDI)	13
2.4 Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI) και Carbon Intensity Indicator (CII)	13
3. Εμπορικές εφαρμογές Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης.....	14
3.1 Ulstein	14
3.2 Noris.....	18
3.3 Marorka	20
3.4 Siemens Energy	21
3.4.1 SISHIP Eco MAIN.....	22
3.4.2 IPMS.....	23
3.5 ABB	23
3.5.1 OCTOPUS- Marine Advisory System	23
3.5.2 EMMA.....	24
3.6 Rolls- Royce Energy Management System.....	26
3.7 Προκλήσεις και περιορισμοί στην εφαρμογή των Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης.....	26
4. Οφέλη από την εφαρμογή Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης στην Ναυτιλία	28
4.1 Οφέλη στα εμπορικά πλοία	29
4.2 Οφέλη στα επιβατηγά και στα κρουαζιερόπλοια	30
5. Μελλοντικές τάσεις στα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης	31
6. Συμπεράσματα.....	33
Βιβλιογραφία.....	34



*Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα,
Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογές στην
Ναυτιλία*

Εικόνες

Εικόνα 1 Χαρακτηριστικά Ulstein EMS

Εικόνα 2 Noris EMS

Εικόνα 3 Κύρια Προβολή του EMMA



Περίληψη

Η ναυτιλία στις μέρες μας αποτελεί τον βασικό τρόπο μεταφοράς του παγκόσμιου εμπορίου. Ωστόσο, το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι είναι εξαιρετικά ρυπογόνο για το περιβάλλον λόγω των τόσο συχνών δρομολογίων και των καυσίμων που χρησιμοποιούνται, η ανάγκη για την στροφή στην «πράσινη ναυτιλία» και στην εξεύρεση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ποτέ. Αυτός είναι ο πρωταρχικός στόχος της κοινωνίας αλλά και της οικονομίας, λαμβάνοντας υπόψη και τους στόχους του ναυτιλιακού κλάδου για το άμεσο μέλλον για μια «πράσινη ναυτιλία», όπως την κατονομάζουν. Όπως είναι γνωστό, με βάση τον IMO (International Marine Organization) ένας από τους κύριους στόχους του είναι η απανθρακοποίηση της ναυτιλίας στο 100% έως το 2050.

Στη συγκεκριμένη μελέτη θα παρουσιαστούν τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης και ο σκοπός τους, προκειμένου να βοηθήσουν την ναυτιλία να επιτύχει τους στόχους που έχει θέσει και πώς αυτά μπορούν να εφαρμοστούν στην ναυτιλία μέσα από ένα δίκτυο εταιρειών που προσφέρουν τις αναγκαίες λύσεις, οι οποίες εναρμονίζονται με τις σύγχρονες ανάγκες του κλάδου.

Λέξεις – Κλειδιά

Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης, ISO 500001, προϊόντα & λύσεις εταιρειών

Abstract

In our days shipping is the primary mode of the international trade. This previous fact including the fact that the shipping industry is extremely harmful for the environment due to the frequent amount of transports and the fuels that are being used made the need for a “green shipping” and the need to find/explore more energy management systems greater than ever. This is also the primary goal of the society and the economy, considering the shipping industry’s main aspect for the foreseeable future is the “green shipping”. Actually, as it is globally known, IMO’s number one goal is for shipping to manage to reach the level of decarbonization by 2050.



*Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα,
Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογές στην
Ναυτιλία*

This study focuses on the presentation of the energy management systems and what their aspects are, in order to help the shipping industry achieve the goals that have been set and how these systems can actually be applied in the industry through a network of companies that offer the much needed solutions, which are in line with the energy management systems.

Key-Words:

Energy Management Systems (EMS), ISO 50001, company's products & solutions



1. Εισαγωγή

1.1 Ο αντίκτυπος της ναυτιλίας στο περιβάλλον

Εδώ και πολλά χρόνια πλέον η ναυτιλία έχει συμβάλλει στο 90%, περίπου, της μεταφοράς του παγκόσμιου εμπορίου. Είναι ο κυριότερος τρόπος μεταφοράς αγαθών μεταξύ των ανθρώπων από διάφορα μέρη της γης, πολύ μακρινά μεταξύ τους, με μεγάλη συχνότητα και χαμηλό κόστος. Το τελευταίο χαρακτηριστικό των μεταφορών αυτών, ειδικά, την καθιστά πιο αναγκαία από ποτέ και έχει ως αποτέλεσμα τα όλο και πιο συχνά δρομολόγια. Η τόσο συχνή δραστηριότητα της ναυτιλίας λοιπόν, με το πέρασμα του χρόνου έχει δημιουργήσει ένα έντονο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Συγκεκριμένα, εκπέμπονται τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), κάτι το οποίο αποτελεί και την κύρια αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Σημαντικός αριθμός εκπομπών είναι και αυτός των οξειδίου του θείου (SO_x) και του οξειδίου του αζώτου (NO_x). Οι μεγάλες ποσότητες καύσης των ορυκτών καυσίμων συμβάλλουν, σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες φυσικά, σε αυτό που ονομάζουμε κλιματική αλλαγή.

1.2 Η κατανάλωση ενέργειας στην ναυτιλία

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η ενέργεια που καταναλώνεται στα πλαίσια της παγκόσμιας ναυτιλίας είναι σε μεγάλο βαθμό καταστροφική ως προς το περιβάλλον. Η περιβαλλοντική βλάβη εξ αιτίας της ναυτιλίας οφείλεται στα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τα πλοία. Συγκεκριμένα τα πιο συνήθη καύσιμα είναι τα ορυκτά καύσιμα, όπως είναι το βαρύ μαζούτ (HFO) και το πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (VLSFO), όπου και τα δύο είναι υπεύθυνα για ένα μεγάλο ποσοστό των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Άλλα διαδεδομένα είδη καυσίμου είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο, το ποίο μάλιστα θεωρείται και καθαρότερη επιλογή αφού μειώνει τις εκπομπές CO₂ και NO_x, και τέλος τα εναλλακτικά καύσιμα, όπως είναι το υδρογόνο, η αμμωνία, η μεθανόλη και τα βιοκαύσιμα.

Σύμφωνα με τον IMO (International Maritime Organization) στην 4η έκθεση του για τα GHG (Greenhouse Gas Emissions) του 2020 σημειώθηκε ότι οι εκπομπές των αερίων του



θερμοκηπίου, προερχόμενων από την ναυτιλία, άγγιζαν περίπου το 2,89% των παγκόσμιων ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου. (2023 IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS, 2023)

1.3 Η νομοθεσία για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας

Με σκοπό την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και την ναυτιλιακή ασφάλεια ο ΟΗΕ (Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών) δημιούργησε τον IMO (International Maritime Organization) , ο οποίος καθορίζει τα παγκόσμια πρότυπα σχετικά με την διεθνή ναυτιλία. Ο IMO ξεκίνησε ως ένας οργανισμός υπεύθυνος για την ασφάλεια της ζωής στην θάλασσα, με την σύμβαση του SOLAS (Safety of Life at Sea), επίσημα το 1960. Έπειτα, συνέχισε το έργο του με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος έναντι της ρύπανσης, μέσα από την σύμβαση της MARPOL (Maritime Pollution), το 1973/1978. Το 1992 υιοθετεί την σύμβαση GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System), στοχεύοντας στην προσφορά βοήθειας σε όσα πλοία ανά τον κόσμο βρίσκονται σε κίνδυνο. Από το 1998 και μετά, μπήκε σε εφαρμογή ο ISM Code (International Safety Management Code), ο οποίος αυτός κώδικας παρέχει κάποια διεθνή πρότυπα αναφορικά με την σωστή διαχείριση και λειτουργία των πλοίων με σκοπό την αποτροπή της θαλάσσιας ρύπανσης. Ο IMO είναι φανερό ότι έχει θέσει μέτρα ασφάλειας στην θάλασσα και μείωσης της ρύπανσης. Ο νέος στόχος των τελευταίων ετών, μάλιστα είναι ο μηδενισμός των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από την διεθνή ναυτιλία έως το 2050.

Γίνεται κατανοητό λοιπόν, ότι η ιδέα ύπαρξης ενός συστήματος διαχείρισης δεν είναι μια εντελώς νέα προσθήκη στον κλάδο της ναυτιλίας. Υπάρχουν βέβαια και κάποια πρότυπα διαχείρισης συστήματος, πέρα από τον ISM Code, τα οποία έχουν αναπτυχθεί από τον ISO, που δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή τους, αλλά παραπάνω εθελοντική. Ένα από αυτά, και αυτό που μας ενδιαφέρει παραπάνω στην παρούσα εργασία, είναι ο κανονισμός ISO 50001: Energy Management System (EnMS). (*Brief History of IMO*, no date)

1.4 Η ανάγκη για Πράσινη Ναυτιλία

Η πράσινη ναυτιλία έχει προκύψει ως αναγκαιότητα των τελευταίων χρόνων λόγω της αυξημένης περιβαλλοντικής ευαισθησίας και στην συνέχεια, μέσα από την προσπάθεια



για την μείωση των επιπτώσεων που φέρει ο ναυτιλιακός κλάδος στο περιβάλλον. Οι μεγαλύτερες ποσότητες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως αναφερθήκαμε και παραπάνω, προέρχονται από την ναυτιλία εξαιτίας της καύσης των παραδοσιακών καυσίμων, τα οποία συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στην ρύπανση των ωκεανών.

Η συχνότητα των δρομολογίων, επομένως σε συνδυασμό με την χρήση ρυπογόνων ουσιών ως μέθοδοι καύσεων για την κίνηση των πλοίων, έχει οδηγήσει τον κλάδο της ναυτιλίας να στρέφεται σε όσο περισσότερο γίνεται πιο φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους. Αυτές οι φιλικές προς το περιβάλλον μέθοδοι, ή αλλιώς γνωστές και ως «πράσινη ναυτιλία», έχουν ως αντικείμενο την ενασχόληση με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και στρατηγικών που στοχεύουν στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που επιφέρει έως σήμερα. Παραδείγματα των μεθόδων που έχουν αρχίσει να μπαίνουν σε εφαρμογή στην σημερινή εποχή, είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως είναι η αιολική, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, μέσα από συστήματα ενεργειακής διαχείρισης για τα οποία θα γίνει λόγος αναλυτικότερα παρακάτω, η ανάπτυξη καθαρών καυσίμων, όπως είναι τα βιοκαύσιμα ή το υδρογόνο, και η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών που βοηθούν στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Η μετάβαση στην εποχή της «πράσινης ναυτιλίας» πέρα από το γεγονός ότι βοηθάει στην διατήρηση του περιβάλλοντος, συμβάλλει και στην ενίσχυση της βιωσιμότητας και της μακροπρόθεσμης ανάπτυξης του κλάδου, καθώς έχει την δυνατότητα να ενδυναμώσει την φήμη των εταιριών που κάνουν χρήση των περιβαλλοντικών πρακτικών.

Παρακάτω στην εργασία θα γίνει αναφορά στην σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας και στην ανάγκη για βιώσιμες πρακτικές. Στο κεφάλαιο 2 θα αναλυθούν τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης που χρησιμοποιούνται στην ναυτιλία, στο κεφάλαιο 3 θα εξηγήσουμε τις εμπορικές εφαρμογές των συστημάτων ενέργειας, μέσα από μια συγκριτική αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των εμπορικά διαθέσιμων συστημάτων και την αναλυτική παρουσίαση διαφόρων εμπορικών εφαρμογών. Στην συνέχεια στο κεφάλαιο 4 θα μιλήσουμε για τα οφέλη από την εφαρμογή των συστημάτων αυτών μέσα από έμπρακτα παραδείγματα. Τέλος, στο κεφάλαιο 5 θα γίνει λόγος για τις μελλοντικές τάσεις στα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης και στην συνέχεια η παρούσα εργασία θα κλείσει με την παρουσίαση των συμπερασμάτων και την βιβλιογραφία.



2. Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης

Τα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης (Energy Systems Management) στοχεύουν στην αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας, της μείωσης κατανάλωσης του κόστους και στην ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Συμβάλλουν σημαντικά στην επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που έχουν τεθεί, στην εξοικονόμηση πόρων και τέλος, στην μείωση των εκπομπών CO₂. Αυτό που χαρακτηρίζει τα συστήματα είναι η παρακολούθηση και ανάλυση της κατανάλωσης ενέργειας, η βελτιστοποίηση της ενέργειας, η ενοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και οι έλεγχοι και οι προβλέψεις.

Η έννοια των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης δεν αποτελεί νέα έννοια στον κλάδο της ναυτιλίας. Από τα πιο γνωστά που είναι πλέον απαραίτητο να χρησιμοποιείται από τις εταιρίες είναι ο ISM Code, ο οποίος δίνει έμφαση στην ασφάλεια στην ναυτιλία. Με βάση τον IMO ο κώδικας αυτός έχει σκοπό να παρέχει ένα διεθνές πρότυπο για την ασφαλή διαχείριση και λειτουργία των πλοίων, αλλά και για την πρόληψη της ρύπανσης. Τον κώδικα αυτόν τον υιοθέτησε η σύμβαση SOLAS του IMO το 1994. Έως το 2022 ήταν αναγκαίο, σχεδόν από κάθε παγκόσμια ναυτιλιακή εταιρία να συμμορφωθεί με αυτόν. Για την πραγματοποίηση αυτής της αναγκαιότητας κάθε πλοίο πρέπει να έχει σε λειτουργία ένα Safety Management System (SMS).

Πέρα από τον ISM Code, υπάρχουν και άλλα συστήματα διαχείρισης, κυρίως προερχόμενα από τον ISO. Αυτά είναι πρότυπα, όχι κανονισμοί, και άρα η συμμόρφωση προς αυτά είναι παραπάνω εθελοντική. Κάποια από αυτά βέβαια, χρησιμοποιούνται τόσο πολύ από την πλειονότητα των ναυτιλιακών εταιριών που είναι σαν να είναι αναγκαία, όπως είναι το ISO 14001 και το ISO 50001. Πάνω σε αυτά θα γίνει αναλυτική αναφορά παρακάτω. (International Maritime Organisation, 2016)

2.1 ISO 14001

Το ISO 14001 είναι ένα παγκόσμιο αναγνωρισμένο πρότυπο για τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης. Παρέχει στους οργανισμούς που το χρησιμοποιούν, οδηγίες για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος και πώς να βελτιώνουν



και να μικραίνουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα. Στην εποχή της «πράσινης ναυτιλίας», το ISO 14001 αποτελεί το απαραίτητο στοιχείο με βάση το οποίο οι εταιρίες πλέον υποχρεούνται να ακολουθούν τους κανονισμούς για την συνεχή εξέλιξη και προστασία του περιβάλλοντος και αποτελεί το εργαλείο για την εδραίωση του βιώσιμου μέλλοντος.

Μέσα από την υιοθέτηση αυτού του συστήματος υπάρχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- ◆ Ενισχυμένη προστασία περιβάλλοντος: μπορεί να οδηγήσει δηλαδή σε αξιοσημείωτη μείωση των απορριμμάτων, της εκπομπής των ρύπων, και άρα γενικότερα στο μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.
- ◆ Συμμόρφωση με τους κανόνες που έχουν εδραιωθεί ως προς αυτό: βοηθά τους οργανισμούς να αντιλαμβάνονται καλύτερα τις περιβαλλοντικές ανάγκες και τους εδραιωμένους νόμους, αποφεύγοντας τυχόν «παρανομίες».
- ◆ Μείωση του κόστους: η αποτελεσματική χρήση πόρων, η μείωση των απορριμμάτων έχουν συχνά ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση κόστους αντισταθμίζοντας το κόστος υλοποίησης και διατήρησης του EMS.
- ◆ Εμπιστοσύνη των πελατών ως προς τον οργανισμό ή την εταιρία: η χρήση του ISO 14001 είναι δυνατό να αναδείξει μια επιχείρηση που εκτιμά και είναι σύμφωνη με τις περιβαλλοντικές ανάγκες και αποπνέει έτσι αίσθηση εμπιστοσύνης ανάμεσα στους κατόχους της επιχείρησης και τους πελάτες.
- ◆ Καλύτερη διαχείριση του ρίσκου: με την παροχή των εργαλείων του ISO 14001 για την αναγνώριση και διαχείριση του περιβαλλοντικού ρίσκου προστατεύεται η επιχείρηση από τυχόν εκπλήξεις.
- ◆ Λειτουργική αριστεία: το γεγονός ότι συνεχώς εξελίσσεται και ανανεώνεται το σύστημα οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων και στην βελτιωμένη παραγωγικότητα. (ISO 14001:2015, no date)

2.2 ISO 50001

Σύμφωνα με τον ISO, το συγκεκριμένο σύστημα δημιουργήθηκε για οργανισμούς οι οποίοι είναι αφοσιωμένοι στο να μειώνουν το αποτύπωμα που επιφέρουν στον πλανήτη και στο να βελτιώνουν το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης. Με άλλα λόγια είναι ένα



εθελοντικό και αυτό, διεθνές πρότυπο, το οποίο αναπτύχθηκε από τον IMO για να παρέχει σε διάφορους οργανισμούς ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πλαίσιο για τη διαχείριση και τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης. Το συγκεκριμένο πρότυπο ασχολείται με τα ακόλουθα:

- ♦ Αξιολογεί την χρήση και την κατανάλωση της ενέργειας μέσω της διεξαγωγής των ενεργειακών ανασκοπήσεων και της ανάπτυξης των ενεργειακών πολιτικών.
- ♦ Μετρά, τεκμηριώνει και αναφέρει την χρήση και την κατανάλωση της ενέργειας.
- ♦ Ασχολείται με τις πρακτικές σχεδιασμού και προμηθειών για τον εξοπλισμό, τα συστήματα και τις διαδικασίες που καταναλώνουν ενέργεια.
- ♦ Τέλος, ασχολείται με την ανάπτυξη του σχεδίου ενεργειακής διαχείρισης και άλλων παραγόντων που επηρεάζουν την ενέργεια. Η απόδοση μπορεί να παρακολουθηθεί και να επηρεαστεί από τον οργανισμό.

Το ISO 50001 έχει ισχύ σε όλους τους διαφορετικούς τύπους εταιριών και κλάδους. Παρέχει ένα πλαίσιο για ένα «Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας» (EnMS), μέσω του οποίου κάθε οργανισμός μπορεί να ορίσει και να επιδιώξει τους δικούς του στόχους για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Είναι εμφανές επομένως, πως χρησιμοποιώντας το πλαίσιο του προτύπου, παρέχεται συστημική προσέγγιση όσον αφορά την διαχείριση της ενέργειας εντός μια εταιρίας. Η χρήση του θεωρείται ότι καθορίζεται από παράγοντες, όπως είναι οι νομοθετικές εξελίξεις, η εταιρική κοινωνική ευθύνη, τα προγράμματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, καθώς και τα οικονομικά οφέλη της ενέργειας και των μειώσεων του διοξειδίου του άνθρακα.

Είναι βασισμένο στο μοντέλο συστήματος διαχείρισης για συνεχή εξέλιξη, που χρησιμοποιείται και σε άλλα πρότυπα, όπως το ISO 14001, που μελετήσαμε προηγουμένως, και το ISO 9001. Αυτό το μοντέλο είναι γνωστό ως “Plan-Do-Check-Act”. Το μοντέλο αποτελεί έναν κοινό τρόπο για διαρκή εξέλιξη, για αυτό είναι και αλλιώς γνωστό στα ελληνικά ως κύκλος της διαρκούς εξέλιξης. Συγκεκριμένα τα βήματα που το καθορίζουν είναι τα παρακάτω:

- ♦ Plan: στο στάδιο αυτό προγραμματίζεται ένα σχέδιο μαζί με όλες τις λεπτομερείς διαδικασίες. Για να γίνει αυτό εφικτό η εταιρία θα πρέπει να διαθέτει μια πολιτική δήλωση και θα πρέπει να καθορίζει τα αντικείμενα και τους στόχους, πώς θα



- επιτύχει τους στόχους αυτούς, καθώς και πώς θα ελέγχει τις λειτουργίες όταν το σχέδιο αυτό μπαίνει σε εφαρμογή.
- ♦ Do: αποτελεί την δεύτερη φάση του σχεδίου, όπου στην ουσία μπαίνει σε εφαρμογή το σχέδιο που αναπτύχθηκε στην α' φάση. Για να είναι επιτυχημένο είναι σημαντική η σωστή διαχείριση του πλάνου και αυτό πρέπει να γίνει στα όρια που έχουν τοποθετηθεί ως προς τον προγραμματισμό και τα χρήματα που μπορούν να διατεθούν.
 - ♦ Check: σε αυτή τη φάση θα πρέπει να γίνει μέτρηση ή ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας μέσα από εξονυχιστικό έλεγχο. Σε αυτό το βήμα γίνεται ο έλεγχος των αποτελεσμάτων για να επαληθευτεί ότι τα αντικείμενα/σχέδια έχουν όντως επιτευχθεί. Χωρίς αυτό το στάδιο δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν το σχέδιο είναι στην πραγματικότητα ικανοποιητικό ή όχι.
 - ♦ Act: στο σημείο αυτό έχει ολοκληρωθεί η αξιολόγηση του σχεδίου και μπαίνουν νέοι στόχοι για τον νέο κύκλο "PDCA". Αν διαπιστωθεί ότι το σχέδιο οδήγησε σε βελτιώσεις, τότε μπαίνουν στον σχεδιασμό νέοι στόχοι ή στάνταρ για τον μελλοντικό κύκλο. Αν όμως δεν κατορθωθεί αυτό, τότε πρέπει να γίνει επαναξιολόγηση του σχεδίου και να συμμορφωθεί με τον νέο κύκλο που θα μπει σε εφαρμογή.

Το συγκεκριμένο πρότυπο ISO ανανεώνεται κάθε πέντε έτη, έτσι ώστε να είναι ενημερωμένο με βάση τις απαιτήσεις της αγοράς και κυρίως να είναι στο ίδιο μήκος κύματος με τις απαιτήσεις του ISO γενικότερα για τα πρότυπα συστήματα της διαχείρισης.

Είναι πιο εύκολο για τους οργανισμούς να ενσωματώσουν την ενεργειακή διαχείριση στην συνολική τους προσπάθεια για ποιότητα και περιβαλλοντική διαχείριση. Τα θετικά της υιοθέτησης του ISO 50001 είναι ότι η βελτιωμένη εκτέλεση της ενέργειας μπορεί να παρέχει γρήγορα πλεονεκτήματα στην επιχείρηση που τον χρησιμοποιεί, μεγεθύνοντας την χρήση των πηγών ενέργειας μειώνοντας όμως ταυτόχρονα το κόστος και την κατανάλωση. (International Maritime Organisation, 2016)



2.3 Energy Efficiency Design Index (EEDI)

Ο IMO με σκοπό να μειώσει την ποσότητα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την ναυτιλία, ενέκρινε το 2011 τροποποιήσεις στο παράρτημα VI της MARPOL για να επιβάλλει τεχνικά και λειτουργικά μέτρα ενεργειακής απόδοσης.

Τον Ιανουάριο του 2013 λοιπόν, υιοθετήθηκαν ο Energy Efficiency Design Index (EEDI) και ο Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP). Ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης χρησιμοποιείται για νέα πλοία και είναι το πιο σημαντικό τεχνικό μέσο, το οποίο στοχεύει στο να προωθείται η χρήση πιο ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και κινητήρων προκειμένου τα νέα αυτά πλοία να καταστούν λιγότερο ρυπογόνα. Επιβάλλει ένα ελάχιστο επίπεδο ενεργειακής απόδοσης ανά μίλι χωρητικότητας για διάφορους τύπους και μεγέθη πλοίων. Είναι ένας μη δεσμευτικός, βασισμένος στην απόδοση μηχανισμός, που αφήνει στην βιομηχανία την επιλογή των τεχνολογιών που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα συγκεκριμένο σχέδιο πλοίου. Στην ουσία χρησιμοποιείται για να υπολογίζει την απόδοση της ενέργειας ενός πλοίου. Όσο πιο χαμηλό το EEDI του πλοίου, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι και άρα είναι πιο χαμηλό το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Ο δείκτης αυτός εφαρμόζεται σε πλοία χωρητικότητας 400 τόνων ή και παραπάνω, τα οποία απασχολούνται στην διεθνή ναυτιλία. Στα πλοία μάλιστα στα οποία υπάρχει επιβεβαιωμένη συμμόρφωση με τον κανονισμό αυτόν, τους παρέχεται ένα Διεθνές Ενεργειακής Απόδοσης Πιστοποιητικό (International Energy Efficiency Certificate). *(Improving the energy efficiency of ships, no date)*

2.4 Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI) και Carbon Intensity Indicator (CII)

Και τα δύο είχαν υιοθετηθεί από τον IMO από τον Ιούνιο του 2021 ως μεσοπρόθεσμα μέτρα για την αρχική στρατηγική του ως προς τα GHG Emissions. Το πλαίσιο του Δείκτη Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης Υφιστάμενων Πλοίων είναι τεχνολογικά ουδέτερο και ο πλοιοκτήτης ή ο ναυλωτής μπορεί να διαλέξει τα πιο κατάλληλα μέτρα για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από τον IMO.



Ο Δείκτης Έντασης Άνθρακα αντανakλά την λειτουργική ενεργειακή απόδοση των πλοίων, βασιζόμενη στην κατανάλωση μαζούτ από το IMO DCS και το SEEMP ως εργαλείο διαχείρισης. Αυτός ο δείκτης είναι υποχρεωτικός για πλοία άνω των 5.000 τόνων. (Energy Efficiency (EEDI- EEXI- CII), no date)

3. Εμπορικές εφαρμογές Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης

Η παγκόσμια ναυτιλία έχει εισέλθει πλέον σε μια εποχή, η οποία χαρακτηρίζεται από ραγδαίους τεχνολογικούς και περιβαλλοντικούς μετασχηματισμούς, με κύριο γνώμονά της την ενεργειακή απόδοση. Για να καταστεί εφικτό αυτό, τα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης έχουν αποτελέσει το σημαντικότερο εργαλείο των ναυτιλιακών εταιριών, αφού με την συμβολή αυτών παρατηρείται σε σημαντικό βαθμό βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, μείωση των εκπομπών ρύπων και εναρμόνιση με τους διεθνείς κανονισμούς, όπως άλλωστε έχουμε αναφέρει ήδη πολλάκις στην παρούσα εργασία.

Στην ενότητα αυτή θα εξεταστούν πραγματικές εμπορικές εφαρμογές των Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης στον κλάδο της ναυτιλίας, σε εμπορικά και επιβατηγά πλοία, έτσι ώστε να έρθουμε σε επαφή με τις ήδη εφαρμοσμένες τεχνολογικές λύσεις της βιομηχανίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται παραδείγματα από εταιρίες που υιοθέτησαν προηγμένα συστήματα διαχείρισης ενέργειας, αλλά και πλατφόρμες λογισμικού οι οποίες υποστηρίζουν την λήψη αποφάσεων με βάση ενεργειακά δεδομένα.

Στην συνέχεια, αναφέρονται οι προκλήσεις και οι περιορισμοί που αντιμετωπίζουν οι ναυτιλιακές εταιρίες σε σχέση με την χρήση των τεχνολογιών αυτών, όπως για παράδειγμα τα οικονομικά εμπόδια, οι περιορισμοί εφαρμογής τους, αλλά και η εκπαίδευση του προσωπικού τους.

3.1 Ulstein

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης της εταιρίας Ulstein είναι ένα μοντέρνο σύστημα βασισμένο στην πλατφόρμα X-CONNECT, για να διαχειρίζεται συστήματα ισχύος, τα οποία συνδυάζουν την παραδοσιακή παραγωγή ενέργειας με την αποθήκευση ηλεκτρικής μπαταρίας. Πρόκειται για ένα ευέλικτο σύστημα που είναι δυνατό να διαχειριστεί απλά και πιο σύνθετα συστήματα ενέργειας για μικρά και μεγάλα πλοία εξίσου. Το συγκεκριμένο σύστημα διαχειρίζεται την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την



αποθήκευση ενέργειας, ώστε να περιορίζει την κατανάλωση καυσίμου, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί την σταθερότητα του δικτύου της ηλεκτρικής ενέργειας και της ασφαλούς λειτουργίας. Εφαρμόζεται και σε υβριδικά και σε συστήματα που λειτουργούν μόνο με μπαταρία. Επιπλέον, το σύστημα ενσωματώνεται και συγχρονίζεται με το ULSTEIN PMS (Power Management System), τις κυψέλες του πίνακα διανομής, τους μετατροπείς μπαταριών και τα συστήματα διαχείρισης.

Ακόμη, περιλαμβάνει διάφορες λειτουργίες για τη φόρτιση και εκφόρτιση μίας ή και παραπάνω μπαταριών και τον έλεγχο της σύνδεσης των μπαταριών με το ηλεκτρικό δίκτυο των πλοίων ή την ισχύ στην ξηρά. Το σύστημα διαχειρίζεται την λειτουργία αποκοπής αιχμής για την ανακούφιση από τη μεταβολή του φορτίου στις γεννήτριες, την εξομάλυνση του φορτίου για τις διακυμάνσεις ξυρίσματος από το μέσο όρο του φορτίου και τη χρήση μπαταριών ως αποθεματικό περιστροφής για την αποφυγή συσκότισης εάν αποτύχει η παραγωγή ρεύματος. Όλα τα χαρακτηριστικά μπορούν να διαμορφωθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις και τα επιθυμητά αποτελέσματα του χειριστή του πλοίου. Επιπλέον, το σύστημα πληροί διαφορετικές απαιτήσεις από πελάτες και κοινωνικές τάξεις. Η τοπολογία και η ευελιξία του υλικού ελαχιστοποιούν τον χώρο εγκατάστασης του συστήματος, τη χρήση του υλικού και την τοποθεσία.

Συγκεκριμένα τα οφέλη μέσα από την χρήση του συστήματος της εταιρίας ULSTEIN είναι:

- ◆ Παρέχει πλήρη έλεγχο, συγκεκριμένα σε υβριδικά συστήματα ισχύος.
- ◆ Ευέλικτο σύστημα όσον αφορά τις πηγές ενέργειας.
- ◆ Πλήρως ενσωματωμένο με την πλατφόρμα X-CONNECT.
- ◆ Εύκολο στην εγκατάσταση και στην διαχείριση ώστε να καλύψει τα επιθυμητά αποτελέσματα.
- ◆ Ενεργοποιεί την επιλεκτική χρήση των γεννητριών και της αποθήκευσης ενέργειας για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί σταθερό το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.
- ◆ Ενισχύει την ασφάλεια, χρησιμοποιώντας την αποθήκευση ενέργειας ως μια αξιόπιστη εφεδρική πηγή ενέργειας.
- ◆ Μειώνει την φθορά στον εξοπλισμό και τη μόλυνση από σωματίδια σε τοπικό επίπεδο.



Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ULSTEIN έχουν ως εξής:

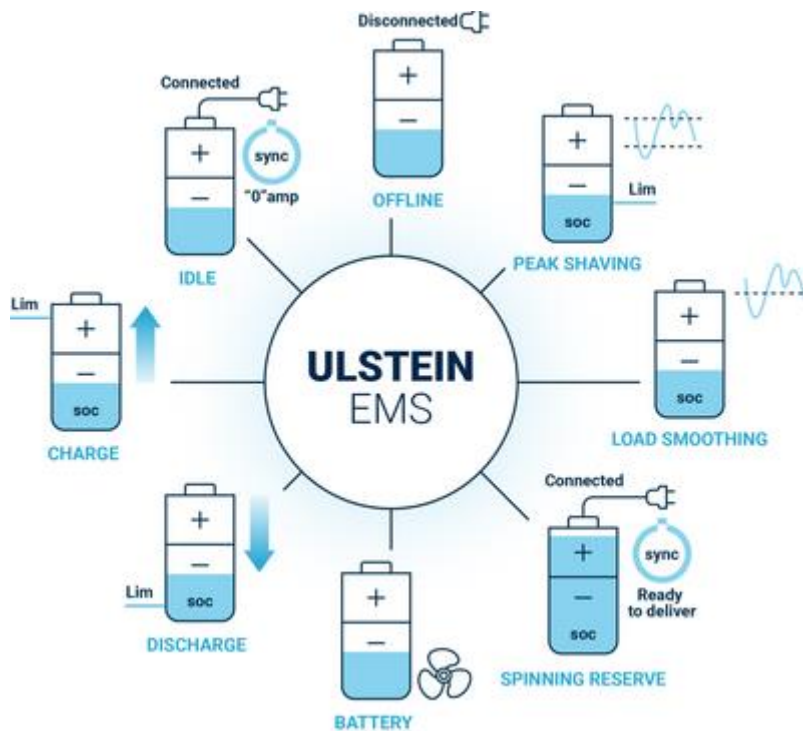
- ♦ Λειτουργία Αποκοπής αιχμών: στην λειτουργία αποκοπής αιχμών, το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης μειώνει τις διακυμάνσεις φορτίου στις γεννήτριες και τις μηχανές ντίζελ, χρησιμοποιώντας την ενέργεια των συσσωρευτών/μπαταριών για την κάλυψη των αιχμών φορτίου. Οι συσσωρευτές έχουν γρηγορότερη δυναμική από τις γεννήτριες και δύναται να διαχειριστούν καλύτερα από αυτές ξαφνικά φορτία. Η αποκοπή αιχμής μειώνει την φθορά των γεννητριών, σταθεροποιεί το ηλεκτρικό δίκτυο και μειώνει την κατανάλωση καυσίμου. Τέλος, η λειτουργία αυτή μπορεί να λειτουργήσει και σε συνδυασμό με το σύστημα εφεδρικής περιστροφικής ισχύος.
- ♦ Λειτουργία χωρίς δίκτυο: με την βοήθεια του συστήματος ο χειριστής μπορεί χειροκίνητα να αποσυνδέσει το σύστημα των μπαταριών από το δίκτυο. Στην λειτουργία χωρίς δίκτυο οι συσσωρευτές αποσυνδέονται από το ηλεκτρικό δίκτυο.
- ♦ Λειτουργία αδράνειας: με την βοήθεια του συστήματος ο χειριστής μπορεί χειροκίνητα να θέσει τους συσσωρευτές σε κατάσταση αδράνειας. Στην λειτουργία αυτή οι συσσωρευτές συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, αλλά δεν παρέχουν ούτε καταναλώνουν κάποια ενέργεια. Η προεπιλεγμένη λειτουργία μετά την εκκίνηση είναι η λειτουργία αδράνειας, η οποία εισάγεται κιόλας συνήθως κατά την εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών λειτουργιών των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης.
- ♦ Λειτουργία φόρτισης και εκφόρτισης: μέσα στο σύστημα ο χειριστής μπορεί χειροκίνητα να θέσει αν το σύστημα θα φορτίσει ή θα αδειάσει από μπαταρία τους συσσωρευτές.
- ♦ Λειτουργία μπαταρίας: στην λειτουργία αυτή η μπαταρία είναι η μορφή ενέργειας για να λειτουργεί το πλοίο. Η λειτουργία αυτή μπορεί να είναι χρήσιμη για διάφορες λειτουργίες και καταστάσεις του πλοίου. Θα μπορούσε να είναι απαραίτητη η χρήση συσσωρευτών σε ευάλωτες περιοχές όπου συγκεκριμένες εκπομπές είναι απαγορευμένες. Η λειτουργία αυτή μπορεί να ενεργοποιηθεί για πλοία που μπορούν να λειτουργούν μόνο με μπαταρία χωρίς φόρτιση, όπως είναι οι μικρότερες διαδρομές φέρρυ, οι λιμενικές περιοχές ή πλοία εξυπηρέτησης στην υδατοκαλλιέργεια.



- ♦ Λειτουργία εξομάλυνσης φορτίου: στην λειτουργία αυτή το σύστημα μειώνει τις διακυμάνσεις φορτίου από τις γεννήτριες και τις μηχανές ντίζελ γύρω από τον μέσο όρο του φορτίου, χρησιμοποιώντας την ενέργεια των μπαταριών για τις μέσες αιχμές φορτίου. Η εξομάλυνση φορτίου αποτελεί παραλλαγή της αποκοπής αιχμών και χρησιμοποιείται όταν υπάρχει μεγάλη υστέρηση στο σύστημα ισχύος. Στην περίπτωση αυτή, η μπαταρία ενεργοποιείται νωρίτερα από ό,τι στην αποκοπή αιχμών, ώστε να μειώσει το φορτίο στις γεννήτριες.
- ♦ Λειτουργία εφεδρικής περιστροφικής ισχύος: σε αυτή την λειτουργία η μπαταρία είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο και λειτουργεί ως εφεδρική πηγή ενέργειας. Η λειτουργία αυτή λειτουργεί από προεπιλογή σε κατάσταση αδράνειας, χωρίς να δοθεί ή να καταναλωθεί κάποιου είδους ενέργειας. Αν τύχει και οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας σταματήσουν να λειτουργούν, όπως για παράδειγμα να σταματήσει την λειτουργία της η γεννήτρια, οι συσσωρευτές αυτόματα θα παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια. Μια τράπεζα συσσωρευτών ως περιστρεφόμενο απόθεμα, αντί για γεννήτρια που λειτουργεί με χαμηλό φορτίο, ελαττώνει την χρήση καυσίμου και την φθορά των μηχανημάτων.
- ♦ Λειτουργία αντιστάθμισης κατάστασης φόρτισης: γνωστή αλλιώς και ως εξισορρόπηση φορτίου, είναι ενσωματωμένη λειτουργία στο σύστημα, η οποία διασφαλίζει ότι η μπαταρία διαθέτει πάντα την απαιτούμενη ενέργεια όταν λειτουργεί ως εφεδρική περιστροφική ισχύς. (*Energy Management System (EMS)*, 2025)



Εικόνα 1 Χαρακτηριστικά Ulstein EMS



3.2 Noris

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης της εταιρίας NORIS Group GmbH έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχει μεγάλη ευελιξία σχετικά με τις υπόλοιπες λειτουργίες και το σχέδιο UI. Το γεγονός αυτό καθιστά εφικτή την προβολή και τον έλεγχο των συστημάτων πρόωσης και ενέργειας από κάθε κατασκευαστή. Ακόμη και πιο περίπλοκες λειτουργίες είναι δυνατό να υλοποιηθούν χωρίς να είναι απαραίτητη η εναρμόνιση με τον τυπικό έλεγχο των επιμέρους συστημάτων ενέργειας. Με την χρήση του συστήματος της εταιρίας αυτής είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της διαδικασίας της εξοικονόμησης ενέργειας των ενσωματωμένων συστημάτων του κάθε τύπου πλοίων, αξιοποιώντας την διαχείριση ενέργειας.

Συγκεκριμένα τα οφέλη μέσα από την χρήση του συστήματος της εταιρίας NORIS είναι:

- ♦ Ο έλεγχος όλων των λειτουργιών μέσα από ένα σύστημα.
- ♦ Η ενσωμάτωση όλων των μεγάλων εταιριών παραγωγών ενέργειας και των καταναλωτών.



- ♦ Η ωφελιμότητα από τις επαφές σε εξωτερικά συστήματα συναγερμού και παρακολούθησης, σε συστήματα ελέγχου πρόωσης και σε διαχείριση ενέργειας ή η ωφελιμότητα από την εν γένει πλήρη ενσωμάτωση στα συστήματα της εταιρίας.
- ♦ Η σταθεροποίηση της παροχής ενέργειας των καταναλωτών.
- ♦ Η μείωση της χρήσης των γεννητριών και των συσσωρευτών.
- ♦ Η μεγιστοποίηση της ασφαλούς λειτουργίας του πλοίου και της ασφάλειας γενικότερα.

Τα χαρακτηριστικά του εν λόγω συστήματος έχουν ως εξής:

- ♦ Λειτουργία αναμονής.
- ♦ Λειτουργία αποκοπής αιχμών.
- ♦ Λειτουργία διαχείρισης φόρτωσης.
- ♦ Λειτουργία μείωσης των κυμάτων.
- ♦ Λειτουργία αυτόματης επιλογής για τον επιλεκτικό συνδυασμό των πηγών ενέργειας.
- ♦ Λειτουργία μείωσης θορύβου. (*Energy Management*, no date)



3.3 Marorka

Η συγκεκριμένη εταιρία αποτελεί «αρχηγό» σχετικά με τις λύσεις της ενεργειακής διαχείρισης. Και αυτό καθώς προσφέρει μια ολιστική προσέγγιση στην ενεργειακή διαχείριση συνδυάζοντας μεθοδολογία και τεχνικές λύσεις. Είναι γνωστό ότι η Marorka έχει διαθέσει πάνω από 200 έργα ενεργειακής διαχείρισης παγκοσμίως. Τα συστήματά της είναι συμβατά με τους ήδη υπάρχοντες, και όχι, κανονισμούς του IMO, όπως είναι οι δείκτες SEEMP και EEDI. Επιπλέον είναι ευθυγραμμισμένα με το ISO 14001, 50001 και το TMSA2 (Tanker Management Self-Assessment).

Τα πιο γνωστά συστήματα ενεργειακής διαχείρισης της εταιρίας είναι:

- ♦ Marorka Onboard: αποτελεί σύστημα ενεργειακής διαχείρισης, όπου πραγματοποιεί σε πραγματικό χρόνο εκτέλεση, παρακολούθηση και υποστήριξη αποφάσεων. Είναι βασισμένο σε πλατφόρμα επιδόσεων με διεπαφές προς ειδικές εφαρμογές. Έχει την ικανότητα να καλύπτει όλα τα σχετικά πεδία ενεργειακής απόδοσης και τέλος, είναι εύκολο στο να συνδεθεί με τρίτο πάροχο λύσεων.



- ♦ Marorka Online: αναλαμβάνει την διαχείριση του στόλου βασισμένο σε πραγματικά δεδομένα της στιγμής από το πλοίο, οι λύσεις που παρέχονται είναι βασισμένες στο δίκτυο, παρέχει βασικούς δείκτες απόδοσης και ενεργοποιεί βελτιωμένη προσέγγιση της συστημικής απόδοσης.
- ♦ Marorka Design: παρέχει λογισμικό για σχέδιο και εμφάνιση. Είναι ένα σύστημα βασισμένο σε αλγόριθμους που ανακαλύφθηκαν από το 1997 και είναι δυνατό να αναλύσει 5.000 μεταβλητές και βάσεις δεδομένων με στοιχεία απόδοσης του εξοπλισμού και εξαρτήματα. Αποτελεί τον κορμό όλων των ενεργειακών λύσεων.
- ♦ Marorka Program: παρέχει συνεχή βελτίωση της απόδοσης καυσίμων και του περιβάλλοντος, είναι εναρμονισμένος με τους δείκτες SEEMP και EEOI και τους ενεργειακούς ελέγχους.

Τα κύρια προϊόντα για την επιτυχή ενεργειακή διαχείριση είναι τα παρακάτω:

- ♦ Marorka Maren OP3 platform technology: η πλατφόρμα αυτή αποθηκεύει δεδομένα και κάνει αναφορές στην κατανάλωση καυσίμου και στην απόδοση του πλοίου, ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή του μετρητικού εξοπλισμού. Τα δεδομένα αυτής της πλατφόρμας μεταδίδονται στο Marorka Online.
- ♦ Marorka Onboard: εδώ οι βασικές τιμές απόδοσης του σκάφους προβάλλονται σε μια οθόνη αφής ενός υπολογιστή και στέλνονται στην ξηρά για την διαχείριση ενέργειας του στόλου.
- ♦ Marorka Online: εδώ επιτρέπεται να γίνεται στην ξηρά η αποθήκευση, η συγκέντρωση, η ανάλυση και η επεξεργασία των δεδομένων των συστημάτων του πλοίου για ολόκληρους στόλους. Αναλυτικότερα, τα χαρακτηριστικά της πλατφόρμας αυτής είναι ο πίνακας ελέγχου του στόλου, η παρακολούθηση της απόδοσης, η ανάλυση της ενεργειακής αποδοτικότητας, το ιστορικό λειτουργίας, οι δυναμικές αναφορές, η σύγκριση των πλοίων, η παρακολούθηση των βασικών δεικτών απόδοσης (KPI), η καταγραφή συμβάντων και τέλος ο χάρτης του στόλου. (*Safety4sea Energy Efficiency Forum Marorka Energy Management*, 2012)

3.4 Siemens Energy

Η εταιρία Siemens Energy προσφέρει αναβαθμισμένες λύσεις, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να βελτιώνουν τα πλοία και γενικότερα την απόδοση του στόλου,



παραμένοντας ταυτόχρονα πιστή στα περιβαλλοντικά πρότυπα που έχουν τεθεί. Ως πάροχος λύσεων η εταιρία προσφέρει τις απαντήσεις στα πρότυπα αυτά παρέχοντας στους πελάτες της αναβαθμισμένο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, συστήματα και υπηρεσίες για όλους τους τύπους πλοίων και για υποβρύχια. Η Siemens Energy Marine Solutions λοιπόν, καλύπτει ένα μεγάλο εύρος απαιτήσεων ισχύος, κίνησης, διαχείρισης ενέργειας, αυτοματισμού και ψηφιακών απαιτήσεων για όλους τους τύπους πλοίων. Στην συνέχεια θα αναφερθούν κάποια από αυτά τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας που προσφέρει η εταιρία. (Marine, no date)

3.4.1 SISHIP Eco MAIN

Το σύστημα αυτό προσφέρει στον καταναλωτή την απαραίτητη βοήθεια σχετικά με τις αποφάσεις για την διαχείριση του πλοίου παρέχοντάς του τα λειτουργικά δεδομένα, τα οποία προέρχονται από όλα τα σχετικά συστήματα που υπάρχουν πάνω στο πλοίο και τον εξοπλισμό του μέσα από μια κοινή πλατφόρμα, η οποία είναι εξίσου προσβάσιμη από τα γραφεία της εταιρίας. Αυτό το εργαλείο δίνει την δυνατότητα της σύγκρισης των λειτουργικών παραμέτρων του στόλου και της εφαρμογής των κατάλληλων πρακτικών μεθόδων που θα έχουν ως αποτέλεσμα την αξιοσημείωτη μείωση των εξόδων. Οι κυριότερες προοπτικές βελτιστοποίησης έγκεινται στους τομείς της ενεργειακής απόδοσης, της περιβαλλοντικής συμμόρφωσης και της υποστήριξης της συντήρησης. Το Eco MAIN θέτει τις βάσεις για την αποδοτικότερη διοίκηση των πλοίων επί του σκάφους και για την πράσινη διαχείριση του στόλου.

Τα οφέλη του συγκεκριμένου συστήματος έχουν ως εξής:

- ◆ Περισσότερη απόδοση κόστους
- ◆ Υποβοήθεια για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την διαχείριση του πλοίου
- ◆ Βελτιστοποίηση των διεργασιών πάνω στο πλοίο
- ◆ Εξ αποστάσεως πρόσβαση και επεξεργασία των δεδομένων του στόλου από τα γραφεία στην ξηρά
- ◆ Περιβαλλοντική διαχείριση του στόλου
- ◆ Ενισχυμένη ανταγωνιστικότητα και προστασία των επενδύσεων από την μεριά του καταναλωτή (Automation and control, no date)



3.4.2 IPMS

Το IPMS αποτελεί ένα πλήρες σύστημα αυτοματισμού της Siemens Energy για τα πλοία του πολεμικού ναυτικού. Περιλαμβάνει την πλεονάζουσα παρακολούθηση και τον έλεγχο των συστημάτων πρόωσης, αλλά και των άλλων υποσυστημάτων επί του σκάφους έτσι ώστε το σύστημα να εξασφαλίζει την απαραίτητη λειτουργία των ηλεκτρικών συστημάτων του πλοίου για την κρίσιμη αποστολή του ναυτικού, ακόμα και σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης. Με λίγα λόγια το σύστημα επιτηρεί και ρυθμίζει όλες τις μονάδες ισχύος, δηλαδή από τον κινητήρα ντίζελ έως τη μετάδοση κίνησης και τις αντλίες μέχρι το σύστημα εξάτμισης. Η συνολική ικανότητα διαχείρισης ενέργειας που παρέχει εγγυάται την αξιόπιστη και ασφαλή διανομή ενέργειας σε όλες τις περιστάσεις. (Automation and control, no date)

3.5 ABB

Η ABB αποτελεί μια εταιρία, η οποία απασχολείται χρόνια με την διαχείριση και εξοικονόμηση της ενέργειας και προσφέρει λύσεις και στον ναυτιλιακό τομέα. Βοηθά όλα τα είδη πλοίων να εξοικονομούν καύσιμο, να δημιουργούν περισσότερο χώρο επί του σκάφους και να βελτιώσουν τις ικανότητες ελιγμών μέσα από ένα εύρος πρωτοποριακών λύσεων.

3.5.1 OCTOPUS- Marine Advisory System

Αποτελεί ένα σύστημα συμβουλευτικής υπηρεσίας αναφορικά με τις λειτουργίες του πλοίου ώστε να είναι πιο συμβατό με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις και με τις απαιτήσεις για την μείωση καυσίμου.

Το σύστημα αποτελείται από ένα εύρος τμημάτων, το οποίο αφορά διαφορετικές πτυχές εξοικονόμησης της ενέργειας και ελαχιστοποίησης της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών σε όλα τα είδη πλοίων, σε συνδυασμό με το έγκυρο σύστημα παρακολούθησης κίνησης και πρόβλεψης της κίνησης. Πιο αναλυτικά τα τμήματα αυτά είναι τα εξής:

- ♦ Energy flow: το συγκεκριμένο τμήμα αναλύει τον τρόπο που ρέει η ενέργεια μέσα στο πλοίο, από τα καύσιμα μέχρι τον καταναλωτή, ενώ παράλληλα διακρίνει τυχόν απώλειες ενέργειας.



- ♦ SFOC Monitoring: το τμήμα αυτό προσδιορίζει την επίδοση των γεννητριών που υπάρχουν στο πλοίο, υπολογίζοντας πόσο καύσιμο καταναλώνεται για την παραγωγή ενέργειας (σε g/kWh), συμβάλλοντας έτσι στον καλύτερο προγραμματισμό της συντήρησης.
- ♦ Power Plant Optimizer: μέσα από το τμήμα αυτό παρέχονται συμβουλές για το πώς να λειτουργεί το σύστημα πρόωσης του πλοίου με τον πιο βέλτιστο τρόπο, υπολογίζοντας και άλλες παραμέτρους, όπως φορτία και καιρικές συνθήκες.
- ♦ Dynamic Trim & Propulsion Analysis: το τμήμα αυτό συμβάλλει στο να βρεθεί το καλύτερο «trim» του πλοίου ανάλογα με την κάθε περίπτωση, στοχεύοντας στην εξοικονόμηση καυσίμου.
- ♦ Hull & Propeller Condition Monitoring: με βάση αυτό το τμήμα εξετάζεται η κατάσταση της γάστρας και της προπέλας μέσα από την βάση δεδομένων επίδοσης, και άρα προγραμματίζεται καλύτερα ο καθαρισμός και η συντήρησή τους.

Το σύστημα OCTOPUS μπορεί να μετασκευαστεί ή να εγκατασταθεί εύκολα σε ένα νεόκτιστο πλοίο. Από τα βασικότερα οφέλη του συστήματος είναι πως παρέχει γρήγορα αποτελέσματα των λειτουργιών του με βάση τα δεδομένα, αποτελεί ένα πλήρες εργαλείο παρακολούθησης της ενέργειας, των καυσίμων, της αποδοτικότητας και της συγκριτικής ανάλυσης και τέλος αποτελεί το πιο αξιόλογο σύστημα επιτήρησης και πρόγνωσης της κίνησης στην βιομηχανία της ναυτιλίας. (*Energy Efficiency handbook, ABB Ability Marine Advisory System*, no date)

3.5.2 EMMA

Το σύστημα EMMA αποτελεί ένα εργαλείο, πλήρως εναρμονισμένο με το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP), σχεδιασμένο ώστε να ελέγχει και να υποστηρίζει τις αποφάσεις που θα παρθούν στο πλήρωμα σχετικά με την βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου. Το σύστημα αποτελείται από τρία υποσυστήματα:

- ♦ το EMMA Onboard Tracker, το οποίο παρέχει σε πραγματικό χρόνο κρίσιμα δεδομένα λειτουργίας και απόδοσης στο πλήρωμα



- ♦ το EMMA Fleet Control, το οποίο συγκεντρώνει και αναλύει δεδομένα σε επίπεδο στόλου μέσω τεχνολογίας cloud
- ♦ και το EMMA Advanced Optimizer, το οποίο βασίζεται σε προβλεπτικά μοντέλα για την βελτίωση της πρόωσης, του διαγωγισμού, της ανάκτησης θερμότητας και της λειτουργίας των μηχανών

Το πιο σημαντικό είναι πως το Onboard Tracker εφαρμόζει το αυτομαθές μοντέλο της ABB, το οποίο μάλιστα προσαρμόζει συνεχώς τους ενεργειακούς στόχους για κάθε μονάδα παραγωγής, έχοντας ταυτόχρονα την ικανότητα να αναγνωρίζει αυτόματα τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του καταναλωτή και των εκάστοτε λειτουργικών συνθηκών, χωρίς την ανάγκη της ανθρώπινης παρέμβασης. Μέσα από αυτή την πολύπλευρη προσέγγιση, το EMMA καθιστά δυνατή τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την προληπτική συντήρηση των κρίσιμων συστημάτων, προσφέροντας έτσι ουσιαστικά πλεονεκτήματα σε τεχνικό, περιβαλλοντικό και επιχειρησιακό επίπεδο. (EMMA Ship Energy Manager, no date)

Εικόνα 3 Κύρια Προβολή του EMMA





3.6 Rolls- Royce Energy Management System

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης της Rolls-Royce, όπως και όλων των άλλων εταιριών, δίνει την δυνατότητα να μειωθεί η χρήση ενέργειας στο πλοίο, η κατανάλωση καυσίμου και τα κόστη λειτουργίας του, ενώ ταυτόχρονα είναι πλήρως εναρμονισμένο με τις περιβαλλοντικές ανάγκες και τους κανονισμούς του IMO και του SEEMP.

Το συγκεκριμένο σύστημα συλλέγει και διαχειρίζεται δεδομένα από πολλαπλές πηγές πάνω στο πλοίο. Αυτές έχουν να κάνουν με τη μηχανή, το σύστημα πρόωσης, τον αυτοματισμό και άλλους εξοπλισμούς. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται μεταβιβάζονται μέσω ασφαλούς σύνδεσης σε μια ηλεκτρονική πύλη της εταιρίας, όπου διεξάγονται ενδελεχείς αναλύσεις και συγκρίσεις. Αυτή η ηλεκτρονική πύλη, η οποία είναι βασισμένη σε cloud, επιτρέπει στους καταναλωτές να προβούν σε συγκρίσεις των δεικτών επιδόσεων σε πραγματικό χρόνο και ιστορικούς δείκτες απόδοσης και ανάλυση της βασικής γραμμής. Επιπλέον, το σύστημα είναι διαθέσιμο σε τρία συστατικά:

- ◆ Το πρώτο αφορά την διαχείριση καυσίμων και τις εκπομπές ρύπων
- ◆ Το δεύτερο αφορά την διαχείριση καυσίμων και εκπομπών, αλλά και της λειτουργίας του πλοίου
- ◆ Το τρίτο αφορά την συνολική επιτήρηση των επιδόσεων του πλοίου και προσφέρει μια πιο λεπτομερή εικόνα της απόδοσης του συστήματος

Τέλος, το σύστημα ενδείκνυται για μια ευρεία ποικιλία πλοίων, ειδικότερα για όσα καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες καυσίμων. (Blenkey, 2019)

3.7 Προκλήσεις και περιορισμοί στην εφαρμογή των Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης

Η εφαρμογή των Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης, παρά τα πολλαπλά οφέλη που προσφέρει, ενέχει και έναν σημαντικό αριθμό προκλήσεων ή και περιορισμών. Ως προς τον οικονομικό τομέα, είναι δεδομένο ότι η μετάβαση στην πράσινη ναυτιλία αποτελεί, πέρα από ανάγκη, και μια εξαιρετικά ακριβή διαδικασία. Παρά το γεγονός ότι πλέον υπάρχει μια πληθώρα λύσεων στο κομμάτι των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης, είναι και κάτι το οποίο απαιτεί την κατάλληλη χρηματική υποστήριξη. Πολλά από τα διαθέσιμα συστήματα στην αγορά, όπως το Marorka Onboard για το οποίο μιλήσαμε



παραπάνω, χρειάζεται εξειδικευμένο εξοπλισμό και αναβάθμιση των ήδη υπάρχουσών εγκαταστάσεων, κάτι που κάνει την αγορά του ακόμα πιο πολύπλοκη από οικονομικής πλευράς. Ακόμη, πέρα από την περίπτωση του υψηλού αρχικού κόστους εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων και εξοπλισμών, υπάρχει και ο προβληματισμός του χρόνου απόσβεσης. Ειδικά, σε πλοία παλαιότερων κατασκευών και τεχνολογίας το κόστος συμβατότητας με τα νέα συστήματα της αγοράς μπορεί να είναι ακόμα μεγαλύτερο, αλλά είναι πιθανό και το ενδεχόμενο, λόγω ξεπερασμένης ηλικίας τους, να μην προλάβει να γίνει η απόσβεση των πλοιοκτητών. Αυτό αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα στο να επεξεργάζονται διπλά αυτή τους την κίνηση οι πλοιοκτήτες. Επιπλέον, υπάρχουν μικρότερες εταιρίες σε μέγεθος και άρα με χαμηλότερο προϋπολογισμό, οι οποίες μπορεί να μην έχουν την δυνατότητα να διαθέσουν την κατάλληλη χρηματοδότηση για τέτοιου είδους ενεργειακά συστήματα.

Ως προς τον τομέα της εκπαίδευσης του προσωπικού, και πάλι συναντώνται προκλήσεις, καθώς υπάρχει ανάγκη για την κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού σχετικά με την χρήση, την αξιολόγηση και την συντήρηση των συστημάτων. Πέρα από αυτό, δεν είναι και πολύ συχνά διαδεδομένη σε όλα τα πληρώματα η εξοικείωση με συστήματα τα οποία χαρακτηρίζονται από περίπλοκο λογισμικό υποστήριξης. Μπορεί να υπάρχουν συστήματα, τα οποία δεν χρειάζονται άμεσα την χρήση τους από ανθρώπινα χέρια, όπως για παράδειγμα το EMMA, αλλά και πάλι το πλήρωμα θα αναγκαστεί να περάσει από την σχετική εκπαίδευση, ώστε να γνωρίζει πώς θα εγκατασταθεί και πώς θα χειριστεί το σύστημα αυτό. Αυτό αποτελεί μια ενέργεια, η οποία παίρνει χρόνο και επιβάλλει, ενδεχομένως, την διάθεση παραπάνω εξόδων από την εκάστοτε ενδιαφερόμενη εταιρία. Στην συνέχεια, υπάρχει και η πρόκληση της ανάγκης για συνεχή μετεκπαίδευση του προσωπικού, λόγω της συνεχούς εξέλιξης της τεχνολογίας και άρα το πλήρωμα είναι υποχρεωμένο να προσαρμόζεται αντίστοιχα. Κάτι τέτοιο δεν αποτελεί μια εύκολη και γρήγορη διαδικασία, αλλά, ακόμη παραπάνω, επιφέρει αυξημένο φόρτο εργασίας του πληρώματος εξ αιτίας των συχνών εκπαιδεύσεων που θα πρέπει να υποστεί. Αυξημένος φόρτος εργασίας του πληρώματος παρατηρείται και στις περιπτώσεις όπου το ίδιο το πλήρωμα είναι υπεύθυνο για τις συχνές συμπληρώσεις αναφορών αναφορικά με την κατανάλωση κλπ και για την υλοποίηση συχνότερων ελέγχων του εξοπλισμού.

Ως προς τον τομέα των τεχνολογικών προκλήσεων, είναι πολύ πιθανό να παρατηρηθεί τεχνική αβεβαιότητα από την μεριά των πλοιοκτητών ως προς το κομμάτι των οφελών



των συστημάτων, ειδικότερα αν κάποιο από αυτά έχει βγει προσφάτως στην αγορά. Από την μεριά του πληρώματος, υπάρχει το ενδεχόμενο για αβεβαιότητα αναφορικά με την αξιοπιστία και την ασφάλεια της λειτουργίας, συγκεκριμένα για τα συστήματα εκείνα που χρειάζονται συχνές συντηρήσεις, καθώς χωρίς αυτές είναι πιθανή η δημιουργία σφαλμάτων. Το γεγονός αυτό λοιπόν δημιουργεί ένα αίσθημα επιφύλαξης από μεριάς τους. Τέλος, δεν είναι απίθανο να υπάρχουν τεχνικοί περιορισμοί, λόγω μη συμβατότητας των διάφορων συστημάτων μεταξύ τους ή με τον υπόλοιπο εξοπλισμό του πλοίου, αλλά και η έλλειψη χώρου για την εγκατάσταση κάποιων που μπορεί να απαιτούν μεγαλύτερο χώρο από αυτόν που υπολογιζόταν.

4. Οφέλη από την εφαρμογή Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης στην Ναυτιλία

Η εφαρμογή των συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, η οποία καθιερώνεται όλο και περισσότερο, συμβάλλει στην σωστή λειτουργία των πλοίων, αλλά και στην συμμόρφωση αυτών με τους κανονισμούς που έχει επιβάλλει ο IMO. Μέσα από έρευνες, έχει γίνει φανερό πως στα πλοία, όπου γίνεται η εφαρμογή των συστημάτων, πραγματοποιείται άξιας σημασίας μείωση στις καταναλώσεις καυσίμων, καθώς και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμη, έχει παρατηρηθεί και αύξηση στην αποδοτικότητα των μηχανών και μείωση του κόστους των επιχειρήσεων.

Πέρα από τα οφέλη στα καύσιμα και στις εκπομπές ρύπων, τα EMS παρέχουν και λειτουργικά οφέλη, όπως είναι για παράδειγμα η καλύτερη επίγνωση και λήψη αποφάσεων από την μεριά του πληρώματος, το οποίο με την σειρά του οδηγεί στην σωστή και σταθερή λειτουργία των μηχανών και άρα σε μικρότερο αριθμό φθορών. Από την μεριά της εταιρίας τώρα, η διαδικασία ενσωμάτωσης των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης, προσφέρει πρακτικά οφέλη, δηλαδή την ενεργειακή απόδοση του στόλου και όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως την εναρμόνιση με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς.

Στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, θα αναφερθούν τα οφέλη στις κατηγορίες πλοίων μέσα από πρακτικά παραδείγματα, τα οποία αντλήθηκαν από διεθνείς έρευνες. Τα



παραδείγματα απασχολούν στον τομέα των εμπορικών πλοίων και των επιβατηγών μέσα από την χρήση κάποιων από των συστημάτων που αναλύσαμε στην προηγούμενη ενότητα. Δυστυχώς, δεν ήταν εφικτή η άντληση στοιχείων για όλα τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης, καθώς δεν υπήρξαν αρκετές δημοσιευμένες μελέτες.

4.1 Οφέλη στα εμπορικά πλοία

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης της εταιρίας Rolls-Royce από την στιγμή δημιουργίας του, το 2017, έχει εγκατασταθεί σε πάνω από 50 πλοία. Μια από τις εταιρίες που το επέλεξαν είναι η Havila Shipping. Ένας από τους λόγους για αυτήν τους την επιλογή ήταν η ευκολία που υποσχόταν ότι έχει το σύστημα στην χρήση του και την αποδεδειγμένη ικανότητα βελτίωσης της λειτουργίας του πλοίου. Ένας ακόμη λόγος, με βάση τα λεγόμενα της ίδιας της εταιρίας, ήταν ότι η ίδια επιθυμούσε ένα σύστημα που θα διευκόλυνε την καταγραφή της κατανάλωσης καυσίμων των πλοίων, χωρίς αυτό να αποτελεί μια παραπάνω αρμοδιότητα του ήδη πολυάσχολου προσωπικού.

Κύριο όφελος του συστήματος είναι ότι το σύστημα μπορεί να δει σε πραγματικό χρόνο την επίδραση των μηχανημάτων για την κατανάλωση καυσίμου, με αποτέλεσμα να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες τροποποιήσεις για τη μείωση κατανάλωσης καυσίμου. Ο αναπληρωτής διευθύνων σύμβουλος της εταιρίας αναφέρει πως το ενεργειακό σύστημα της Rolls-Royce εναρμονίζεται πλήρως με τα πλοία τους, λόγω της απλής χρήσης και της δυνατότητας της άμεσης μείωσης της κατανάλωσης καυσίμων και των άσκοπων ωρών χρήσης του εξοπλισμού, όπως για παράδειγμα οι γεννήτριες. Όλα αυτά πέρα από τα οφέλη του συστήματος ως προς το περιβάλλον, συμβάλλουν και στην συνολική λειτουργία του πλοίου.

Οι πελάτες της Rolls-Royce που έχουν αξιοποιήσει το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης, έχουν καταγράψει ετήσια εξοικονόμηση καυσίμων ως και 20%. Στην Havila Shipping το σύστημα θα έμπαινε σε λειτουργία το 2019 και δεν έχει υπάρξει κάποια νέα ενημέρωση από τότε. (*Havila Shipping chooses Rolls-Royce Energy Management System for nine offshore vessels, no date*)

Άλλο ένα πρακτικό παράδειγμα αφορά το σύστημα της Marorka Onboard. Το σύστημα εγκαταστάθηκε αρχικά ως πιλοτικό σε έναν αριθμό εμπορικών πλοίων, ως μέρος ενός προγράμματος για την βελτίωση απόδοσης καυσίμων και της λειτουργίας τους, το οποίο



είχε αναλάβει η εταιρία Unique Group για τον πελάτη της. Η πιλοτική εφαρμογή διήρκησε τρεις μήνες ώστε να συγκεντρωθούν τα απαραίτητα δεδομένα. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για τη διαμόρφωση ενός προτύπου λογισμικού το οποίο βελτιστοποιούσε την ενεργειακή αξιοποίηση του σκάφους και λειτουργούσε ως βάση για κάθε τύπο πλοίου. Αυτή η βάση αποτέλεσε το επίπεδο σύγκρισης και ανάλυσης σχετικά με τις επιδόσεις των άλλων πλοίων. Έπειτα εγκαταστάθηκε το σύστημα και στα άλλα πλοία.

Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν από τις εκθέσεις ανάλυσης ενέργειας και απόδοσης του πλοίου, οδήγησαν σε μεταβολές οι οποίες κατέληξαν σε βελτίωση της εξοικονόμησης καυσίμων κατά 23% στα πρώτα πέντε έτη αφού εγκαταστάθηκε το σύστημα της Marorka Onboard.

Τα βασικά οφέλη του συστήματος που καταγράφηκαν από την εταιρία, είναι πως είναι εύκολο στη χρήση και αποτελεί ένα διαδραστικό σύστημα, η διαδικασία της εγκατάστασής του διεξήχθη κατά την διάρκεια του ταξιδιού και άρα δεν χρειάστηκε η διακοπή λειτουργίας του πλοίου και ακόμη υπήρξε εύκολη διασύνδεση του συστήματος με τον υπόλοιπο εξοπλισμό του πλοίου. Επιπλέον, είναι δυνατή η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο από το πλοίο και το κέντρο ελέγχου της ξηράς, υπάρχει σημαντική μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα και υψηλότερη οικονομία των καυσίμων. (Unique Group, 2023)

4.2 Οφέλη στα επιβατηγά και στα κρουαζιερόπλοια

Από το 2015 και έπειτα η εταιρία AIDA Cruises έχει μεταβεί σε συνεργασία με την ABB και έχει εγκαταστήσει στα πλοία της το σύστημα EMMA. Μέσα από τους ετήσιους απολογισμούς της εταιρίας αναφέρεται ότι το κυριότερο προνόμιο που έχει προσφέρει το σύστημα είναι η ιδιότητά του να εξασφαλίζει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, με σκοπό να επιτευχθεί η καλύτερη λειτουργία του πλοίου και των συστημάτων που βρίσκονται σε αυτό. Το σύστημα EMMA παρέχει την παρακολούθηση 7 σημαντικών κατηγοριών του πλοίου όπως είναι η ισχύς κίνησης, η απόδοση της πρόωσης, το trimming, η παροχή ενέργειας, η χρήση της απορριπτόμενης θερμότητας, ο κλιματισμός, η ειδική και γενική κατανάλωση καυσίμου.



Το σύστημα και οι ονομαστικές τιμές επί του σκάφους μπορούν να ρυθμίζονται, όποτε απαιτείται, και έτσι το πλοίο να λειτουργεί αποδοτικότερα. Το έτος 2017, σημειώθηκε μείωση 1,10% σε σχέση με το προηγούμενο, αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας και καυσίμου. (AIDA CARES 2018, 2018)

5. Μελλοντικές τάσεις στα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης

Βρισκόμαστε σε μια εποχή κατά την οποία οι τεχνολογίες συνεχώς εξελίσσονται και άρα είναι επόμενο να περιμένουμε νέες τάσεις και στον τομέα των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης. Τα υπάρχοντα συστήματα δίνουν έμφαση κυρίως στο σύστημα ενέργειας του πλοίου. Μια πρόταση θα ήταν να επικεντρωθεί η μελλοντική έρευνα στην διερεύνηση του συνόλου του ελέγχου με άλλα υποσυστήματα, όπως για παράδειγμα αυτό της επεξεργασίας καυσαερίων και της ανάκτησης της θερμότητας αποβλήτων. Μια στρατηγική καλό θα ήταν να υπολογίζει στην δημιουργία της και τις καθημερινές ανάγκες του φορτίου του πληρώματος και του εξοπλισμού του πλοίου. Σαν στόχος λοιπόν, μπαίνει η ανάλυση του κάθε υποσυστήματος και άρα η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής ελέγχου που θα αναβαθμίζει την οικονομία καυσίμου και θα ελαττώνει τις εκπομπές ρύπων σε όλο το πλοίο. Για να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο είναι αναγκαία η εξέταση του συστήματος ενέργειας σε συνδυασμό με άλλα συστήματα και η από κοινού σύνθεση της στρατηγικής διαχείρισης της ενέργειας. Οι μελλοντικές έρευνες, δηλαδή, θα πρέπει να εστιάσουν στην διαμόρφωση ισχυρών μηχανισμών για την συγκέντρωση δεδομένων που μπορούν να διαχειριστούν την μεταβλητότητα και τις απαιτήσεις πραγματικού χρόνου των θαλάσσιων συνθηκών.

Μια επόμενη τάση, αν και έχει εγκαθιδρυθεί ήδη σε μεγάλο βαθμό, είναι αυτή της Τεχνητής Νοημοσύνης. Το AI ήδη ενισχύει την ασφάλεια στην ναυτιλία μέσα από συστήματα πρόληψης συγκρούσεων και χρήσης των μηχανών με βάση προβλέψεις των καιρικών συνθηκών. Η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά σημαντικά στην διαχείριση της ενέργειας και των ρύπων. Βάσει μετρήσεων της απόδοσης του πλοίου και των δεδομένων που λαμβάνονται από τους αισθητήρες στο πλοίο, γίνεται σύγκριση με τα μοντέλα απόδοσης του πλοίου και παίρνονται αποφάσεις όπως καθαρισμός της γάστρας, προσαρμογή της ταχύτητας, τα οποία βοηθούν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας



και κατ' επέκταση των ρύπων. (Τσαμόπουλος, 2024) Με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης τα πλοία γίνονται πιο ασφαλή και αποδοτικά λόγω της χρήσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση των δεδομένων που διατίθενται σε πραγματικό χρόνο και η ανάλυσή τους είναι μια ακόμη τάση που έχει ξεκινήσει να χρησιμοποιείται. Όπως και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, έτσι και στα δεδομένα θα εγκαθιδρυθεί η χρήση τους, καθώς με την βοήθεια της ανάλυσής τους επιτυγχάνεται η εξαγωγή για πρότυπα κατανάλωσης και φανερώνονται οι ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας, με στόχο να λειτουργήσουν πιο αποδοτικά τα συστήματα διαχείρισης. Η υιοθέτησή και της τεχνητής νοημοσύνης και των δεδομένων, ή αλλιώς big data, μάλιστα είναι μια μέθοδος που μπορεί να ξεκινήσει άμεσα, χωρίς κάποια ιδιαίτερη χρηματική επένδυση σε νέο εξοπλισμό και υποδομές.

Νέα τάση στην ναυτιλία τον τελευταίο καιρό έχει παρατηρηθεί η κατασκευή υβριδικών συστημάτων πρόωσης. Αυτό από μόνο του βέβαια, ναι μεν είναι καλύτερο για το περιβάλλον και συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά για να μπορέσει να λειτουργήσει σωστά ένα τέτοιο υβριδικό σύστημα, σημαντικός παράγοντας είναι η ύπαρξη ενός εξειδικευμένου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, το οποίο θα ρυθμίζει τις διάφορες πηγές ενέργειας και θα προφυλάσσει την μπαταρία. Με το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης δηλαδή, θα ελέγχεται το στάδιο φόρτισης και εκφόρτισης των μπαταριών στα υβριδικά πλοία και με αυτό τον τρόπο οι μπαταρίες θα καταλήξουν να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. (Wärtsilä, no date)

Τέλος, οι λιμένες θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο ως προς το μελλοντικό ενεργειακό σύστημα διαχείρισης πλοίων και λιμένων. Εδώ γίνεται λόγος για το ήδη εφαρμοσμένο σε πολλά λιμάνια, κυρίως για κρουαζιερόπλοια, “shore power connection”. Αυτό αποτελεί την σύνδεση των πλοίων με τον λιμένα που βρίσκονται ανά περίπτωση, έτσι ώστε να μην ξοδεύουν ενέργεια μέσα από την χρήση των μηχανών τους, για το διάστημα που θα βρίσκονται εκεί. Για όσο βρίσκονται στα λιμάνια δηλαδή, τα πλοία θα μπορούν να κάνουν χρήση του “cold ironing”, δημιουργώντας έτσι λιγότερες εκπομπές. Στα λιμάνια όπου αυτός ο τρόπος εφαρμόζεται ήδη, αυτά έχουν ενσωματωθεί στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Στο μέλλον όμως τα λιμάνια θα μπορούν να παράγουν μόνα τους ενέργεια μέσα από ανανεώσιμες πηγές, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια και τα αιολικά. (VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, 2016)



6. Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη εργασία ανέλυσε τη σημασία των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης, τα οποία αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά μέσα για την επίτευξη του στόχου της ναυτιλίας να μεταβεί στην «πράσινη εποχή». Τα συστήματα αυτά παρέχουν λύσεις που βοηθούν στην μείωση των εκπομπών, στην μείωση και στην καλύτερη κατανάλωση καυσίμου και την καλύτερη απόδοση των πλοίων, με βάση τους κανονισμούς και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις που συνεχώς αυξάνονται και γίνονται πιο αυστηρά.

Με την βοήθεια της μελέτης των εμπορικών εφαρμογών των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης που αναλύθηκαν εκτενώς παραπάνω (Ulstein, Noris, Marorka, Siemens Energy, ABB, Rolls-Royce) συμπεραίνουμε ότι αυτά τα συστήματα παρέχουν τις λύσεις που απαιτούνται, ενώ είναι συγχρόνως εναρμονισμένα με τα πρότυπα ISO και τους κανονισμούς του IMO. Οι λύσεις που παρέχουν αποτελούνται από δεδομένα πραγματικού χρόνου, τεχνητή νοημοσύνη, πλατφόρμες παρακολούθησης, ενώ σε κάποια ταυτόχρονα είναι δυνατή και η διαχείριση του στόλου από την ξηρά, συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη απόδοση και λήψη των αποφάσεων. Παρόλα αυτά η εφαρμογή τους έρχεται και με προκλήσεις όπως είναι το κόστος εγκατάστασης, η ανάγκη να μπορούν να συμβαδίσουν με την υπάρχουσα τεχνολογία των πλοίων και η εκπαίδευση του προσωπικού. Αυτά αποτελούν παράγοντες που θα πρέπει να καταπολεμηθούν.

Ο δρόμος του μέλλοντος φαίνεται να οδηγείται σε πιο ολοκληρωμένες στρατηγικές διαχείρισης της ενέργειας, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν άλλα υποσυστήματα του σκάφους, όπως είναι για παράδειγμα τα συστήματα πρόωσης. Ακόμα πιο έντονη παρουσία στο μέλλον φαίνεται να έχουν τα λεγόμενα big data και η τεχνητή νοημοσύνη που εξελίσσονται ραγδαία γενικά σε όλους τους κλάδους.

Κλείνοντας την εργασία αυτή, κατέστη φανερό πως η ενεργειακή διαχείριση αποτελεί το σημαντικότερο βήμα για την ναυτιλία του μέλλοντος, η οποία θα χαρακτηρίζεται από βιωσιμότητα και καινοτομία, με την συνεχόμενη εξέλιξη των τεχνολογιών, τις κατάλληλες επενδύσεις και εκπαιδεύσεις του προσωπικού να αποτελούν τα κύρια σημεία για την σωστή και επιτυχή λειτουργία τους.



Βιβλιογραφία

- ♦ 2023 IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS (2023).
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.377\(80\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.377(80).pdf).
- ♦ AIDA CARES 2018 (2018).
https://media.aida.de/fileadmin/user_upload/v4/Unternehmen/Nachhaltigkeit/Tabelle/2018/Englisch/190205_AIDAcares2018_EN.pdf
- ♦ Automation and control (no date). <https://www.siemens-energy.com/us/en/home/products-services/product/automation-and-control.html>.
- ♦ Blenkey, N. (2019) 'Rolls-Royce launches next-gen Energy Management System', *Marine Log*, 4 February. <https://www.marinelog.com/news/rolls-royce-launches-next-gen-energy-management-system/>.
- ♦ Brief history of IMO (no date). <https://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>.
- ♦ EMMA Ship Energy Manager (no date). <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105713A1213&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch&DocumentRevisionId=A>.
- ♦ Energy Efficiency (EEDI-EEXI-CII) (no date). <https://insb.gr/services/energy-efficiency-eedi-eexi-cii/>.
- ♦ Energy efficiency handbook, ABB Ability Marine Advisory System (no date). <https://new.abb.com/marine/energy-efficiency/energy-guide/abb-ability-marine-advisory-system-octopus>.
- ♦ Energy management (no date). <https://www.noris-group.com/products-and-systems/maritime-system-solutions/energy-management>.
- ♦ Energy Management System (EMSTM) (2025). <https://ulstein.com/system-integration/automation-solutions/energy-management-system>.
- ♦ Havila shipping chooses Rolls-Royce Energy Management System for nine offshore vessels (no date). <https://www.rolls-royce.com/media/press->



- [releases/2019/26-02-2019-havila-shipping-chooses-rr-energy-management-system-for-nine-offshore-vessels.aspx?utm_source.](https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Improving%20the%20energy%20efficiency%20of%20ships.aspx?utm_source=releases/2019/26-02-2019-havila-shipping-chooses-rr-energy-management-system-for-nine-offshore-vessels.aspx)
- ◆ *Improving the energy efficiency of ships* (no date).
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Improving%20the%20energy%20efficiency%20of%20ships.aspx>.
 - ◆ International Maritime Organisation (2016) *Module 6 – Energy Management Plans and Systems*.
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Air%20pollution/M6%20energy%20management%20plan%20and%20system%20final.pdf>.
 - ◆ *ISO 14001:2015* (no date). <https://www.iso.org/standard/60857.html>.
 - ◆ *Marine* (no date). <https://www.siemens-energy.com/us/en/home/products-services/solutions-industry/marine.html>.
 - ◆ Rehmatulla, N. and Smith, T. (2015) ‘Barriers to energy efficient and low carbon shipping’ *Ocean Engineering*, 110, pp.102-112.
<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.09.030>
 - ◆ *Safety4Sea Energy Efficiency Forum Marorka Energy Management* (2012).
<https://www.safety4sea.com/wp-content/uploads/2015/01/Session-2.5-MARORKA.pdf>.
 - ◆ Unique Group (2023) *Unique Group improved fuel efficiency by 23% for client fleet*. <https://www.uniquegroup.com/case-studies/unique-group-improved-fuel-efficiency-by-23-for-client-fleet/>.
 - ◆ VTT Technical Research Centre of Finland Ltd (ed.) (2016) *Ship Energy Efficiency Technologies – Now and the future*.
<https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2017/T306.pdf>.
 - ◆ Wärtsilä (no date) ‘Seven fascinating hybrid ship trends that everyone needs to know about’, *Wartsila.com*. <https://www.wartsila.com/insights/article/seven-fascinating-hybrid-ship-trends-that-everyone-needs-to-know-about#:~:text=Will%20hybrid%20save%20me%20money%3F>.



Μαρία-Νεφέλη Λέβιτα,
Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογές στην
Ναυτιλία

- ♦ Τσαμόπουλος, Μ. (2024) ‘Τεχνητή Νοημοσύνη και ναυτιλία’, *Ειδήσεις Για Την Οικονομία* | *Newmoney*, 12 October. <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/nautilia/techniti-noimosini-ke-naftilia-pics/>.