ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
στην
ΝΑΥΤΙΛΙΑ

(EEDI & SEEMP)- ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Σιώτα Δ. Αμαλία

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

Οκτώβριος 2015

Πειραιάς

<u>ΔΗΛΩΣΗ</u>

«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».

ABSTRACT

The improvement of Ship Energy Efficiency has been a major issue for the Shipping industry, mainly for three reasons; primarily because the fuel expenses of merchant ships contribute dramatically to the overall vessel's expenses, following the continuous increase of the bunker prices. Secondarily, the Conventional Diesel Engines and Gas Turbines emit great amounts of Greenhouse Gases (GHGs), contributing to the Climate Change. Thirdly, the last six years the shipping industry was characterized by a recession, followed with a decrease in revenues and a low interest for new-buildings. Consequently, the low income made crucial the need for lowering of costs and thus new technologies through EEDI. This gave the opportunity and the time frame to the Shipyards, to follow the new industry requirements, modify the standard designs and proceed with technical innovations.

The objective of this Diploma Thesis is to contribute to the identification of methods and technologies for vessel's construction in order to improve EEDI and for vessel's optimal operation according to SEEMP.

Initially, in the first chapter a brief introduction is made to the environmental issues raised, in relation with shipping industry and the legislation framework. Also will be presented and explained the two main indicators EEDI (for new-buildings and EEOI (for existing ships) proposed by the IMO.

The second chapter describes the main technologies and techniques used, in order to improve the construction of a new-building for achieving a better EEDI.

The third and fourth chapter is a presentation of the investments, modifications, management and operational changes that can be made in order to improve energy efficiency of existing ships, according to SEEMP.

The fifth chapter is an effort to present an economic result of modifications made on an existing vessel and to quote the several parameters that should be taken into account by owner.

I would like to express my sincere gratitude to Professor Tselentis Nikolaos for all his support and guidance during this period of preparation of the Thesis. Finally I would like to thank my family for all their love and support during this period.

Amalia Siota

October 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα πλοία, στα υπό κατασκευή και στα εν ενεργεία, είναι ένα ζήτημα που απασχόλησε έντονα την ναυτιλιακή βιομηχανία την τελευταία δεκαετία.
Σε πρώτο επίπεδο, η στροφή αυτή της ναυτιλίας προς τις πράσινες τεχνολογίες, με στόχο τη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της βιομηχανίας, έγινε για να συμβάλλει στην μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και κατ'επέκταση στην κλιματική αλλαγή.
Αν όμως διερευνυθούν περισσότερο όλες οι πτυχές του ζητήματος θα πρέπει να επισυμανθεί η παράμετρος της συνεχούς αύξησης του κόστους των καυσίμων που αποτελεί τον ισχυρότερο παράγοντα διαμόρφωσης του τελικού κόστους για τον πλοιοκτήτη, εξαιτίας και της μεταβλητότητας που παρουσιάζει. Οι τεχνολογίες και οι πρακτικές που εφαρμόζονται με τον EEDI & SEEMP, έχουν ως βασικό στόχο την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.
Ταυτόχρονα, η μειωμένη οικονομική δραστηριότητα των τελευταίων χρόνων, προκάλεση ύφεση και στην ναυτιλιακή δραστηριότητα. Οι εφοπλιστές είδαν τα κέρδη τους να μειώνονται δραματικά, αναγκάζοντάς τους και πάλι να αναζητήσουν τρόπους περιορισμού του κόστους τους. Αυτή η παράμετρος έδωσε το περιθώριο σε πλοιοκτήτες αλλά και ναυπηγεία, να αναζητήσουν νέες τεχνολογίες μέσω του EEDI που μειώνουν το κόστος και ταυτόχρονα αυξάνουν την αποδοτικότητα.Τα ναυπηγεία ακολούθησαν τις νέες απαιτήσεις της βιομηχανίας, τροποποίησαν τα πρότυπα σχέδια τους και υιοθέτησαν τις απαραίτητες τεχνολογίες. Σε αυτό λειτούργησε επικουρικά και η μείωση των παραγγελιών σε νέα πλοία, ως επακόλουθω της μειωμένης οικονομικής δραστηριότητας, δίνοντας το χρονικό περιθώριο στα ναυπηγεία για να προσαρμοστούν στις νέες απαιτήσεις.
Ο σκοπός αυτής της Διπλωματικής εργασίας είναι να συμβάλλει στην αναγνώριση μεθόδων και τεχνολογιών που συμβάλλουν και βελτιώνουν τον ενεργειακό βαθμό απόδοσηςτων νεόκτιστων και εν ενεργεία πλοίων.
Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στα περιβαλλοντικά ζητήματα που εγείρονται και σχετίζονται με τη ναυτιλία και στο πλαίσιο εφαρμογής που εισήγαγε ο Διεθνής Ναυτιλιακός οργανισμός IMO. Επίσης παρουσιάζεται ο Λειτουργικός Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Operational Indicator – EEOI) που αφορά στα υπάρχνοντα πλοία και ο Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Design Index- EEDI) που αφορά στα υπό κατασκευή πλοία.
Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση των κύριων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση ενός υπό κατασκευή πλοίου. Το τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο, είναι μια παρουσίαση όλων των εργαλείων, τεχνικών, μεθόδων, ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα ενός υπάρχοντος πλοίου, σύμφωνα με το SEEMP.
Το τελευτάιο κεφάλαιο είναι μια προσπάθεια εκπόνησης μιας οικονομικής μελέτης για τις τροποποιήσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα πλοίο και να παρουσιαστούν όλοι οι παράμετροι που θα πρέπει να συνυπολογιστούν στην τελική απόφαση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1	Το περιβαλλοντικό πρόβλημα	5
1.2	Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή	5
1.3	Ναυιλία και IMO	6
1.4	Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη Ρύπανσης από Πλοία	8
1.5	EEDI & SEEMP Νομοθεσία	11
1.6	Energy Efficiency Design Index - Ανάλυση	12
1.7	Ερμηνεία της τιμής EEDI	15
1.8	Ερμηνεία της τιμής EEOI	16
1.9	Παραπομπές	17
2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ- VESSEL'S CONSTRUCTION FOR IMPROVED EEDI	
2.1	Σχεδιασμός Πλοίου (Ship Design)	18
2.1.1	Οικονομίες Κλίμακας (Efficiency of Scale)	18
2.1.2	Reduce Ballast	20
2.1.3	Κατασκευλη πλοίων με ελαφρύτερα υλικά (Lightweight Construction)	20
2.1.4	Εξεύρεση Βέλτιστων αναλογιών στα νεόκτιστα πλοία (Optimum Main Dimensions)	20
2.1.5	Interceptor Trim Plates	21
2.1.6	Ducktail Waterline Extension	21
2.1.7	Air Lubrication	21
2.2.	Πρόωση (Propulsion)	22
2.2.1	Βέλτιστη Επιλογή Προπέλλας (Optimum Propeller)	22
2.2.2	Είδη προπέλλας	23
2.3	Νεόκτιστα Πλοία και Ναυπηγεία New-Buildings & Shipyards	25
2.4	References	26
3.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ- Σε τι συνίσταται η εφαρμογή του SEEMP WHAT IS THE SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN	27
3.1.	Σχεδιασμός/Planning	28
3.2	Εκτέλεση/Implementation	30
3.3.	Παρακολούθηση/Monitoring	30
3.4	Αξιολόγηση και Βελτίωση Self-Evaluation and Improvement	30
4.	Μέτρα για τη βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης-VSL'S OPERATION ACCORDING TO SEEMP FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY	32
4.1	Επένδυση Κεφαλαίου/Αντικατάσταση Υλικού Capital Investment/Hardware Replacement	33
4.1.1	Τροποποίηση του Συστήματος Πρόωσης Propulsion System Modification	33
4.1.2	Main Engine Fuel/Slide Valves Modification	33

4.1.3	Γύαλισμα Έλικας για εξοικονόμηση καυσίμων Propeller Polishing for Fuel Saving	33
4.1.4	Επίστρωση έλικας με χρώματα σιλικόνης Silicon Based Coating Propeller	34
4.1.5	Επίστρωση γάστρας με χρώματα σιλικόνης Silicon Based Coating Hull	34
4.1.6	Μετρητή Ροπής του Συστήματος Torque Meter Installation	34
4.1.7	Use of Fuel Oil Homogenizers	35
4.1.8	Power Management System	35
4.1.9	Waster Heat Recovery	35
4.2	Εξοπλισμός και συστήματα τακτικής συντήρηση και Παρακολούθησης Hardware Systems Regular Maintenance and Monitoring	36
4.2.1	Η παρακολούθηση και Συντήρηση των υφάλων του πλοίου / Hull Maintenance	36
4.2.2	Τακτική παρακολούθηση/μέτρηση της κύρια μηχανής και της ηλεκτρομηχανής M/E and D/G Performance and Consumption	36
4.2.3	Συσκεύες παρακολούθησης των αέριων εκπομπών Emissions Monitoring Devices / Monitoring	37
4.2.4	Reducing Emission of HCFC	37
4.3	Επιχειρησιακές/Διαχειριστικές αλλαγές για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης Operational/Management Changes to Increase Energy Efficiency	37
4.3.1	Επιλογή του βέλτιστου θαλάσσιου δρόμου Weather Routing	37
4.3.2	Ακριβής Χρόνος Αύξησης /Just In Time	38
4.3.3	Optimum Trim and Ballast	39
4.3.4	Βελτιστοποίηση της ταχύτητας/Speed Optimization	40
4.3.5	On shore Power Supply	41
4.3.6	Ενημέρωση του πληρώματος και Εκπαίδευση Crew Awareness and Training	41
4.4	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας Renewable and or Alternative Energy	42
4.4.1	Η χρήση της Αιολικής Ενέργεια/Use of Wind Power	42
4.4.2	Η χρήση της ηλιακής Ενέργειας/Use of Solar Power	43
4.4.3	Χρήση εναλλακτικών καυσίμων/Use of Alternative Fuels	44
4.5	Συμβατότητα των μέτρων	45
4.5	Παραπομπές για τα κεφάλαια 4 &5	46

5.	**CASE STUDY** **Theme :Η ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΠΟ ΜΙΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΟΛΟΥ ή Η ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΕΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟΛΟΥ**	
5.1	***Περίληψη/Summary***	**47**
5.2	***Ποιοτικά Χαρακτηριστικα για Νεόκτιστα πλοία*** **Quality Characteristics for New-Buildings**	**48**
5.3	***Ποιοτικά Χαρακτηριστικά για Τροποποιήσεις*** **Quality Characteristics for Modifications On Board**	**49**
5.4	***Μεγάλες Τροποποιήσεις και ενεργειακή αποδοτικότητα*** **Major Modifications on board and impact on energy efficiency**	**49**
5.5	***Ποσοτικά Χαρακτηριστικά για τροποποιήσεις*** **Quantitate Characteristics for Modifications On Board**	**52**
5.5	***Συμπεράσματα***	
6	***Παράπομπές***	**54**

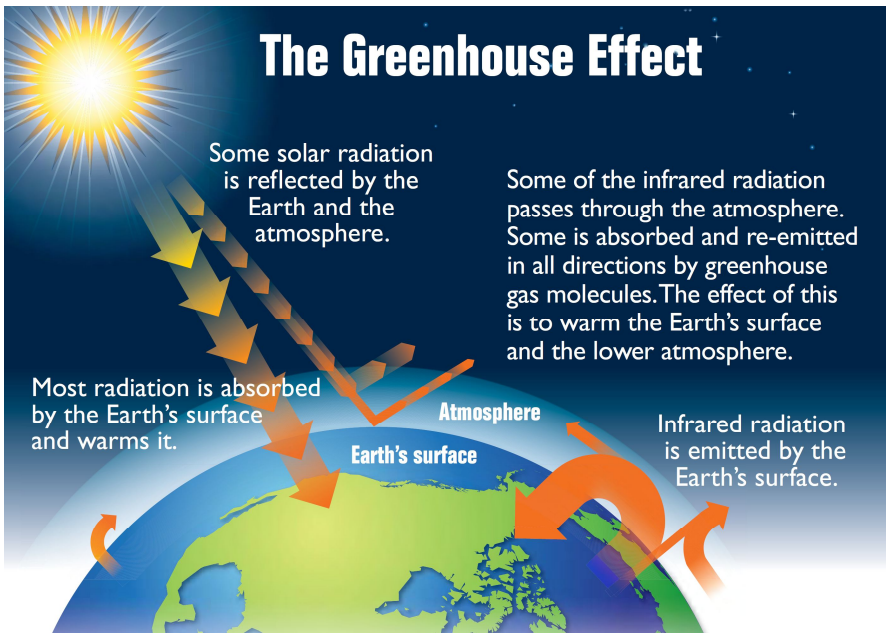
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Το περιβαλλοντικό πρόβλημα

Σήμερα, η αυξανόμενη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας συντελεί στην περιβαλλοντική μόλυνση και στην αύξηση των ρύπων και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης έχει προκύψει από την πληθυσμιακή και την οικονομική ανάπτυξη τα οποία τείνουν να αυξήσουν την ενεργειακή χρήση ανά άτομο, ανά χώρα και ανά οικονομικό κλάδο. Συνεπώς, η αναπόφευκτη πληθυσμιακή και η οικονομική ανάπτυξη που θα πραγματοποιηθεί σε πολλές χώρες στο άμεσο μέλλον, μπορεί να συντελέσουν σε επιπλέον σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Από τις αρχές του 1980 η σχέση μεταξύ της ενεργειακής χρήσης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχει προσελκύσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον και ένας μεγάλος αριθμός διεθνών δράσεων έχει επικεντρωθεί προς αυτήν την κατεύθυνση. Η ναυτιλία αναγωρίζοντας την συμβολή της στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος και έχοντας ως γνώμονα την κοινωνική της ευθύνη ρυθμίζει το περιβαλλοντικό κανονιστικό της πλαίσιο μέσω του IMO. Με αυτό το τρόπο λαμβάνει μέτρα που ρυθμίζουν το περιβαλλοντικό της αποτύμωμα και ταυτόχρονα μειώνουν το κόστος λειτουργίας των πλοίων της μέσω νέων εξελιγμένων τεχνολογιών.

1.2.Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κλιματική αλλαγή

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία που επιτρέπει την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη. Ονονάστηκε έτσι απο τον Γάλλο μαθηματικό Faurier το 1822 γιατί λειτουργεί όπως το θερμοκήπιο καθώς η ατμόσφαιρα παρομοιάζεται με το γυαλί του θερμοκηπίου που συμβάλλει στη θερμανσή του.



Σε απόσταση 25 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης υπάρχει ένα λεπτό στρώμα αποτελούμενο κυρίως απο CO_2 και υδρατμούς όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου. Δηλαδή ενώ επιτρέπει την είσοδο της θερμότητας που μεταφέρει η υπεριώδης ακτίνα του ήλιου εμποδίζει την έξοδο της θερμότητας στο διάστημα. Έτσι η επιφάνεια της Γης συκρατεί ένα ποσό θερμότητας και διατηρεί σταθερή τη μέση θερμοκρασία, τη βασική συνθήκη για να διατηρείται η ζωή πάνω στην επιφάνεια της γης.
Επομένως το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Δίχως αυτό η Γη θα ήταν κρύα (περίπου στους -20) και δεν θα μπορούσε να υπάρξει ζωή. Αντιθέτως λόγω του φαινομένου η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των 15C.

Περίπου το 86% της κατακρατούμενης απο την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας οφείλεται στην παρουσιά υδρατμών (H_2O), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και νεφών. Οι υδρατμοί αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό, κατά ποσοστό 60% ενώ μικρότερη συνεισφορα έχουν και τα αέρια: μεθάνιο (CH_4) οξείδιο του νατρίου (N_2O) και όζον (O_3). Τα αέρια που έχουν την ιδιότητα να κατακρατούν την ηλιακή ακτινοβολία εντός της γήινης ατμόσφαιρας ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου**.**

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία που ωστόσο ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η ανθρώπινη δραστηριότητα να επιταχύνει την κλιματική αλλαγη και το διαπιστώνουμε με την αύξηση της θερμοκρασίας, την αλλαγή του ρυθμού των βροχοπτάσεων, το λιώσιμο των παγετώνων και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Σε αντιδιαστολή υπάρχει η αντίθετη άποψη ότι εδώ και μερικά εκατομμύρια χρόνια το κλίμα της γής το έχουν επηρεάσει περίοδοι παγετώνων αλλά και θερμές περίοδοι. Κατά τις ψυχρές περιόδους δημιουργούνταν οι παγετώνες στον πλανήτη οι οποίοι στη συνέχεια έλιωναν αργά κατά τις θερμές μεσωπαγετώδεις περιόδους και νέοι πάγοι επικάθονταν. Αλλαγες στη θέση των ηπείρων, την ωκεάνια κυκλοφορία του νερού, τα χαμηλότερα επίπεδα του CO_2 και οι αλλαγές στην ακτινοβολία μπορεί να έχουν συμβάλλει στον κλιματολογιμό κύκλο της δημιουργίας πάγου. Αφού το κλίμα πάντα αλλαζε γιατί σήμερα μας απασχολεί η αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της αύξησης του φαινομένου του θερμοκηπίου;

Παρόλο που οι αλλαγες στο κλίμα πάντα συνέβαιναν οι επιστήμονες πιστεύουν οτι σήμερα με την καύση των ορυκτών καυσίμων και των επιβλαβών επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο πλανήτη αυτή η αλλαγή επιταχύνεται και όχι πάντως με φυσικα αίτια, με αποτέλεσμα τα οικοσυστήματα να μην προλαβαίνουν να προσαρμοστούν. Καταλήγουν λοιπόν στο συμπέρασμα οτι το ποσοστό αλλαγής του κλιματος σήμερα αυξάνεται γρήγορα, σε σημείο που η ζωή στη γη δεν θα έχει το χρόνο να προσαρμοστέι στους μεταβαλλομενους όρους.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα με πολλούς παραμέτρους. Συνδέεται άμεσα με τη ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη στον αναπτυγμένο κόσμο και με τις επιπτώσεις που αυτη έχει και στον αναπτυσσόμενο κόσμο χωρίς όμως να υπάρχει συμμετοχή τους στο φαινόμενο και συνδέεται με ζητήματα φτώχειας, οικονομικής αναπτυξης και πληθυσμιακής αύξησης.

Καταλήγοντας λοιπόν πρέπει να τονιστεί ότι οι αναπτυγμένες χώρες φέρουν το μεγαλύτερο μερος της ευθύνης για το φαινόμενο του θερμοκηπιού. Το συγκεκριμένο ζήτημα κυριαρχεί στην αντζέντα όλων των διεθνών οργανισμών, καθορίζονται πλαίσια και υπογράφονται πρωτόκολλα με μια διάθεση πιο ελαστική απο την Δύση προς τα αναπτυσσόμενα κράτη και με μια τάση αναβλητικότητας υλοποίησης απο τη μεριά τους.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια τάσηεπαναπροσδιόρισης και εφαρμογής πιο σκληρής στρατηγικής(Πρωτόκολλο Κοπενγχάγκης 2009) από τα κράτη μέλη του Οργανισμου Ηνωμένων Εθνών, όπου έθεσαν στόχο τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2°C σε σχέση με την προβιομηχανικήεποχή.Ο στόχος αυτός είναι δυνατόν να επιτευχθεί εφόσον η συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σταθεροποιηθεί στα 450ppm. Αυτό σημαίνει ότι, παγκοσμίως, το επίπεδο των εκπομπών πρέπει να μειωθεί δραστικά, ώστε μέχρι το 2050 να περιοριστεί στο 50% περίπου του αντίστοιχου επιπέδου του 1990.
Ο επιμερισμός του παγκόσμιου αυτού στόχου κατά περιοχή δεν είναι δυνατόν να είναι ισομερής.Λαμβανομένης υπόψη της τάσης για σημαντική αύξηση των εκπομπών από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες(Κίνα,Ινδία,κ.λπ.), η ανάλυση με παγκόσμια ενεργειακά πρότυπα (PrometheustouΕΜΠ-E3MLab, POLES του IPTS και WEO του IEA) δείχνει ότι η υποχρέωση μείωσης των εκπομπών από τις χώρες του ΟΟΣΑ πρέπει να διαμορφωθεί στο 80% το 2050 συγκριτικά με το 1990. Η ανάλυση δείχνει επίσης ότι για την επίτευξη του στόχου οι αναπτυσσόμενες οικονομίες θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές κατα 25% το 2050, από το επίπεδο εκπομπών το 1990, στόχος που αντιστοιχεί σε μείωση κατά περίπου 80% από τις εκπομπές τους το 2050 στο πλαίσιο των τρεχουσών τάσεων ανάπτυξης.
Επομένως για την Ευρωπαική ένωση τίθεται ως στόχος η μείωση κατά 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2050, σε σύγκριση με το επίπεδο του 1990**.[1]**
Η δημιουργία ενός πλαισίου περαιτέρω συνεργασίας που θα επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών, τεχνολογίας και τεχνογνωσίας μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων κρατών , είναι απαραίτητη προυπόθεση ώστε σε πρακτικό επίπεδο να υλοποιηθούν οι προκαθορισμένη στόχοι.

1.3 Ναυτιλία και IMO

Στη σημερινή παγκοσμιοποιημένη εποχή,το μεταφορικό μέσο που αποτελεί τον πυλώνα και το βασικό συστατικό της οικονομικής ανάπτυξης είναι η ναυτιλία. Οι θαλάσσιες μεταφορές, με συνεχώς βελτιούμενα, μεγαλύτερα, ασφαλέστερα, αποδοτικότερα και ταχύτερα πλοία κατέστησαν οικονομικά προσιτές, πιο μακρινές αγορές, όπως η Κίνα και η Ινδία, αύξησαν το ποσοστό των διεθνώς εμπορευσίμων αγαθών σε κάθε χώρα, διαδραματίζοντας πρωταγωνιστικό ρόλο στην ενοποίηση

των παγκόσμιων αγορών Υπολογίζεται από τον ΟΟΣΑ ότι το μεταφερόμενο έργο που εκτελείται απο τη ναυτιλία ξεπερνάει το 90% του παγκόσμιου εμπορίου. Είναι μάλιστα το πλέον φιλικό περιβαλλοντικά μέσο μεταφοράς, καθώς εκπέμπει μόνο το 2,7% τωνπαγκοσμίων ρύπων. Για παράδειγμα, αν ένα μεγάλο δεξαμενόπλοιο εκπέμπει 1 μονάδα καυσαερίων ανά μεταφερόμενο τόνο φορτίου, ένα πλοίο με εμπορευματοκιβώτια, λόγω της υψηλότερής του ταχύτητας, εκπέμπει 3 μονάδες, ένα τρένο 6 μονάδες, ένα μεγάλο φορτηγό 50 μονάδες και ένα αεροπλάνο 400 μονάδες.**[2]**

Το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, της υπερθέρμανσης του πλανήτη και κατ'επέκταση της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου στις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες αποτελεί το κυρίαρχο ζήτημα στην αντζέντα των διεθνών περιβαντολλογικών οργανισμών. Ο κλάδος της ναυτιλίας και ο ΙΜΟ συμμετέχει σε αυτό το προβληματισμό και έχει υιοθετήσει συγκεκριμένα κανονιστικά μέτρα που στόχο έχουν να περιορίσουν την εκπομπή αυτων των ρύπων. Ο ΙΜΟ, τελεί υπό την αιγίδα του ΟΗΕ, με σαφείς στόχους να επιβλέπει την σωστή και ασφαλή επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των χωρών-μελών του στον τομέα της ναυσιπλοΐας καθώς και την ανάπτυξη και διατήρηση ενός κανονιστικού πλαισίου για τη ναυτιλία. Ιδρύθηκε το 1948 και απαρτίζεται από 170 χώρες.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) έχει υιοθετήσει περισσότερες από 25 βασικές Συμβάσεις για τη ναυτική ασφάλεια, πρόληψη ρύπανσης, ευθύνη και αποζημίωση, καθώς και ένα μεγάλο αριθμό αυτοτελών υποχρεωτικών και μη κωδίκων. Περιφερειακά μέτρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) συμπληρώνουν ή ενισχύουν το διεθνές νομοθετικό καθεστώς.

Επιπρόσθετα, η ναυτιλία έχει αναπτύξει τις δικές της διαδικασίες αυτορρύθμισης για να καταστεί ασφαλής και αποδοτική. Ο Διεθνής Κώδικας Ασφαλούς Διαχείρισης (ISM Code) πηγάζει από πρότυπα της ναυτιλίας και είναι υποχρεωτικός για όλα τα πλοία, με προφανή ωφέλιμα αποτελέσματα. Άλλα παραδείγματα είναι οι Οδηγοί Μετάγγισης από Πλοίο σε Πλοίο, ο Διεθνής Οδηγός Ασφάλειας για Πετρελαιοφόρα και Τερματικούς Σταθμούς, οι Οδηγοί Ασφάλειας Δεξαμενοπλοίων και το Πρόγραμμα Αναφορών Επιθεωρήσεων Πλοίων (SIRE), καθώς και οι διάφοροι κανονισμοί και λεπτομερείς απαιτήσεις.

Όμως, η ασφάλεια και η αποφυγή της ρύπανσης εξαρτώνται από την αλυσίδα της συλλογικής ευθύνης, δηλαδή, κράτη της σημαίας, κράτη λιμένος, πλοιοκτήτες, διαχειριστές πλοίων, ναυτικούς, νηογνώμονες, ασφαλιστές και φορτωτές.

1.4 Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη Ρύπανσης από Πλοία, 1973, όπως τροποποιήθηκε από το Πρωτόκολλο 1978 που σχετίζεται με αυτή.

Η Σύμβαση MARPOL 73/78 είναι η κύρια Διεθνής Σύμβαση που καλύπτει την πρόληψη ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από πλοία από λειτουργικές ή ατυχηματικές αιτίες. Είναι συνδυασμός δύο Συμβάσεων που υιοθετήθηκαν το 1973 και 1978 αντίστοιχα και επικαιροποιήθηκαν στη διάρκεια των ετών. Η Σύμβαση περιέχει κανονισμούς που στοχεύουν στην πρόληψη και ελαχιστοποίηση της ρύπανσης από πλοία, τόσο της ατυχηματικής ρύπανσης, όσο και εκείνης από λειτουργίες ρουτίνας, και προς το παρόν περιλαμβάνει έξι Παραρτήματα. Ειδικές Περιοχές με αυστηρούς ελέγχους για τις λειτουργικές ρυπάνσεις περιλαμβάνονται στα περισσότερα Παραρτήματα.

Παράρτημα Ι: Κανονισμοί για την Πρόληψη Ρύπανσης από Πετρέλαιο (τέθηκε σε ισχύ την 2 Οκτωβρίου 1983): καλύπτουν την πρόληψη πετρελαϊκής ρύπανσης από λειτουργικά μέτρα, καθώς και από ατυχηματικές ρυπάνσεις. Με τις τροποποιήσεις 1992 στο Παράρτημα Ι υποχρεώθηκαν τα νέα δεξαμενόπλοια να είναι διπλού κύτους και καθιερώθηκε σταδιακό πρόγραμμα μετατροπής των υπαρχόντων δεξαμενοπλοίων διπλού κύτους, το οποίο αναθεωρήθηκε στη συνέχεια το 2001 και το 2003.

Παράρτημα ΙΙ: Κανονισμοί για τον ΄Ελεγχο της Ρύπανσης από Υγρές Τοξικές Ουσίες Χύδην (τέθηκε σε ισχύ την 2 Οκτωβρίου 1983): καθορίζουν τα κριτήρια απόρριψης και μέτρα για τον έλεγχο της ρύπανσης από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται χύμα. Περίπου 250 ουσίες έχουν εκτιμηθεί και περιληφθεί στον κατάλογο που προσαρτάται στη Σύμβαση. Η απόρριψη των καταλοίπων τους επιτρέπεται μόνον σε ευκολίες υποδοχής μέχρι να εκπληρωθούν ορισμένες συγκεντρώσεις και προϋποθέσεις (που μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την κατηγορία της ουσίας). Σε κάθε περίπτωση, η απόρριψη καταλοίπων που περιέχουν επιβλαβείς ουσίες δεν επιτρέπεται εντός 12 μιλίων από την πλησιέστερη ξηρά. Αυστηρότεροι περιορισμοί εφαρμόζονται στις περιοχές της Βαλτικής και Μαύρης Θάλασσας.

Παράρτημα ΙΙΙ: Πρόληψη Ρύπανσης από Επιβλαβείς Ουσίες που Μεταφέρονται δια Θαλάσσης σε Συσκευασμένη Μορφή (τέθηκε σε ισχύ την 1 Ιουλίου 1992): περιέχει γενικές απαιτήσεις για την έκδοση λεπτομερών προτύπων για συσκευασία, σήμανση, τοποθέτηση ετικετών, έκδοση εγγράφων, στοιβασία, ποσότητες, περιορισμούς, εξαιρέσεις και αναφορές για την πρόληψη ρύπανσης από επιβλαβείς ουσίες. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Κώδικας Επικινδύνων Φορτίων (IMDG Code) έχει από το 1991 περιλάβει θαλάσσιους ρυπαντές.

Παράρτημα ΙV: Πρόληψη Ρύπανσης από Λύματα από τα Πλοία (τέθηκε σε ισχύ την 27 Σεπτεμβρίου 2003): περιέχει ομάδα κανονισμών σχετικά με την απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα, τον εξοπλισμό και συστήματα των πλοίων για τον έλεγχο των απορρίψεων λυμάτων, την παροχή ευκολιών στα λιμάνια και τερματικούς σταθμούς για την παραλαβή λυμάτων και απαιτήσεις για την επιθεώρηση και έκδοση πιστοποιητικών των πλοίων. Οι κανονισμοί εφαρμόζονται σε πλοία που απασχολούνται σε διεθνείς πλόες 400 κόρων χωρητικότητας (gt) και άνω. Τα πλοία απαιτείται να εφοδιάζονται με εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού ή με σύστημα κονιορτοποίησης και απολύμανσης, ή δεξαμενή συγκράτησης λυμάτων.

Παράρτημα V: Πρόληψη Ρύπανσης από Απορρίμματα από τα Πλοία (τέθηκε σε ισχύ την 31 Δεκεμβρίου 1988): απαιτεί τον διαχωρισμό των διαφόρων τύπων απορριμμάτων και καθορίζει τις αποστάσεις από την ξηρά και τον τρόπο που αυτά μπορούν να απορριφθούν, διαφορετικά θα πρέπει να παραδοθούν σε ευκολίες παραλαβής στην ξηρά. Οι απαιτήσεις είναι πολύ αυστηρότερες σε αριθμό “ειδικών περιοχών” αλλά ίσως σημαντικότερο χαρακτηριστικό του Παραρτήματος είναι η πλήρης απαγόρευση απόρριψης στη θάλασσα όλων των μορφών πλαστικών.

Παράρτημα VI: Πρόληψη Ρύπανσης του Αέρα από Πλοία (τέθηκε σε ισχύ την 19 Μαίου 2005 και το αναθεωρημένο Παράρτημα VI την 1 Ιουλίου 2010): θέτει όρια στις εκπομπές με καυσαέρια των πλοίων οξειδίων του θείου και οξειδίων του αζώτου, καθώς και μικροσωματιδίων, και απαγορεύει τις ηθελημένες εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον, όπως οι υδροχλωροφθοράνθρακες. Αυστηρότερα πρότυπα καθορίζονται για τις Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών που έχουν καθορισθεί από τον ΙΜΟ (Βαλτικής Θάλασσας, Βορείου Θάλασσας και Βορείου Αμερικης**[3].**

1.5 EEDI & SEEMP

Ο IMO, βασιζόμενος στα συμπεράσματα της 2ης έκθεσης για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου καθώς και σε μια επικαιροποιημένη αποτίμηση των επιπτώσεων από την εφαρμογή υποχρεωτικών μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας, υιοθέτησε τον Ιούλιο του 2011 μέτρα στη σύμβαση MARPOL, με την προσθήκη του Κεφαλαίου 4 για την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων. Πιο συγκεκριμένα κατέστησε υποχρεωτικό τον Δείκτη Σχεδίασης Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI), ο οποίος επιβάλλει στα νέα πλοία ένα ελάχιστο επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας, καθώς και το Σχέδιο Διαχείρισης της Ενεργειακής Απόδοσης (SEEMP), το οποίο δεν καθορίζει ποσοτικοποιημένους στόχους όπως ο EEDI αλλά αφορά το σύνολο των πλοίων και όχι μόνο τα υπό κατασκευή. Τα μέτρα αυτά ισχύουν από την 1η Ιανουαρίου 2013. Η χρήση του EEDI θα δώσει κίνητρα για σχεδιασμό καινοτόμων και ενεργειακά αποδοτικών πλοίων. Η χρήση του SEEMP παρέχει τη δυνατότητα στους πλοιοκτήτες να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων κατά την εκτέλεση του μεταφορικού έργου. Ο EEOI αποτελεί μέρος του SEEMP και η χρήση του δεν είναι υποχρεωτική.

Πιο αναλυτικά
Ο νέος κανονισμός παρέχει ενημέρωση σχετικά με τις απαιτήσεις των κανονισμών ενεργειακής απόδοσης που περιέχονται στο κανονισμό 20 της MARPOL στο κεφάλαιο 4 του παραρτήματος VI , που τέθηκε σε ισχύ την 1 Ιανουάριου του 2013. Ο κανονισμός για την ενεργειακή αποδοτικότητα έχει εφαρμογή στα πλοία άνω των 400 κόρων που εκτελούν διεθνείς πλόες και αυτά είναι **[4]:**

- Bulk carriers (φορτίου χύδην)
- Tankers (δεξαμενόπλοια)
- Gas carriers (δεξαμενόπλοια αερίου)
- LNG carriers (πλοία μεταφοράς LNG)
- Container ships (εμπορευματοκιβωτίων)
- General cargo ships (γενικού φορτίου)
- Refrigerated cargo ships (μεταφοράς κατεψυγμένου φορτίου)
- Combination carriers (συνδυασμένων μεταφορών)
- Ro-Ro cargo ships (μεταφοράς οχημάτων- οχηματαγωγό)
- Ro-Ro passenger ships (επιβατηγά πλοία)
- Cruise passenger ships (κρουαζιερόπλοια)

Οι τρείς βασικές απαιτήσεις των κανονισμών είναι οι εξής¨
- Energy Efficiency Design Index (EEDI)
- Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)
- International Energy Efficiency Management Plan (IEEC)

Πιο αναλυτικά ο EEDI αντανακλά την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται ανά τόνο-μίλι (ικανότητα μεταφοράς φορτίου). Αποτελεί μια ενιαία προσέγγιση για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της κατασκευής νέων πλοίων και σκοπός είναι η

χρησιμοποίηση του για τον έλεγχο των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τα νεα πλοία, επιβάλλοντας βελτιώσεις στο σχεδιασμό τους.. Ο υπολογισμός και η επαλήθευση του EEDI καλύπτεται από τα ψηφίσματα του IMO MEPC.212 (63) MEPC.214 (63) αντίστοιχα.**[5]-[6]**

Αντίστοιχα ο SEEMP πρόκειται για ένα επιχειρησιακό μέτρο που επιβάλλει τηνν εφαρμογή ενός μηχανισμού για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου με έναν οικονομικά αποδοτικά τρόπο. Ενσωματώνει τις βέλτιστες λειτουργικές πρακτικές για να εξοικονομηθεί η κατανάλωση καυσίμου του πλοίου και προτρέπει τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή να αναζητήσει όλες τις νέες τεχνολογίες και πρακτικές σε κάθε στάδιο του πλάνου ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση του πλοίου. Ο IMO έχει δώσει τις κατευθυντήριες γραμμές αναφορικά με τη σχεδίαση και ανάπτυξη του SEEMP που περιλαμβάνονται στο ψήφισμα MEPC.213 (63).**[7]**
Το SEEMP πρέπει να αναπτυχθεί για κάθε πλοίο, και η καταληκτική ημερομηνία για την ύπαρξή του πάνω στο πλοίο είναι η πρώτη ενδιάμεση επιθεώρηση ή η επιθεώρηση ανανέωσης του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (International Air Pollution Prevention IAPP certificate) μετά την 1η Ιανουαρίου 2013, όποια απ' τις παραπάνω επιθεωρήσεις είναι πρώτη.

IEEC: Πρόκειται για ένα νόμιμο πιστοποιητικό που καλύπτει τόσο τις απαιτήσεις του SEEMP όσο και του EEDI. Το πιστοποιητικό θα έχει ισχύ όσο και η διάρκεια ζωής του πλοίου με εξαίρεση κάποια σημαντική μετατροπή, αλλαγή σημαίας ή απόσυρση απο την υπηρεσία.

1.6 Energy Efficiency Design Index- Ανάλυση

Ο δείκτης σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης του IMO είναι ένα σύστημα συγκριτικής αξιολόγησης και μια ένδειξη για τις εκπομπές CO2 ενός εμπορικού πλοίου συγκριτικά με την κοινωνική συμβολή του.
Ο EEDI μπορεί να υπολογιστεί και να επαληθευτεί για όλα τα νέα πλοία άνω των 400GT και για τις κατηγορίες πλοίων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι υπολογισμοί θα πρέπει να βασίζονται στα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου (ship main particulars), τις επιδόσεις του κινητήρα (engine performance), σε συνδυασμό με την σχεδιαστική καμπύλη της ταχύτητας που δημιουργήθηκε κατά την διάρκεια των sea trials του πλοίου.

Σκοπός του δείκτη είναι ο καθορισμός της ελάχιστης απόδοσης των νέων πλοίων ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του πλοίουκαι παρέχει μια ενιαία βάση για σύγκριση.
Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης και το σχέδιο διαχείρησης ενεργειακής απόδοσης έχουν καταστεί υποχρεωτικά από την 01^{η} Ιανουαρίου 2013 και υπόκεινται σε διατάξεις που περιγράφονται παρακάτω.**[4]**

Οι απαιτήσεις για τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης ισχύουν για τα νέα πλοία άνω των 400GT μόνο, όπου «νέο πλοίο» σημαίνει :

- Το συμβόλαιο ναυπήγησης τοποθετείται χρονικά την 01η Ιανουαρίου 2013 και μετα
- Στην περίπτωση απουσίας συμβολαίου ναυπήγησης η καρίνα του πλοίου έχει τοποθετηθεί ή ευρίσκεται σε ανάλογο στάδιο ναυπήγησης μετά την 01η Ιανουαρίου 2013
- Η παράδοση του πλοίου έχει τοποθετηθεί χρονικά την 01η Ιουλίου και μετά
- Το σχέδιο διαχείρισης ενεργειακής απόδοσης του πλοίου θα πρέπει να υπάρχει επάνω στο πλοίο και να δημιουργείται μετά το intermediate survey, απο την καταλυτική ημερομηνία της 01η Ιανουαρίου 2013 οπότε εκδίδεται και το Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής απόδοσης.

Η βασική αρχή πίσω από τον σχεδιασμό του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας είναι η αύξηση του κοινωνικού οφέλους, που προέρχεται από την μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης μέσω της μείωσης του CO2. Τα οφέλη είναι κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Πιο συγκεκριμένα είναι**:[8]**

$$EEDI=\frac{IMPACT\ TO\ THE\ ENVIRONMENT}{BENEFIT\ FOR\ THE\ SOCIETY}=\frac{Ship\ CO2\ Emissions}{Peformed\ Work}$$

Στο κλάσμα αυτό ο αριθμητής αναφέρεται στις εκπομπές CO2 της κύριας και των βοηθητικών μηχανών (main and auxiliary engines) σε συγκεκριμένη ιπποδύναμη, που ορίζεται από την ταχύτητα λειτουργίας του πλοίου. Ο παρονομαστής αντιπροσωπεύει το όφελος για την κοινωνία, που μεταφράζεται στην μεταφορική ικανότητα με ορισμένη ταχύτητα αναφοράς Vref.

Η παραπάνω σχέση μπορεί να αναλυθεί περισσότερο:

$$EEDI=\frac{(CO2)ME+(CO2)AE}{Capacity\cdot Vref}$$

Οι εκπομπές απο την κύρια μηχανή (ME) και τις βοηθητικές μηχανές (AE) υποολογίζονται από την κατανάλωση καυσίμου (FC) και ένα συντελεστή μετατροπής C_F που σχετίζει την κατανάλωση του καυσίμου με τις παραγόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Παρουσιάζοντας λοιπόν αυτούς τους παράγοντες ακολουθεί η επόμενη εξίσωση:

$$EEDI=\frac{FCME\cdot CFME+FCAE\cdot CFAE}{Capacity\cdot Vref}$$

Η κατανάλωση καυσίμου μιας μηχανής εξαρτάται από την ισχύ που παράγεται και από την απόδοση του κινητήρα. Το καύσιμο που καταναλώνεται μπορεί να υπολογιστεί ως προιόν που παράγεται (P) και συγκεκριμένη κατανάλωση καυσίμου (SFC). Όταν οι παράγοντες αυτοί τοποθετηθούν στην εξίσωση, ο αριθμητής αναλύεται κατ'αυτόν το τρόπο:

$$EEDI = \frac{PME \cdot SFCME \cdot CFME + PAE \cdot SFCAE \cdot CFAE}{Capacity \cdot Vref}$$

Η εξίσωση αυτή και συγκεκριμένα ο αριθμητής επηρεάζεται από την χρήση και άλλων τεχνολογιών όπως τα πλοία που είναι εφοδιασμένα με ηλεκτρικούς κινητήρες (electrical motors) P_{PTI} στον άξονα της προπέλας. Έιναι επίσης πιθανό ένα πλοίο να είναι εξοπλισμένο με καινοτόμες τεχνολογίες για εξοικονόμηση ενέργειας όπως (waste heat recovery or solar panels), τα οποία εξοικονομούν ιπποδύναμη, είτε από την κύρια μηχανή ή απο τις βοηθητικές (P_{eff} & P_{AEeff}). Επομένως λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις παραμέτρους, η εξίσωση διαμορφώνεται:

$$EEDI = \frac{(PME \cdot SFCME \cdot CFME) + (PAE \cdot SFCAE \cdot CFAE) + [(PPTI - PAEeff) \cdot SFCAE \cdot CFAE] - (Peff \cdot SFCME \cdot CFME)}{Capacity \cdot Vref}$$

Σε πλοία με στοιχεία ειδικού σχεδιασμού (π.χ. ice class) μπορεί να απαιτείται η εγκατάσταση πρόσθετης ισχύος στον κινητήρα. Αυτό λαμβάνεται υπόψη με την εισαγωγή μιας διόρθωσης του παράγοντα ισχύος (fj), το οποίο χρησιμοποιείται για την εξομάλυνση της κύριας δύναμης του κινητήρα. Επίσης στον παρονομαστή λαμβάνετια υπόψη και ο παράγοντας του καιρου (fw) για να εξομαλύνει την ταχύτητα του πλοίου.

$$EEDI = \frac{fj(\cdot PME \cdot SFCME \cdot CFME) + (PAE \cdot SFCAE \cdot CFAE) + [(PPTI - PAEeff) \cdot SFCAE \cdot CFAE] - (Peff \cdot SFCME \cdot CFME)}{Capacity \cdot Vref \cdot fw}$$

Επομένως παρακάτω γράφεται η εξίσωση όπως διατυπώθηκε στον IMO MEPC 1 /CIRC 68.

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

1.7 Ερμηνεία της τιμής EEDI

Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης EEDI απεικονίζει το ποσό του CO_2 που παράγεται ανά τόνο και μίλι (ικανότητα μεταφοράς φορτίου). Ουσιαστικά υπολογίζει την ενεργειακή απόδοση ενός πλοίου κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της κατασκευής του.Αυτός είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να οριστεί ο σχεδιαστικός δείκτης και να οριστεί μια βάση αναφοράς αφού αυτή είναι πιο δύσκολο να υπολογιστεί σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.Ως εκ τούτου οι τιμές του δείκτη δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική εκπομπή CO_2, αφού δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό οι συνθήκες πραγματικής λειτουργίας και η μεταφορική ικανότητα. Επομένως ελέγχεται το ποσό του CO_2 που θα εκπέμπεται από τα υπό κατασκεύη πλοία και η ενθάρρυνση βελτιώσεων στον σχεδιασμό τους.

1.8 Ερμηνεία της τιμής EEOI

Ο μοναδικός τρόπος αξιολόγησης των μέτρων ενεργειακής βελτίωσης είναι η ποσοτική παρακολούθηση. Η παρακολούθηση πρέπει να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας καθιερωμένες μεθόδους, κατά προτίμηση βάσει διεθνών προτύπων. Οι οδηγίες για το SEEMP συστήνουν ως εργαλείο παρακολούθησης το λειτουργικό δείκτη ενεργειακής απόδοσης EEOI (Energy Efficiency Operational Indicator). Επιπλέον του EEOI, εάν εξυπηρετεί ή/και είναι χρήσιμο για ένα πλοίο ή μια εταιρεία, και άλλοι δείκτες ενεργειακής απόδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Το EEOI στην απλούστερη μορφή του ορίζεται ως ο λόγος της μάζας του CO2(M) που εκπέμπεται ανά μονάδα ικανότητας μεταφοράς φορτίου, και για τον υπολογισμό του απαιτούνται ανά ταξίδι η κατανάλωση καυσίμου, το μεικτό βάρος μεταφερόμενου φορτίου και η απόσταση που διανύθηκε. Το EEOI μεταβάλλεται σημαντικά από ταξίδι σε ταξίδι, και για την εξομάλυνσή του έχει προταθεί ένας κυλιόμενος μέσος όρος (π.χ. ετήσιος ή τριετής). Περιλαμβάνει τεχνικά, λειτουργικά και εμπορικά στοιχεία, υπολογίζεται με βάση πραγματικά δεδομένα και μετρήσεις που γίνονται πάνω στο πλοίο και περιγράφει το πραγματικό αποτύπωμα του άνθρακα για κάθε πλοίο.Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υψηλού επιπέδου διαχειριστικό εργαλείο για συγκρίσεις μεταξύ πλοίων ή μεταξύ εταιρειών, και η χρησιμοποίησή του παραμένει προαιρετική**.[9]**

Ορισμός του EEOI

$$EEOI = \frac{\sum_{j}(FCijxCFJ)}{mCARGOxD}$$

Όταν λαμβάνεται ο μέσος όρος του δείκτη για μια περίοδο ή για μια σειρά από ταξίδια, ο δείκτης υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Average EEOI} = \frac{\sum_{i}\sum_{j}(FCijxCFj)}{\sum_{i} mCARGOxDi}$$

- j αντιστοιχεί στον τύπο καυσίμου
- i αντιστοιχεί στον αύξοντα αριθμό ταξιδιών
- FC_{ij} είναι η ποσότητα (tns) καταναλωθέντος καυσίμου τύπου (j) στο ταξίδι (i).
- C_{FJ} είναι ο συντελεστής μετατροπής μάζας καυσίμου σε μάζα CO2 για τύπο καυσίμου (j)
- m_{CARGO} είναι το φορτίο που μεταφέρθηκε κατά το ταξίδι (i) [DWT,TEUs, GT,passengers]
- D_i είναι η διανυθείσα απόσταση όπου μεταφέρθηκε το m_{CARGO} κατά το ταξίδι (i)

1.9 References

[1] http://www.bankofgreece.gr/BoGDocuments

[2] http://www.raeng.org.uk/publications/reports/future-ship-powering-options

[3]http://www.nee.gr/downloads/94EEE%20pollution%20prevention%20brochure

[4]MEPC 203(62) (Inclusion of regulations on energy efficiency for ships in MARPOL Annex VI)(2011)

[5] MEPC 212 (63) (2012 GUIDELINES ON THE METHOD OF CALCULATION OF THE ATTAINED ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX (EEDI) FOR NEW SHIPS

[6] MEPC 214 (63) (2012 GUIDELINES ON SURVEY AND CERTIFICATION OF THE ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX (EEDI)

[7]MEPC 213 (63) (2012 GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF A SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP)

[8]MEPC1 Circ682 (GUIDELINE VERIFICATION OF EEDI)(2009)

[09]ME PC.1/Circular 684 (GUIDELINES FOR VOLUNTARY USE OF THE SHIP ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR (EEOI)) (2009)

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - VESSEL CONSTRUCTION FOR IMPROVED EEDI

Η εφαρμογή του δείκτη ενεργειακής απόδοσης EEDI ,έχει ήδη τεθεί σε εφαρμογή από την 1η Ιανουαρίου 2013 και αναφέρεται στα νέα πλοία που κατασκευάζονται και είναι πάνω από 400 τόνους.

Αυτό το κανονιστικό πλαίσιο για τα νέα πλοία και για το περιβαλλοντικό αποτύπωμά τους, στόχο έχει την απελευθέρωση λιγότερων αερίων του θερμοκηπίου. Οι κανονισμοί είναι δεσμευτικοί ως προς το αποτέλεσμα και το απαιτούμενο επίπεδο ενεργειακής απόδοσης που είναι απαραίτητο να επιτευχθεί. Οι σχεδιαστές και κατασκευαστές, είναι ελεύθεροι να χρησιμοποιήσουν την πλέον αποδοτική λύση ή λύσεις για κάθε συγκεκριμένο πλοίο συνδυαστικά.

Η υποχρεωτική εφαρμογή του δείκτη οδηγεί στο σχεδιασμό πλοίων ενεργειακά πιο αποδοτικών μειώνοντας τις εκπομπές CO2, σχετιζόμενα με την τεχνολογική καινοτομία.

Η εταιρεία Wartsila **[1]** αξιολόγησε και παρουσίασε μια σειρά από νέες τεχνολογίες και σχεδιαστικά κατασκευαστικές έννοιες που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών από τα πλοία.

Οι τεχνολογίες αυτές έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τέσσερις ομάδες:

- Ship Design
- Propulsion
- Machinery
- Operation & Maintenance

Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων σαν μια ολοκληρωμένη λυση, μπορεί να οδηγήσει σε μια πραγματικά αποτελεσματική λειτουργία του πλοίου.Σε αυτή την ενότητα εξετάζονται οι δύο πρώτοι παράγοντες που σχετίζονται με την κατασκευή του πλοίου. Οι άλλοι δύο παράγοντες ενσωματώνονται στο SEEMP και εξετάζονται στην επόμενη ενότητα.

2.1. Ship Design

2.1.1 Efficiency of Scale

Στόχος κάθε ναυτιλιακής επιχείρησης σε αυτό το ανταγωνιστικό περιβάλλον είναι η αποτελεσματικότητα. Η αποτελεσματικότητα συνδέεται με την ανταγωνιστικότητα και την παραγωγικότητα. Βελτίωση της παραγωγικότητας (αύξηση του μεγέθους του πλοίου και επομένως της ποσότητας μεταφερόμενου φορτίου) σημαίνει υψηλότερα επίπεδα απόδοσης, το οποίο μεταφράζεται σε αύξηση της ανταγωνιστικότητας. Όταν η ναυτιλιακή επιχείρηση παράγει περισσότερα με λιγότερους συντελεστές,αυτό είναι γνωστό ως οικονομία κλίμακας.

Ένα βασικό στοιχείο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας είναι το ποσό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπιού. Και αυτό γιατί, ένα

μεγαλύτερο πλοίο μπορεί να μεταφέρει περισσότερο φορτίο με την ίδια ή χαμηλότερη ταχύτητα και με λιγότερη ενέργεια ανά μονάδα φορτίου. Σημαντική παράμετρος ως προς την υλοποίηση του είναι ο θαλάσσιος δρόμος και οι περιορισμοί στα λιμάνια.

Η περίπτωση της MAERSK

Με τον όρο Triple-E η εταιρεία Maersk ονοματίζει τα καινούρια της πλοία και αντιπροσωπεύουν για την εταιρεία την προσπάθεια της εταιρείας για οικονομίες κλίμακας, ενεργειακή αποδοτικότητα και περιβαλλοντική βελτίωση. Πρόκειται για τη νέα γενιά των πολύ μεγάλων πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.Τα πλοία αυτά απασχολούνται στη διαδρομή Ασία-Ευρώπη, που αντιπροσωπεύει σχεδόν το ¼ του μεταφερόμενου έργου και με τρέχουσα αξία πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων. Σε αυτή τη διαδρομή τα πλοία μπορούν να απασχοληθούν αποτελεσματικά δίνοντας σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην εταιρεία του. Το μέγεθος τους είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην απόδοσή τους σε συνδυασμό με το σύστημα πρόωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας. Σχεδιασμένο και κατασκευασμένο με τεχνολογική καινοτομία, το TRIPLE-E είναι το μεγαλύτερο πλοίο στο κόσμο. Επιπροσθέτως είναι ένα βελτιστοποιημένο σκάφος επιτρέποντας στην εταιρεία να μεταφέρει και να παραδίδει περισσότερα αγαθά, χρησιμοποιώντας λιγότερα καύσιμα και επιτυγχάνοντας χαμηλότερο κόστος.**[2]**

Η μείωση των εκπομπών για αυτά τα πλοία είναι ο συνδυασμός τριών παραγόντων **[2]**:

Hull Design

Το μυστικό του TRIPLE-E εντοπίζεται στο μεγάλο όγκο του hull. Με τα εκπληκτικά κατορθώματα της ναυπηγικής, η χωρητικότητα του φτάνει τα 18,000 εμπορευματοκιβώτια 20-πόδων (TEU)- δηλαδή 16% περισσότερη χωρητικότητα συγκριτικά με τα προηγούμενα E-class containers, που μεταφράζεται σε 2,500 περισόττερα εμπορευματοκιβώτια.- μειώνοντας ταυτόχρονα τις εκπομπές CO2.

Ένας συνδυασμός από δύο μικρότερους κινητήρες και δύο προπέλλες.

Οι δύο προπέλες επιτρέπουν τη μείωση του αριθμού των περιστροφών του κινητήρα που οδηγεί σε περισσότερο από 10% εξοικονόμηση ενέργειας.

Waste Heat Recovery

Όλα τα πλοία της Maersk είναι εξοπλισμένα με ένα σύστημα ανάκτησης θερμότητας που χρησιμοποιείται για την παροχή επιπλέον πρόωσης του πλοίου.Χωρίς αυτό το σύστημα η κατανάλωση καυσίμου θα ήταν περίπου 9% υψηλότερη.

2.1.2 Reduce Ballast

Ο εξισσοροπιστικός παράγοντας ανάμεσα σε ένα έμφορτο ταξίδι και σε ένα άφορτο είναι η προσθήκη νερού μετά την έμφορτη κατάσταση ώστε το πλοίο να μπορέσει να ισορροπήσει. Η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα, δαπανηρή, περιβαλλοντικά επιβλαβής εξαιτίας της μεταφοράς μικροοργανισμών και επικίνδυνη αφού μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη σταθερότητα του πλοίου, ειδικά σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Μια λύση είναι εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας νερού έρματος και μια άλλη είναι η κατασκευή πλοίων με προδιαγραφές για ελαχιστοποίηση της χρήσης έρματος, το αποτέλεσμα είναι ελαφρύτερο εκτόπισμα και επομένως λιγότερη αντίσταση.Η αντίσταση είναι ανάλογη προς τον όγκο του πλοίου.Ωστόσο πρέπει να υπάρχει αρκετή σαβούρα για να βυθιστεί η έλικα του πλοίου όταν αυτό είναι αφόρτωτο και να παρέχεται επαρκή σταθερότητα και ασφάλεια ώστε το πλοίο να είναι αξιόπλοο.

2.1.3 Lightweight construction

Η κατασκευή πλοίων με ελαφρύτερα υλικά μειώνει το βάρος του πλοίου.Σε κατασκευές εντός του πλοίου που δεν συμβάλλουν στη μείωση της ισχύς/ιπποδύναμης, η χρήση αλουμινίου ή άλλων σύνθετων υλικών μπορεί να είναι μια ελκυστική λύση.Για τα πλοία με πολλά καταστρώματα (όπως τα κρουαζιερόπλοια) η χρήση ελαφρών υλικών στα ανώτερα καταστρώματα, λειτουργεί επικουρικά στο να χαμηλώσει το κέντρο βάρους, βελτιώνοντας έτσι τη σταθερότητα και επιτρέποντας μεγαλύτερη αναλογία ύψους/πλάτους. Με τη χρήση λοιπόν ελαφρύτερων υλικών μειώνεται το εκτόπισμα του πλοίου και επομένως η αντίσταση, οδηγώντας στη μειωμένη κατανάλωση καυσίμου και στην ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών CO2.

Η πρόκληση πέρα από το ζητούμενο ενός πλοίου με χαμηλότερο εκτόπισμα για τους ναυπηγούς, είναι η δημιουργία πλοίων που να τηρούν όλους τους κανόνες ασφαλείας και ότι η χρήση ελαφρών υλικών δεν θα θέσει σε κίνδυνο την πυρασφάλεια του πλοίου. Χρειάζεται ένα υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας για την παραγωγή εξειδικευμένων υλικών. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι η μειωμένη ανάγκη για συντήρηση.Στόχος των ναυπηγών είναι οι βέλτιστες σχεδιαστικές πρακτικές και τα κατάλληλα υλικά.

2.1.4 Optimum main dimensions

Η εξεύρεση της βέλτιστης αναλογίας ανάμεσα στο μήκος του πλοίου και του σχήματος της γάστρας (Cb) έχει μεγάλο αντίκτυπο στην αντίσταση του πλοίου.Μια υψηλή αναλογία L/B σημαίνει ότι το πλοίο θα έχει απαλές γραμμές και χαμηλά κύματα αντίστασης.Από την άλλη πλευρά η αύξηση του μήκους με μεγαλύτερη βρεγμένη επιφάνεια, μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στη συνολική αντίσταση. Ένας μικρός συντελεστής γάστρας σημαινει μικρότερη αντίσταση και συνεπώς την πιθανότητα επίτευξης υψηλής ταχύτητας.

Το σχήμα της γάστρας επηρεάζει την ταχύτητα του σκάφους. Υδροδυναμική είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κίνησης ή της ροής του νερού.Έναι παρόμοιος με το γνωστό όρο αεροδυναμική, που αναφέρεται στη ροή του αέρα. Η ταχύτητα του πλοίου σχετίζεται με την υδροδυναμική απόδοση και η υδροδυναμική απόδοση καθορίζεται από το σχήμα της γάστρας του πλοίου.

Η γάστρα του πλοίου θα συνδεθεί με το νερό ως μια δύναμη που πιέζει εναντίον της. Το πλοίο πρέπει να ωθήσει το νερό έξω απο το δρόμο του για να μπορέσει να επιτύχει βέλτιστη ταχύτητα. Αυτός ο περιορισμός της ικανότητας του πλοίου να φτάσει σε μια υψηλότερη ταχύτητα γρήγορα είναι η αντίσταση που επηρεάζεται από το σχήμα της γάστρας. Όσο λιγότερο νερό η γάστρα χρειάζεται να διώξει τόσο πιο γρήγορα το πλοίο θα πάει. Ο σχεδιασμός λοιπόν του hull είναι ζωτικής σημασίας για την υδροδυναμική του.

Ο σχεδιασμός της γάστρας και η εμπειρία στις σχεδιαστικές γραμμές επηρεάζουν την ποιότητα των υδροδυναμικών επιδόσεων ενός πλοίου. Κατά τη φάση του σχεδιασμού πολλά μέτρα μπορούν να ληφθούν βελτιώνοντας το σχεδιασμό της γάστρας για να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου.

2.1.5 Interceptor trim plates

Το interceptor είναι μια μεταλλική πλάκα που τοποθετείται κάθετα προς την πρύμνη του πλοίου.Αυτή η πλάκα κάμπτει τη ροή του νερού προς τα κάτω στο πίσω μέρος του πλοίου, με αποτέλεσμα να ανυψωθεί.Ασκείται λοιπόν μια υπερπίεση ικανή να άρει την πρύμνη και κατά συνέπεια να αλλάξει την ισορροπία του πλοίου.Αυτή η επιλογή ενδείκνυται για πλοία τα οποία αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες όπως τα Ro-Ro και τα ferries, σε υπάρχοντα ή νεόκτιστα συνδυαστικά με την παρακάτω τεχνολογία για ακόμη καλύτερα αποτελέσματα.

2.1.6 Ducktail Waterline Extension

Πρόκειται για μια επιμήκυνση της πρύμνης του πλοίου. Εχει συνήθως μήκος 3-6 μέτρα.Η βασική ιδέα είναι να επιμηκύνει ουσιαστικά την ίσαλο γραμμή του πλοίου. Αυτό έχει θετική επίδραση στην αντοχή του πλοίου. Η χρήση ταυτόχρονα ενός αναχαιτιστή (interceptor) έχει συνήθως καλύτερα αποτελέσματα. Εφαρμόζεται σε Ro-Ro και Ferries, σε υπάρχοντα ή νεόκτιστα πλοία.

2.1.7 Air Lubrication

Αέρας αντλείται κάτω από την γάστρα του πλοίου, δημιουργώντας ένα μαξιλάρι μεταξύ του νερού και του ίδιου του πλοίου και οδηγεί σε μειωμένη ουσιαστικά τριβή. Ανάλογα με το τύπο του πλοίου αυτό οδηγεί σε διαφορετικά επίπεδα μειωμένης κατανάλωσης καυσίμου.

2.2 Πρόωση-Propulsion

Η πρόωση του πλοίου συνήθως επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της έλικας και η βασική πηγή ισχύος για μια έλικα είναι ο κινητήρας diesel, οι απαιτήσεις ισχύος και οι στροφές της έλικας, εξαρτώνται σημαντικά απο τη μορφή της γάστρας του πλοίου και την σχεδίαση της έλικας.Επειδή υπάρχει αλληλεπίδραση είναι απαραίτητο να θεωρήσουμε τη σχεδιάση της γάστρας και της προωστήριας διάταξης ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Γίνεται αντιληπτό ότι ο βέλτιστος συνδυασμός προπέλλας και hull θα αποδώσει και το βέλτιστο αποτέλεσμα. Επικουρικά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση του νερού που οφείλεται στη δράση της προπέλλας μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στην αντίσταση του πλοίου. Αυτό το αποτέλεσμα θα πρέπει να προβλεθεί σχεδιαστικά και να αναλυθεί το φαινόμενο με ακρίβεια χρησιμοποιώντας υπολογιστικές τεχνικές. Για την καλύτερη πρόωση του πλοίου είναι διαθέσιμες διάφορες νέες τεχνολογίες με στόχο τη μείωση του λειτουργικού κόστους και ταυτόχρονα τη μείωση των εκπομπών στα πλοία παρουσιάζονται παρακάτω.

2.2.1 Προπέλα – Βέλτιστη επιλογή προπέλας

Η προπέλα αποτελείται από υποβρύχια πτερύγια πάνω σε έναν άξονα στην πρύμνη του πλοίου. Κατ’ουσίαν, η προπέλλλα είναι ένας μετατροπέας ο οποίος χρησιμοποιείται για να μετατρέψει ένα μεγάλο μέρος του έργου που παράγεται απο τη μηχανή σε ώθηση. Η συγκεκριμένη ώθηση εκφράζεται σαν ένα σπρώξιμο, ενάντια στο νερό εξαιτίας του οποίου προκύπτει η κίνηση του πλοίου. Η προπέλα λοιπόν αποτελεί τον τελικό αποδέκτη πρόωσης.

Ο τύπος της προπέλας καθορίζεται στο σχεδιαστικό και κατασκευαστικό μέρος του πλοίου, αλλά οι νέες εξελίξεις στο σχεδιασμό της προπέλας έχουν καταστήσει δυνατή την μετασκευή της ώστε να συνδράμει και αυτό το κομμάτι στην λιγότερη κατανάλωση καυσίμου.

Η καλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται όταν μια μεγάλη προπέλα περιστρέφεται με χαμηλή ταχύτητα. Ιδανικά, ο αριθμός των λεπίδων πρέπει να ελαχιστοποιηθεί , να μειωθεί το εμβαδόν της λεπίδας και κατα συνέπεια η αντίσταση της τριβής.
Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι η προπέλα θα πρέπει να αντιμετωπιστεί ως κομμάτι του συστήματος πρόωσης και όχι ξεχωριστά. Μια αλλαγή αποκλειστικά μόνο στη προπέλα μπορεί να μην έχει καμία επίδραση στην αποδοτικότητα αλλά να έχει και αντίθετο αποτέλεσμα δηλαδή αύξηση της κατανάλωση του καυσίμου.

2.2.2 Είδη προπέλας

Fixed Propeller Pitch (Έλικες σταθερού βήματος)

Χωρίς να έχουν να επιδείξουν κάποια καινοτομία, πρόκειται για προπέλες των οποίων το βήμα είναι σταθερό.

Folding Propeller (Έλικες μεταβαλλόμενου βήματος)

Πρόκειται για έλικες απόλυτα υδροδυναμικές. Στα σκάφη αγωνιστικού τύπου είναι δίφτερες, ενώ στα σκάφη κρουαζιέρας είναι συνήθως τρίφτερες, με πλεονέκτημα την ιδανική απόδοση και μειονέκτημα την υψηλή τιμή της αγοράς.

Όσον αφορά το τεχνικό μέρος, πρόκειται για μια διαδικασία μεταβολής της γωνίας τοποθέτησης των πτερυγίων, η οποία πραγματοποιείται με μηχανισμό και έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του βήματος και κατ' επέκταση την ιδανική προσαρμογή στις εκάστοτε απαιτήσεις και τον βελτιωμένο βαθμό απόδοσης. Έλικες παρόμοιου είδους χρησιμοποιούνται συνήθως σε ιστιοπλοϊκά σκάφη, ρυμουλκά και μεγάλου εκτοπίσματος πλοία.**[3]**

Propellers' Surface (Έλικες επιφανείας)

Έχοντας ως κυρίαρχο χαρακτηριστικό τις επιδόσεις, οι προπέλες επιφανείας, όπως προκύπτει από την ονομασία τους, είναι σχεδιασμένες ώστε να λειτουργούν στην επιφάνεια του νερού, με τα πτερύγια να περιστρέφονται τόσο μέσα στο νερό όσο και έξω από αυτό κατά το ήμισυ.

Οι προπέλες επιφανείας διαθέτουν μεγάλη κλίση πτερυγίου, το επονομαζόμενο ως «rake».

Η υψηλότερη κλίση γενικά βελτιώνει την ικανότητα της προπέλας να λειτουργήσει σε καταστάσεις σπηλαίωσης ή αερισμού, όπως όταν τα πτερύγια βγαίνουν στην επιφάνεια του νερού. Τα πλεονεκτήματα των ελίκων με μεγάλο rake ωστόσο αναδεικνύονται σε ελαφρά και γρήγορα σκάφη αφού, συν τοις άλλοις, κρατείται ψηλά η πλώρη του σκάφους, με επακόλουθο να μειώνονται οι τριβές από την πλαγιολίσθηση.**[3]**

Folding Propeller (Αναδιπλούμενες έλικες)

Οι συγκεκριμένες έλικες διαθέτουν αναδιπλούμενα πτερύγια, η αρχή λειτουργίας των οποίων βασίζεται στη φυγόκεντρο δύναμη εξαιτίας της οποίας ανοίγουν. Το πλεονέκτημά τους έγκειται στις ελάχιστες αντιστάσεις κατά την κίνηση του σκάφους. **[3]**

Propeller Nozzle

Για να ανακτήσει περισσότερη ώθηση μια προπέλα θα πρέπει να μπορεί να μετακινεί όσο το δυνατόν περισσότερο νερό. Υποστηρικτικά ως προς την προπέλα, μπορεί να λειτουργήσει ένα ακροφύσιο (nozzle), ειδικότερα όταν χρειάζεται περισσότερη ταχύτητα σε χαμηλές ταχύτητες. Καθώς τα πτερύγια της προπέλας περιστρέφονται μέσα στο νερό, δημιουργούν περιοχές υψηλής πίεσης πίσω από κάθε λεπίδα και χαμηλής πίεσης στο μπροστινό μέρος και αυτή η διαφορά δίνει την ώθηση για να κινηθεί το πλοίο. Ωστόσο απώλειες δημιουργούνται στο άκρο κάθε πτερυγίου καθώς διαφεύγει νερό. Η τοποθέτηση ενός στενού αγωγού γύρω από την έλικα, μειώνει αυτές τις απώλειες περιορίζοντας τη ροή του νερού προς τις άκρες της προπέλλας.
Η εγκατάσταση ακροφυσίου που διαμορφώνεται όπως ένα τμήμα φτερών γύρο απο τον έλικα θα εξεικονομήσει καύσιμα για ταχύτητες εώς 20 κόμβων.

CRP Propulsion (Έλικες αντιθέτου περιστροφής)

Πρόκειται για ένα σύστημα πρόωσης με δύο έλικες, αντίθετης περιστροφής, οι οποίες είναι τοποθετημένες η μια πίσω απο την άλλ, στον ίδιο ομόκεντρο άξονα. Η ενέργεια που παράγεται από την περιστροφή της πρώτης έλικας αντί να χάνεται ανακτάται απο τη δεύτερη προπέλλα. Επιπλέον οι δύο έλικες μειώνουν τα αντίστοιχα φορτία τους, διότι το καθένα φέρει μερίδιον στη πρόωση ενισχύοντας την απόδοση της προπέλλας. Με την εφαρμογή ελίκων αντιθέτου περιστροφής οι επιδόσεις βελτιώνονται, προσφέροντας καλύτερη συμπεριφορά κυρίως στην εκκίνηση και το πλανάρισμα.

Η συνηθέστερη διάταξη των ελίκων αντίθετης περιστροφής αφορά την τοποθέτησή τους στο πίσω τμήμα της προπελοφόρου μονάδας. Τα τελευταία χρόνια όμως εφαρμόζεται η τοποθέτησή τους στο εμπρόσθιο τμήμα της προπελοφόρου μονάδας, με πολύ καλά μάλιστα αποτελέσματα ώσης.

Propeller – Rudder Combination

Το πηδάλιο του πλοίου χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της κατεύθυνσης και φυσικά για την αλλαγή πορείας του πλοίου.Το πηδάλιο του πλοίου τοποθετείται κατά τη φορά του έλικα, για να επωφεληθεί από την υψηλότερη ταχύτητα ροής στην περιοχή της προπέλας.Αυτή η ροή δημιουργεί ένα στροβιλισμό που φθάνει στο πηδάλιο.Ομοίως, η παρουσία του πηδαλίου έχει επίδραση επί της ταχύτητας ροής που διέρχεται απο την έλικα. Εξαιτίας αυτής της αλληλεπίδρασης , ο σχεδιασμός του συστήματος πρόωσης ενσωματώνει το σχεδιασμό του πηδαλίου, με στόχο την μεγιστοποίηση της απόδοσης πρόωσης, χωρίς να θυσιάζεται η δυνατότητα ελιγμών. Ο σχεδιασμός του πηδαλίου απαιτεί προσεκτική εξέταση της θέσης του ως προς την εγκάρσια, διαμήκη και κατακόρυφη τοποθέτησή του.

2.3 Newbuildings and Shipyards

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας για τα πλοία, αποτέλεσε και αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα για την παγκόσμια Ναυτιλία κυρίως για δύο λόγους:

- Κυρίως επειδή το κόστος των καυσίμων έχει σημαντική συμβολή στα συνολικά έξοδα λειτουργίας του πλοίου. Επομένως η συνεχής αύξηση των τιμών των καυσίμων επιβαρύνουν το κόστος λειτουργίας και
- Και μάλλον δευτερευόντος για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα και εντείνουν την κλιματική αλλαγή

Ωστόσο οι τιμές των καυσίμων δεν είναι ο μόνος σημαντικός παράγοντας, η διακύμανση των ναύλων είναι μια ακόμη παράμετρος που χρήζει διερεύνησης. Όταν οι ναύλοι είναι σε υψηλό επίπεδο, η ζήτηση για πλοία αυξάνεται, είτε πρόκειται για secondhand ή για νέα πλοία. Σε αυτή τη περίπτωση τα ναυπηγεία συνήθως χτίζουν με τυποποιημένα σχέδια, επομένως με χαμηλό κίνδυνο και υψηλό περιθώριο κέρδους. Αντίθετα όταν οι ναύλοι είναι χαμηλοί τα ναυπηγεία ανταγωνίζονται για τους πελάτες και μπορεί να είναι πρόθυμοι να οικοδομήσουν πλοία με καινοτόμες τεχνολογίες, περισσότερο αποδοτικά και περιβαλλοντικά φιλικά.

Επομένως σε αυτό το ανταγωνιστικό περιβάλλον τα ναυπηγεία θα πρέπει να προσαρμοστούν και να βελτιωθούν για να ανταποκριθούν στις νέες απαιτήσεις¨

1. βελτίωση των τυποποιημένων σχεδίων και της παραγωγικότητας του προσωπικού
2. βελτίωση της ποιότητας των κατασκευαστικών προτύπων
3. η ενίσχυση του τμήματος ποιότητας του ναυπηγείου, αυτό θα αυξήσει μακροπρόθεσμα τα κέρδη
4. η ανάπτυξη μεθόδων παραγωγής που θα βελτιώσουν την ποιότητα του τελικού προιόντος και οχι μόνο να μειώσουν το κόστος παραγωγής
5. η βελτίωση των προτύπων και των προδιαγραφών για την προμήθεια υλικών
6. η συμμόρφωση και η τήρηση με τους κανονισμούς και τις απαιτήσεις, άλλωστε οι τεχνολογίες υπάρχουν τουλάχιστον για τις περισσότερες περιπτώσεις**.[4]**

Τα πλοία σχεδιάζονται για να βρίσκονται σε λειτουργία για μια μεγάλη χρονική περίοδο, 20 περίπου χρόνων. Είναι σαφές οτι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ο ιδιοκτήτης θα πρέπει να διατηρήσει τόσο το πλοίο όσο και τον εξοπλισμό του σε καλή κατάσταση. Αυτό συνεπάγεται υψηλό κόστος και καλή οργάνωση. Σε αυτή τη προσπάθεια αρωγός μπορεί να είναι το ναυπηγείο που η στήριξη και η ευθύνη σταματάει στην περίοδο της εγγύησης. Ως εκ τούτου μια σειρά βήματα προς τα εμπρός μπορούν να γίνουν

1. για την διατήρηση των πελατών με την ενίσχηση του αντίστοιχου τμήματος για την στήριξη του πελάτη μετά τη πώληση
2. η παροχή πληροφορησης και όχι η απόκρυψη στοιχείων
3. να είναι σε θέση να βοηθήσει τον owner με την προσφορά τεχνογνωσίας για επισκευές ή αναβαθμίσεις συστημάτων
4. βελτιστοποίηση της επιλογής των κατασκευαστών με βάση την αξιολόγηση που θα πρέπει να γίνεται από την παρακολούθηση της λειτουργίας των πλοίων μετά την πώληση**.[4]**

2.4 References

[1]http://gcaptain.com/part-design-efficient-ship

[2]http://www.maersk.com/en/hardware/triple-e

[3]http://archive.in.gr/Reviews/Θαλάσσια πρόωση από τον Αιμίλιο Χατζηδάκη

[4]Newsfront Naftiliaki, 06th of April 2011 – Mr. Diamantis Andreotis, NBs Coordinator, Stealth Maritime

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – WHAT IS THE SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN

[1]Η υιοθέτηση απο τον IMO του SEEMP αναγκάζει τις ναυτιλιακές εταιρείες στην υιοθέτηση εργαλείων διιαχείρισης που παρέχουν μια συγκεκριμένη προσέγγιση για την παρακολούθηση των πλοίων και της απόδοσης του στόλου. Άλλωστε ο SEEMP εντάσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο εταιρικής διαχείριση αναγνωρίζοντας οτι καμία εταιρεία δεν είναι ίδια με την άλλη και οτι τα πλοία λειτουργούν κάτω από ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών συνθηκών.Ο SEEMP έχει λοιπόν αναπτυχθεί με στόχο να δημιουργηθεί ένας μηχανισμός για κάθε συγκεκριμένη εταιρεία ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοιών.

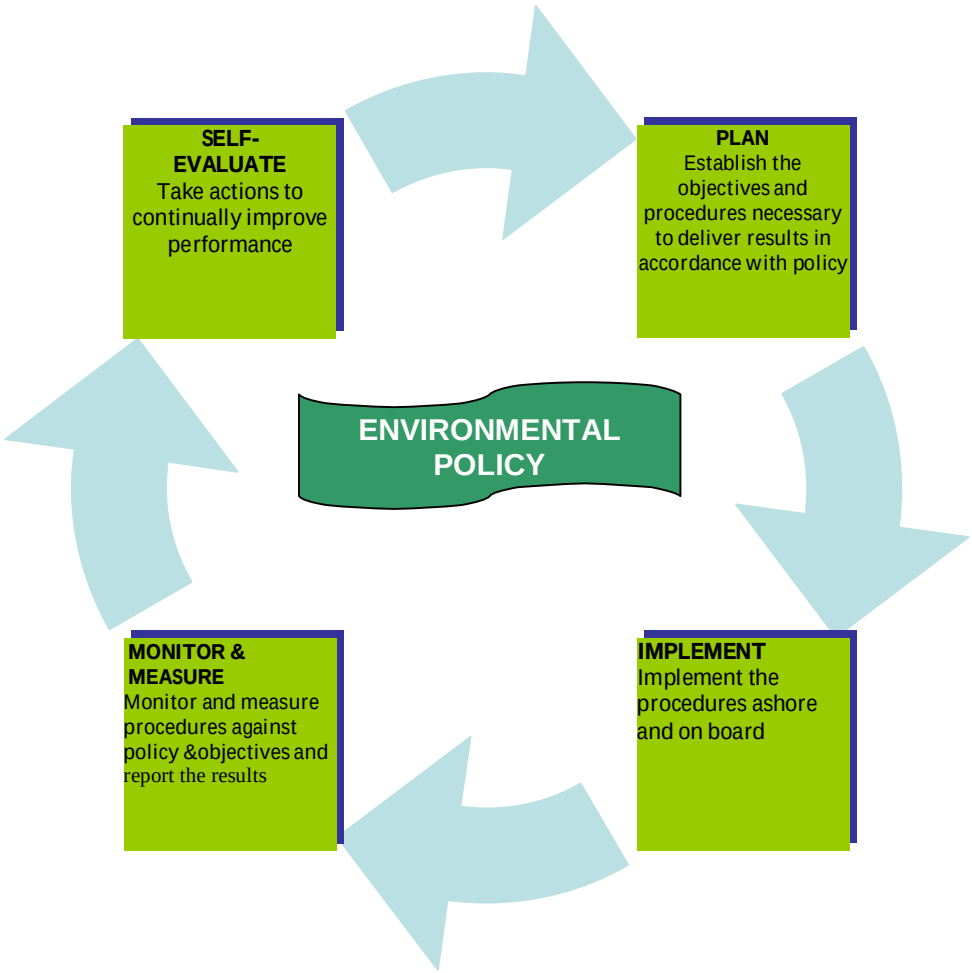
Στόχος λοιπόν του SEEMP είναι να παρέχονται εκείνες οι διαδικασίες και πρακτικές για την καλύτερη διαχείριση της ενέργειας στο πλαίσιο των διαφόρων τρόπων λειτουργίας του πλοίου και η διατήρηση αυτής της ενέργειας. Η ενεργειακή απόδοση ελέγχεται κυρίως μέσω της προσεκτικής λειτουργίας και της διαχείρισης του πλοίου και χρειάζεται η προσωπική δέσμευση όλων των εμπλεκομένων στις παραπάνω ενέργειες. Για να είναι επιτυχής η ενεργειακή απόδοση και η διατήρηση της πρέπει να γίνει τρόπος ζωής των εμπλεκομένων.

Το σχέδιον λοιπόν ενεργειακής απόδοσης μπορούμε να πούμε οτι χωρίζεται στα επόμενα τεσσερα βήματα:

1. Σχεδιασμός
2. Εφαρμογή
3. Παρακολούθηση και μέτρηση
4. Αξιολόγηση και βελτίωση

3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ (Planning)

Ο προγραμματισμός είναι το πιο κρίσιμο στάδιο του SEEMP, υπό την έννοια οτι καθορίζεται η τρέχουσα κατάσταση της χρήσης ενέργειας του πλοίου και σχεδιάζεται η αναμενόμενη βέλτιση ενεργειακή απόδοση του πλοίου ή των πλοίων. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας ο ρεαλιστικός σχεδιασμός για να έχουμε και ρεαλιστικούς και εφαρμόσιμους στοχους



Πλοιο

Αναγνωρίζοντας ότι υπάρχει μια ποικιλία από επιλογές για τη βελτίωση της απόδοσης - π.χ. speed optimization, weather routing, hull maintenance κ.λπ.- και ότι το καλύτερο πακέτο των μέτρων ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα διαφέρει σε μεγάλο βαθμό για κάθε πλοίο, ανάλογα με τον τύπο του,την ηλικία, τη συντήρηση που έχει γίνει, το φορτίο που μεταφέρει, τις διαδρομές που εκτελεί και άλλους παράγοντες, προσδιορίζονται κατ’αρχάς τα συγκεκριμένα μέτρα που ταιριάζουν στο υπό εξέταση πλοίο για τη βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης.

Πρόκειται λοιπόν για ένα πακέτο μέτρων που θα πρέπει να αποφασιστούν και να εφαρμοστούν κατά περίπτωση, παρέχοντας έτσι την επισκόπηση των δράσεων που πρέπει να ληφθούν για το πλοίο.
Στο σχέδιον ενεργειακής απόδοσης προσδιορίζονται τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν ληφθεί και παρέχονται τα εργαλεία για να καθοριστούν τα μέτρα αυτά πόσο αποτελεσματικά είναι. Στο SEEMP προσδιορίζεται επίσης τι επιπλέον μέτρα μπορούν να ληφθούν για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν είναι όλα τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν ίδια για όλα τα πλοία ή ακόμη και στο ίδιο πλοίο υπό διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας. Στην ιδανική περίπτωση, τα πρώτα μέτρα θα μπορούσαν να αποφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους αποτελέσματα που μπορούν να επαναεπενδυθούν, σε πιο δύσκολες ή κοστοβόρες αναβαθμίσεις.

Εταιρεία

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης απο την λειτουργία του πλοίου δεν εξαρτάται μόνο απο τη διαχειρίστρια εταιρεία. Αντίθετα, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των ναυλωτών, των λιμένων, ναυπηγείων κλπ. Για παράδειγμα, ο στόχος «just in time απαιτεί την έγκυρη επικοινωνία μεταξύ της διαχειρίστριας εταιρείας, των λιμένων (πρακτόρων), των ναυλωτών και των εταιρειών που διαχειρίζονται τη κυκλοφορία. Με αύτο το τρόπο το πλοίο είναι στο λιμάνι στο βέλτιστο χρόνο, με τα μεγαλύτερα οφέλη. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται ο καλύτερος συντονισμός και συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων.

Το ανθρώπινο δυναμικό

Ο οποιαδήποτε σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει υπ’όψη το ανθρώπινο προσωπικό (ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, εθνικότητα, στερεότυπα)που θα το εφαρμόσει, τόσο στη ξηρά όσο και στη θάλασσα. Επίσης θα πρέπει να γίνεται επένδυση στο ανθρώπινο κεφάλαιο (σεμινάρια, παρακίνηση, κατάρτιση) ώστε να έχουμε την καλύτερη και σταθερή εφαρμογή των μέτρων που έχουν εγκριθεί και του πλάνου που έχει εκπονηθεί. Το ανθρώπινο δυναμικό κρίνεται ως ένα σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού και ένα βασικό στοιχείο στην επιτυχία της ςφαρμογής.

Καθορισμός Στόχου

Το τελευταίο μέρος του σχεδιασμού είναι ο καθορισμός του στόχου. Αυτός ο στόχος πρέπει να είναι επιτεύξιμος με βάση τα μέτρα που θα παρθούν και φυσικά μετρήσιμος, ώστε να είναι και χειροπιαστός και εύκολα κατανοήσιμος. Έτσι δημιουργείται ένα καλό κίνητρο για την ορθή εφαρμογή του ώστε στη συνέχεια να αυξηθεί η δέσμευση για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης που μπορεί να πάρει οποιαδήποτε μορφή (π.χ η ετήσια κατανάλωση καυσίμου ή ένας συγκεκριμένος δείκτης ενεργειακής απόδοσης).

3.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ(Implementation)

Σύστημα εφαρμογής

Μετά τον προσδιορισμό των μέτρων που πρέπει να εφαρμοστούν, πρέπει να δημιουργηθεί ενα σύστημα για την εφαρμογή τους, με την ανάπτυξη των διαδικασιών για τη διαχείριση της ενέργειας, με τον καθορισμό των καθηκόντων και με την ανάθεσή τους σε εξειδικευμένο προσωπικό. Έτσι, η SEEMP περιγράφει πώς κάθε μέτρο θα πρέπει να εφαρμοστεί και ποιος είναι ο υπεύθυνος.

Εφαρμογή και τήρηση αρχείου

Τηρηση αρχείου για την εφαρμογή του κάθε μέτρου, είναι απαραίτητη για την αυτο-αξιολόγηση σε μεταγενέστερο στάδιο.Οποιοδήποτε μέτρο που δεν μπορεί να εφαρμοστεί για οποιοδήποτε λόγο, θα πρέπει να καταγράφεται για εσωτερική χρήση

3.3 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ (Monitoring)

Συνεχής και συνεπής συλλογή δεδομένων είναι το θεμέλιο της παρακολούθησης. Η ενεργειακή απόδοση του πλοίου πρέπει να παρακολουθείται ποσοτικά. Ένα σύστημα παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών για τη συλλογή δεδομένων και την ανάθεση των υπεύθυνων προσωπικού θα πρέπει να αναπτυχθεί.

3.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ (Self-evaluation and Improvement)

Αξιολόγηση και βελτίωση είναι η τελική φάση του κύκλου διαχείρισης. Αυτή η φάση θα πρέπει να παράγει ουσιαστική ανατροφοδότηση για το επόμενο στάδιο, δηλαδή το πρώτο στάδιο του σχεδιασμού του επόμενου κύκλου βελτίωσης. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι η αξιολόγηση των προβλεπόμενων μέτρων και η εφαρμογής τους για την εμβάθυνση της κατανόησης σχετικά με το σύνολο των χαρακτηριστικών της λειτουργίας του πλοίου, όπως τι είδους μέτρα μπορούν / δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και να σχεδιαστεί η βελτίωση του SEEMP για τον επόμενο κύκλο.

Σε αυτό το πλαίσιο θα πρέπει να εφαρμοστούν εσωτερικές διαδικασίες ελέγχου για την αυτο-αξιολόγησης της ενεργειακής διαχείρισης του πλοίου Αυτο-αξιολόγηση θα υλοποιηθεί με τη χρήση στοιχείων που θα συλλέγονται μέσω της παρακολούθησης και περιλαμβάνουν τον εντοπισμό και την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων βελτίωσης Επιπλέον, χρειάζεται η να γίνει η προσπάθεια προσδιορισμού της αιτίας -και-η επίδραση της απόδοσης κατά τη διάρκεια της περιόδου αξιολόγησης για τη βελτίωση του επόμενου σταδίου της SSEMP.
Η αναζήτηση για αποδοτικότητα σε όλη την αλυσίδα των μεταφορών αναλαμβάνει την ευθύνη πέρα από αυτό που μπορεί να παραδοθεί μόνος από τους ιδιοκτήτες/ χειριστή. Μια λίστα όλων των πιθανών ενδιαφερομένων μερών όσον αφορά την αποτελεσματικότητα ενός ενιαίου ταξιδιού είναι μακρύς: εμφανή μέρη είναι σχεδιαστές ναυπηγεία και τους κατασκευαστές κινητήρων για τα χαρακτηριστικά

των πλοίων και των ναυλωτών λιμένες και τις υπηρεσίες διαχείρισης της κυκλοφορίας των πλοίων, κλπ για το συγκεκριμένο ταξίδι. Όλα τα εμπλεκόμενα μέρη θα πρέπει να εξετάσει την ενσωμάτωση των μέτρων ενεργειακής απόδοσης στις επιχειρήσεις τους, τόσο ατομικά όσο και συλλογικά

4 ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Σε γενικές γραμμές οι πρακτικές για τη βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες

Α. Επένδυση κεφαλαίου / αντικαταστάσεις υλικού

Οι πρακτικές αυτές περιλαμβάνουν αντικαταστάσεις υλικού με αποτελεσματικότερο, αποδοτικότερο και αναβαθισμένο υλικό για παράδειγμα αντικατάσταση των μη αποδοτικών motoros από υψηλότερης απόδοσης. Οι πρακτικές αυτές συνεπάγονται επένδυση κεφαλαίων.

Β Εξοπλισμός και συστήματα τακτικής συντήρηση και παρακολούθησης

Άλλες πρακτικές περιλαμβάνουν την τακτική παρακολούθηση και συντήρηση του εξοπλισμού του πλοίου με σκοπό την καλύτερη συντήρησή του. Παραδείγματα είναι propeller polishing, hull cleaning και τακτικός καθαρισμός των καυστήρων λέβητα. Οι πρακτικές αυτές επίπτουν πάλι στο κόστος συντήρησης.

Γ. Operational/Management changes to increase energy efficiency

Τέλος, άλλες πρακτικές αφορούν τη λειτουργία του πλοίου συστήματα / συσκευές. Η υλοποίηση τους είναι πιο εύκολη αφού δεν συνεπάγονται αλλαγές υλικού ή κάποιο κόστος στη συντήρηση. Τέτοια παραδείγματα είναι η αποτελεσματική διαχείριση των engine room fans (σταματώντας ένα ή δύο ανεμιστήρες κατά τη διάρκεια της παραμονής του πλοίου στο λιμάνι , όταν οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν) και την αποτελεσματική διαχείριση των γεννητριών (δηλαδή τη λειτουργία του ελάχιστου δυνατού αριθμού γεννητριών για συγκεκριμένο φορτίο).

Περαιτέρω μέτρα σχετίζονται με την λειτουργία του πλοίου δηλαδή με την κατάσταση πλεύσης στην ανοιχτή θάλασσα, το είδος του μεταφερόμενου φορτίου, τις καταστάσεις εντός λιμένα, πότε π.χ λαμβάνει χώρα η διαχείριση του φορτίου (φόρτωση-εκφόρτωση), η παραμονή του πλοίου στο αγκυροβόλιο, κτλ. , ανάλογα την κατάσταση χρησιμοποιούνται με διαφορετικό τρόπο τα συστήματα του πλοίου και η κατανάλωση πετρελαίου.(π.χ. main engine, diesel generators, fresh water cooling system, etc.)

Δ.Ανανεώσιμες ή και εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

Πιο μακροπρόθεσμα, θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στις εξελίξεις για τις ανανεώσιμες ή / και εναλλακτικές πηγές ενέργειας και των συσκευών τους στον τομέα της ναυτιλίας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, μπορεί να έχουν τη θέση τους στην προσπάθεια να καλυφθούν ορισμένες επικουρικές απαιτήσεις, όπως ο φωτισμός στα πλοία. Ωστόσο, δεν είναι πρακτικές για την παροχή επαρκούς ισχύος για τη λειτουργία των κυρίων μηχανών στα πλοία (το τεράστιον μέγεθος των πλοίων δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί).
Η πρόβλεψη είναι ότι τα πλοία θα συνεχίσουν να καίνε ορυκτά καύσιμα για το εγγύς μέλλον και ότι η μείωση των εκπομπών CO_2 θα επιτευχθεί με περαιτέρω βελτιώσεις σε ολόκληρη την μεταφορική αλυσίδα.

4.1 Capital Investment / Hardware Replacement
Επένδυση Κεφαλαίου / Αντικατάσταση υλικού

4.1.1 Propulsion System Modification

Η αποδοτικότητα των κινητήρων μπορεί να βελτιωθεί με την αναβάθμισή τους και την αντικατάσταση των παλαιών turbocharges. Η αναβάθμιση του κινητήρα μπορεί ακόμα να θεωρηθεί major modification, που αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να εκδοθεί νέο πιστοποιητικό σε σχέση με τους NOx κανονισμους αποτον IMO.

4.1.2 Main Engine Fuel / Slide valves modification

Οι βαλβίδες καυσίμου ολίσθησης (fuel valves of sliding type) έχουν σχεδιαστεί για να μειώσουν τον όγκο του καυσίμου που παραμένει στο ακροφύσιο ψεκασμού καυσίμου όταν η βαλβίδα κλειστή. Είναι επίσης εξοπλισμένα με ένα ειδικά σχεδιασμένο ακροφύσιο έγχυσης που βελτιστοποιεί τη διανομή του καυσίμου σε όλη την διαδικασία καύσης, αποφεύγοντας την υψηλή θερμοκρασία και κατά συνέπεια μειώνει την παραγωγή σωματιδίων και NOx. Επιπρόσθετα, οι βαλβίδες καυσίμου ολίσθησης (slide fuel valves) βελτιστοποιούν την καύση του καυσίμου και εξασφαλίζουν έναν καθαρότερο κινητήρα. Η επακόλουθη μείωση των εκπομπών HC και συγκεκριμένων σωματιδίων έχει ως αποτελέσματα να σχηματίζεται λιγότερος καπνός.

4.1.3 Propeller Polishing for Fuel Saving

Η απόδοση της προπέλας σχετίζεται με την αύξηση της κατανάλωσης του καυσίμου, όσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της προπέλας τόσο μεγαλύτερη είναι η ενεργειακή απόδοση.Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της προπέλας είναι η καταπόνηση του υλικού και η επικάθηση θαλασσίων οργανισμών πάνω στην προπέλα. Η συχνή παρακολούθηση της κατάσταση της προπέλας, ο καθαρισμός και το γυάλισμα της, μπορεί να αποδωσει μέχρι 3,5% που ισοδυναμεί με 1,7rpm ισοδύναμη ιπποδύναμη.

Η διαδικασία αυτή τρίψιμο-στίλβωση προπέλας, μπορεί να γίνει είτε κατά τον δεξαμενισμό του πλοίου ή κατα τη διάρκεια ενός underwater inspection οταν το πλοίο είναι αγκυροβολημένο.

4.1.4 Silicon Based Coating-Propeller

Εναλλακτικά στην στίλβωση της προπέλας μπορούν να χρησιμοποιηθούν μπογιές με βάση τη σιλικόνη που αποδεδειγμένα βελτιώνουν την υδροδυναμική απόδοση του έλικα

4.1.5 Silicon based Coating – Hull

Αντίστοιχες μπογιές με βάση τη σιλικόνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο hull του πλοίου που αποδεδειγμένα βελτιώνουν την αντοχή του, καθώς η επίστρωση σιλικόνης δυσκολεύει τη θαλάσσια ρύπανση (φύκια,θαλάσσια στοιχεία) που συσσωρεύεται στην επιφάνεια, αυξάνοντας την τραχύτητα και κατά συνέπεια την απώλεια ενέργειας και επομένως αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου και η εκπομπή αερίων ρύπων στο περιβάλλον.

4.1.6 Torque Meter Installation / Μετρητή ροπής του συστήματος

Είναι μια συσκευή για τη μέτρηση και καταγραφή της ροπής σε ένα σύστημα εκ περιτροπής. Διευκολύνει την αποδοτική λειτουργία με την παροχή ζωτικών δεδομένων, επιτρέποντας με βάση τις πληροφορίες που δίνει να αποφασίζετε η πιο οικονομική ταχύτητα, ενώ παράλληλα εξοικονομείται καύσιμο και μειώνονται οι εκπομπές ρύπων.
Βοηθά επίσης να μειώσει τη συντήρηση και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του κινητήρα, συγκρίνοντας την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την κατανάλωση

καυσίμων, η οποία παρέχει πολύτιμες πληροφορίες που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποφευχθεί η υπερβολική καταπόνηση του κινητήρα. Το torque meter είναι ένα εργαλείο για την καταγραφή, μέτρηση και ανάλυση των διακυμάνσεων της ροπής, η οποία δίνει τη δυνατότητα εξοικονόμησης χρημάτων και χρόνου προληπτικό σχεδιασμό συντήρηση και διορθωτικές ενέργειες

4.1.7 Use of fuel oil homogenizers

Το κόστος καυσίμων αντιπροσωπεύει σημαντικό τμήμα των λειτουργικών εξόδων του πλοίου, με αποτέλεσμα η αποδοτική καύση να κρίνεται σημαντική.
Επιπλέον η ποιότητα του πετρελαίου μπορεί να έχει σοβαρές μακροπρόθεσμες συνέπειες για τη φθορά του κινητήρα.
Ο ομογενητοποιητής έχει σχεδιαστεί για να επιλύσει τα προβλήματα ομοιομορφίας του καυσίμου, κύρια χαρακτηριστικά από τη λειτουργία του είναι:

- Μείωση της λάσπης πετρελαίου
- Αυξημένη καιόμενη ποσότητα καυσίμου με βελτιωμένη απόδοση καυσίμου(βελτιωμένη καύση)
- Βελτιωμένη ποιότητα της καύσης και μειωμένες εκπομπές καυσαερίων
- Μειωμένη φθορά στα εξαρτήματα του κινητήρα και μειωμένο λειτουργικό κόστος.

4.1.8 Power Management System

Στόχος ενός τέτοιος συστήματος είναι η χρήση των αυτοματισμών για την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι γεννήτριες diesel είναι το βασικό κομμάτι ενός power management system.Όλες οι γεννήτριες έχουν συγκρκριμένες προδιαγραφές από τον κατασκευαστή για ελάχιστα, μέγιστα και βέλτιστα όρια φορτοεκφόρτωσης.
Όταν οι γεννήτριες συγχρονίζονται με το σύστημα του πλοίου, οι μηχανικοί έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν τα όρια φόρτωσης και τον αριθμό των γεννητριών που είναι σε χρήση. Αυτό γίνεται για να αποτραπούν διάφορες καταπονήσεις στις φυσικές συνιστώσες της γεννήτριας.
Για την αποτελεσματική κατανάλωση καυσίμου είναι επιθυμητή η χρήση του μικρότερου αριθμού γεννητριών με τη βέλτιστη χρήση του φορτίου.

4.1.9 Waste Heat Recovery

Το σύστημα Waste Heat Recovery χρησιμοποιεί τη θερμότητα από τα κύρια καυσαέρια του κινητήρα. Αυτή η θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού, που διοχετεύεται στην τουρμπογεννήτρια, όπου παράγεται ισχύς για το πλοίο. Με άλλα λόγια, το σύστημα αυτό βοηθά να παράγεται περισσότερη δύναμη στο πλοίο χωρίς να χρειάζεται επιπλέον καύσιμο.

Μπορεί να μην είναι δυνατή η τροποποίηση αυτών των συστημάτων σε υπάρχοντα πλοία. Ωστόσο, μπορεί να είναι ευεργετική για επιλογή νέων πλοίων.

4.2 Hardware Systems Regular Maintenance and Monitoring

4.2.1 Hull Maintenance (Cleaning and Monitoring Programs)

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η Παγκόσμια Ναυτιλία είναι τα λερωμένα ύφαλα των πλοίων. Έχουν καταμετρηθεί 1746 διαφορετικά είδη θαλάσσιων οργανισμών, τα οποία προσκολλώνται πάνω σε βυθισμένες στο νερό επιφάνειες. Πρόκειται για οστρακοειδή, φύκια, θαλάσσια βρύα και υδρόζωα, τα οποία φράζουν τους υποβρύχιους αγωγούς, καλύπτουν τα υφαλοχρώματα και δημιουργούν ένα παχύ στρώμα στη γάστρα του πλοίου που με το χρόνο την καταστρέφει και επηρεάζει την «καλή» λειτουργία της.**[2]**

Αποτέλεσμα των λερωμένων υφάλων είναι η αύξηση της αντίστασης τριβής του πλοίου. Η αύξηση της τριβής συνεπάγεται μείωση της ταχύτητας. Άρα για να διατηρηθεί η ίδια ταχύτητα χρειάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου, η οποία συνεπάγεται αύξηση του κόστους και της εκπομπής αέριων ρύπων. Ανάλογα με τον τύπο του σκάφους,τα καύσιμα μπορεί να αποτελούν περίπου το 50% του λειτουργικού κόστους ενός πλοίου.Εκτιμάται ότι η κατανάλωση καυσίμων αυξάνεται 6% για κάθε 100μm αύξησης της ταχύτητάς του. Η αύξηση του βάρους των επιφανειών έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της υδροδυναμικής συμπεριφοράς του πλοίου, αφού χαμηλώνει το κέντρο βάρους του σκάφους, γεγονός το οποίο επηρεάζει τη δυνατότητα ελιγμών. Τα λερωμένα ύφαλα και η βρώμικη έλικα καταπονούν τις μηχανές και μπορούν να οδηγήσουν σε προβλήματα στον κινητήρα, αφού αλλάζει το υδροστατικό σχήμα της γάστρας και της έλικας, αυξάνοντας τους κραδασμούς.**[2]**

Ο υποβρύχιος καθαρισμός υφάλων εξασφαλίζει αύξηση της ταχύτητας, μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και μείωση των αέριων ρύπων.

Κρίσιμο λοιπόν είναι να αξιολογείται η επίδοση του πλοίου σε σχέση με την κατάσταση του κύτους και της προπέλας, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη απόδοση του πλοίου.

4.2.2 M/E and D/G Performance and Consumption Monitoring

Η τακτική παρακολούθηση/μέτρηση, των επιδώσεων της κύριας μηχανής και της ηλεκτρομηχανής, (M / E και D / G), σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, καθώς μετά απο συγκεκριμένες ώρες λειτουργίας συστήνεται η αντικατάσταση εξαρτημάτων, π.χ έμβολα και ελατήρια, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη συντήρηση των μηχανημάτων.

4.2.3 Emissions Monitoring Devices

Συσκευές παρακολούθησης των εκπομπών CO2, NOx SOx , παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την ποιότητα των καυσίμων και για τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας. Επίσης είναι πολύ σημαντική η ποιότητα των λιπαντικών που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των μηχανημάτων. Οι εταιρείες είναι υποχρεωμένες να προβάινουν συχνά σε τέστ ώστε να εξασφαίζουν την ποιότητα τους. Π.χ για τις μηχανές ντίζελ αν το λιπαντικό χάσει τις λιπαντικές του ιδιότητες, μπορεί να έχουμε και την καταστροφή της μηχανής (κόλλημα κουζινέτων και καταστροφή στροφαλοφόρου). Γι' αυτό το λόγο πολλοί κατασκευαστές συνιστούν την αντικατάσταση τους μετά από ορισμένες ώρες λειτουργίας.

4.2.4 Reducing emissions of HCFC

Με τον όρο HCFC εννοούμε τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται σε ψυγεία, καταψύκτες και συστήματα κλιματισμού. Οι εκπομπές HCFC σχετίζονται με τις διαρροές κατά τη λειτουργία και συντήρηση των εγκαταστάσεων ψύξης. Τεχνικά μέτρα για τη μείωση των διαρροών περιλαμβάνουν σχέδια που είναι πιο ανθεκτικά στη διάβρωση, τις δονήσεις και άλλες πιέσεις, τη μείωση των επιπτώσεων των διαρροών με τη μείωση του φορτίου ψυκτικού (δηλαδή με έμμεση ψύξη), και την κατάτμηση του συστήματος σωληνώσεων, έτσι ώστε η διαρροή να μπορεί να απομονωθεί. Είναι επίσης σημαντικό οι εγκαταστάσεις να είναι διαθέσιμες για να επιτρέψουν την ασφαλή ανάκτηση των ψυκτικών κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Επιχειρησιακά μέτρα περιλαμβάνουν την ορθή εφαρμογή της προγραμματισμένης συντήρησης, ανίχνευση διαρροών και τη διατήρηση ODS(Ozone Depleting Substances) Record Book (παράρτημα VI της MARPOL -ο κανονισμός 12)

4.3 Operational / Management Changes to Increase Energy Efficiency

4.3.1 Weather routing

Με τον όρο Weather routing εννοούμε τη χρήση των μετερωρολογικών δεδομένων για τον σχεδιασμό και προγραμματισμό ενός ταξιδιού. Η ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές και στην επιλογή του βέλτιστου θαλάσσιου δρόμου είναι στενά συνδεδεμένη με την κατάλληλη γνώση των καιρικών συνθηκών. Οι πιο σημαντικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες για να αποφασιστεί η καλύτερη θαλάσσια ρότα, είναι τα στοιχεία της ατμόσφαιρας και της θάλασσας. Αυτοι οι παράμετροι είναι κυρίως του ανέμου (ταχύτητα, κατεύθυνση) και η κατάσταση της θάλασσας (άνεμος, ύψος κυμάτων, θαλάσσια ρεύματα).

Τα κύρια οφέλη των υπηρεσιών δρομολόγησης των πλοίων είναι η εξοικονόμηση χρόνου, καυσίμου και επομένως μείωση του κόστους και αύξηση της ασφάλειας. Εξοικονομήσεις στο λειτουργικό κόστος που προέρχονται από τη μείωση του χρόνου διέλευσης, αποφυγή ακραίων καιρικών συνθηκών, βελτιστοποιημένη κατανάλωση, ελαχιστοποίηση της πιθανότητας βλάβης του φορτίου και καταπόνηση

στο hull, πιο αποτελεσματικό προγραμματισμό των δραστηριοτήτων στην αποβάθρα, λιγότερες επείγουσες επισκευές, πιο αποτελεσματική χρήση του προσωπικού και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής λειτουργίας του πλοίου.

4.3.2 Just In Time

Οι δυνατότητες σε εξοικονόμηση ενέργειας για just-in-time χρόνους άφιξης εκτιμήθηκε σε 1-5% το 2000 σε μελέτη του IMO. Η μεγαλύτερη δυνατότητα όμως εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να αναμένεται όταν για οικονομικούς λόγους (κίνητρα από συμβατική ρύθμιση) ευνοείται η αναποτελεσματική επιχειρησιακή άφιξη.
Παράμετροι όπως η πλοήγηση, βελτιστοποιημένες λειτουργίες χειρισμού του φορτίου στους τερματικούς σταθμούς, τα πληροφοριακά συτήματα στους λιμένες και γενικότερα οι καλές λιμενικές υποδομές, μειώνουν τους χρόνους παραμονής του πλοίου και επομένως τις εκπομπές αερίων. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες το χρονοδιάγραμμα για τον ελλιμενισμό του πλοίου είναι γνωστό εκ των προτέρων, το πλοίο σε συνεργασία με την εταιρεία πρέπει να ελέγξει / μειώσει την ταχύτητα του ταξιδιού του στη θάλασσα για να εξοικονομήσει το χρόνο αναμονής στα λιμάνια και έτσι να περιορίσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Η έγκαιρη και αποτελεσματική επικοινωνία λοιπόν της διαχειρίστριας εταιρείας με τον επόμενο λιμένα (όπου αυτό είναι δυνατόν, οι λιμενικές αρχές θα πρέπει γενικότερα να ενθαρρύνονται ώστε να μεγιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητα και να ελαχιστοποιήσουν την όποια καθυστέρηση.), τους ναυλωτές και τις υπηρεσίες διαχείρισης κυκλοφορίας είναι απαραίτητες , προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη αφιξη στο λιμάνι ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των θέσεων αγκυροβολίας και να γίνει χρήση της βέλτιστης ταχήτητας ώστε να αξιοποιηθεί καλύτερα ο στόλος.

Καλύτερη αξιοποίηση του στόλου μπορεί να επιτευχθεί με τη βελτίωση του σχεδιασμού. Η καλύτερη αξιοποίηση του στόλου θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης καυσίμων και ως εκ τούτου τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
Βασικός στόχος κάθε διαχειρίστριας εταιρείας πρέπει λοιπόν να είναι η καλύτερη συνεργασία και ο αποδοτικότερος συντονισμός μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών (stakeholders).

4.3.3 Optimum trim and ballast

Trim and ballast ονομάζεται η επιδιωκόμενη προσαρμογή, ώστε να επιτευχθεί ο καλύτερος συνδυασμός δυνάμεων που ασκούνται σε ένα πλοίο και να εξασφαλιστεί η αξιοπλοοία του. Αυτό επιτυγχάνεται μεταβάλλοντας ή ρυθμίζοντας την ποσότητα νερού στις δεξαμενές.

Trim and ballast είναι ένας ακόμη λειτουργικός παράγοντας που επηρεάζει την κατανάλωση καυσίμου. Η σχέση μεταξύ trim and ballast και του φορτίου είναι θεμελιώδους σημασίας ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη θέση του πλοίου μέσα στο νερό, που είναι ένας κρίσιμος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την κατανάλωση του καυσίμου. Η βέλτιστη θέση στο νερό μπορεί να μεταφραστεί σε μειωμένη αντίσταση (τριβή) και επομένως σε εξοικονόμηση καυσίμου.

Τα περισσότερα πλοία έχουν σχεδιαστεί για να μεταφέρουν ένα καθορισμένο ποσό φορτίου σε μια ορισμένη ταχύτητα και με μια ορισμένη κατανάλωση καυσίμου. Αυτό συνεπάγεται συγκεκριμένες προδιαγραφές για την αντιστάθμιση. Το πλοίο είτε είναι φορτωμένο ή άδειο, η αντιστάθμιση έχει μια σημαντική επίδραση στην αντίσταση του πλοίου στο νερό.

Διάφορα εργαλεία λογισμικού συνδυάζουν τους παράγοντες που συμβάλουν στη καλύτερη θέση του πλοίου και είναι ο τύπος του πλοίου, το μέγεθος, οι προδιαγραφές του πλοίου, οι συνθήκες ταχύτητας, οι καιρικές συνθήκες, η γάστρα, η ταχύτητα και η διεύθυνση περιστροφής της έλικας στην περίπτωση ελίκων με μόνιμο βήμα, η συμπεριφορά του κινητήρα , το βάθος του νερού. Αυτοί οι παράγοντες συνυπολογίζονται προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη ισορροπία δυνάμεων και το πλοίο να λειτουργήσει με τον καλυτερο τρόπο, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί άμεση εξοικονόμηση καυσίμου χωρίς τροποποιήσεις. Το πλεονέκτημα αυτών των εργαλείων λογισμικού είναι ότι συνήθως είναι αυτόνομες εφαρμογές,οι οποίες δεν απαιτούν τη διασύνδεση με συστήματα και αισθητήρες του σκάφους και το οποίο μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε υπολογιστή.

Η αντίσταση του πλοίου εξαρτάται από τέσσερις συνιστώσες, την τριβή, το κύμα, τη δίνη και την αντίσταση του αέρα. Τα πρώτα τρία στοιχεία αυξάνουν το βάθος βυθίσματος και το τέταρτο μειώνει το βάθος βυθίσματος. Οι παράμετροι που συμβάλλουν περισσότερο είναι η αντίσταση της τριβόμενης επιφάνειας του hull και του κύματος.

4.3.4 Speed Optimization (Βελτιστοποίηση της ταχύτητας)

Η ταχύτητα είναι ο μοναδικός πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την κατανάλωση καυσίμου. Ένα πλοίο ωθείται μέσω του νερού απο την προπέλα και δαπανάται ένα ορισμένο ποσό ενέργειας στη κατασκευή επιφανειακών κυμάτων κατα μήκος και πίσω απο το πλοίο. Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του πλοίου, το μέγεθος της προσπάθειας που καταβάλλεται αυξάνεται πολύ γρήγορα-δυσανάλογα με την αύξηση της ταχύτητας.

Στις υψηλότερες ταχύτητες δεν είναι μόνο το επιπλέον καύσιμο που χρειάζεται για την εξουδετέρωση της αντίστασης των κυμάτων αλλά και η μηχανή δεν μπορεί να λειτουργήσει το ίδιο αποδοτικα, ιδιαίτερα σε στροφές που πλησιάζουν το μέγιστο αριθμό στροφών ανά λεπτό (rpm).

Η επιλογή της βέλτιστης ταχύτητας λειτουργίας εξοικονομεί καύσιμα και μειώνει το κόστος χωρίς να χρειάζονται πρόσθετες άμεσες δαπάνες.Η επιλογή της βέλτιστης ταχύτητας δεν συνεπάγεται σε καμία περίπτωση και τη χαμηλότερη ταχύτητα, στην πραγματικότητα η ναυσιπλοια σε χαμηλότερη ταχύτητα συνεπάγεται την κατανάλωση μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου και στην καταπόνηση της μηχανής και στην αύξηση των κραδασμών και τα γυρίσματα και αυτά θα πρέπει να ληφθουν σοβαρά υπόψη.

Συνήθως με τον όρο επιχειρησιακή ταχύτητα εννοούμε τη μέγιστη ταχήτητα που είναι τεχνικά πιο αποτελεσματική και που ορίζεται από τις προδιαγραφέςπου ορίζει ο κατασκευαστής της μηχανής.
Ωστόσο το πεδίο της έννοιας επιχειρησιακή ταχύτητα μπορεί επίσης να περιλαμβάνει πολλές άλλες πτυχές της εκμετάλλευσης του πλοίου, συμπεριλαμβανομένου του κυρίου έργου, που είναι η μεταφορά του φορτίου για τα κέρδη. Η μεγιστοποίηση των κερδών είναι ένας προφανής στόχος. Υπάρχουν περίοδοι ωστόσο (για παράδειγμα ταξίδια έρματος) όπου η λειτουργία του πλοίου δεν αποφέρει κανένα κέρδος. Ως εκ τούτου, στην πράξη, η μεγιστοποίηση των κερδών μπορεί κατά καιρούς να αντικατασταθεί από την ελαχιστοποίηση του κόστους.
Με μια τέτοια προσέγγιση, η ταχύτητα λειτουργίας μπορεί να οριστεί ως εκείνη η ταχύτητα που είναι βέλτιστη για την εργασία που εκτελείται.

Στη διαδικασία αναζήτησης της βελτιστης ταχύτητας για την εργασία που εκτελείται κάθε φορά, θα πρέπει να συνυπολογιστεί και να συνδυαστεί η άφιξη του πλοίου με τη διαθεσιμότητα των θέσεων ελλιμενισμού για την φόρτωση / εκφόρτωση, κλπ Θα πρέπει να δωθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε η βελτιστοποίηση της ταχύτητας να μην οδηγήσει σε αυξημένη συμφόρηση στους λιμένες, ώστε να μην είναι μια νέα πηγή καθυστέρησης, χρειάζεται πολύ καλός συντονισμός και συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων μερών.
Μια σταδιακή αύξηση στην ταχύτητα του πλοίου όταν αναχωρεί από ένα λιμάνι ενώ διατηρεί τις στροφές του κινητήρα εντός ορισμένων ορίων μπορεί να συμβάλει στη

μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, ώστε να επιτευχθεί η μείωση της επιβάρυνσης εντός των λιμένων και στην ευρύτερη περιοχή.

Η μείωση της επιχειρησιακής ταχύτητας και επομένως η επέκταση του χρόνου ταξιδιού θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα αλλά θα οδηγήσει σε υπερπροσφορά πλοίων. Επίσης η μείωση της επιχειρησιακής ταχύτητας μπορεί να έχει και κόστος γιατί μειώνεται η ποσότητα των αγαθών που μεταφέρεται και αυτό συνεπάγεται μείωση εσόδων για το πλοίο και τον ιδιοκτήτη. Συνήθως η σχέση μεταξύ ναύλων και κόστους καυσίμων είναι χαμηλοί ναύλοι και υψηλές οι τιμές των καυσίμων, τότε είναι επικερδής η μείωση της ταχύτητας.

Τέλος, η ταχύτητα είναι συνήθως στον έλεγχο του ναυλωτή και όχι της εταιρείας. Η καλύτερη συνεργασία μεταξύ αυτών των μερών και η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω της ταχύτητας κατά τη συμφωνία ενός ναυλοσυμφώνου, είναι στη διακριτική ευχέρια των δύο πλευρών και στα εκάστοτε συμφέροντα τους.

4.3.5 On-shore Power Supply

Το πλοίο ενώ είναι αγκυροβολημένο δεν σταματάει να χρειάζεται ενέργεια για να διεκπεραιώνονται όλες οι απαραίτητες λειτουργίες (όπως θέρμανση, ζεστό νερό, κουζίνες, φωτισμός και ανελκυστήρε, ράμπες κτλ.) Η συνήθης διαδικασία για την παραγωγή αυτής της ενέργειας είναι με τις βοηθητικές μηχανές (diesel-powered), ενώ στην αποβάθρα για να χειριστεί την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος επί του σκάφους. Η παροχή τροφοδοσίας από την ακτή, σημαίνει οτι το πλοίο μπορεί να κλείσει όλες τις μηχανές, επιτρέποντας όλες τις λιμενικές δραστηριοτητες να συνεχιστούν , ενώ το πλοίο ξεφορτώνει και φορτώνει φορτίο.

Οι εκπομές διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται σημαντικά και εξασφαλίζεται ένα καλύτερο περιβάλλον για τα λιμάνια. Θα πρέπει να σημιωθεί ότι η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τον ελλιμενισμό των πλοίων είναι διαθέσιμη σε ορισμένους λιμένες, είναι όμως μια πρακτική που θα πρέπει να υιοθετηθεί απο τις λιμενικές αρχές που, παρέχοντας όλες τις νέες τεχνολογίες, εκσυγχρονίζοντας το λιμάνι και τις υποδομές, έχοντας και τα οικονομικά και περιβάλλοντικα οφέλη.

4.3.6 Crew awareness and training

Στόχος θα πρέπει να είναι τα πληρώματα να είναι σωστά και επαρκώς ενημερωμένα για τους στόχους της εταιρείας. Συγκεκριμένα θα πρέπει να δωθούν οι κατευθυντήριες γραμμές, με σεμινάρια, πρακτικές, μέτρα, ώστε να αυξηθεί η επαγρύπνηση των ναυτικών πάνω στα πλοία για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Θα πρέπει να εξοπλιστούν οι ναυτικοί με τις γνώσεις και τις πληροφορίες που απαιτούνται για να εξοικονομήσουν ενέργεια, από τις δραστηριότητες πάνω στο πλοίο.
Συνήθως ένας αξιωματικός θα πρέπει να έχει οριστεί ως υπεύθυνος για να συντονίζει τις προσπάθειες επί του πλοίου, για να παρακολουθεί και να καταγράφει τη χρήση της ενέργειας του πλοίου και να επικοινωνεί τις πληροφορίες με το γραφείο.

Π.χ. εγκατάσταση συστημάτων διαχείρισης φωτισμού ή εναλλακτικά το πλήρωμα να μην αφήνει ανοικτά τα φώτα.

4.4 Renewable and/or Alternative Energy Sources -Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η τάση προς τη χρήση ανανεώσιμων και εναλλακτικών πηγών ενέργειας έχει αποκτήσει μια δυναμική κατά την τελευταία δεκαετία, καθώς το ευρύ κοινό και οι φορείς χάραξης πολιτικής να αντιμετωπισθούν τα ζητήματα της ρύπανσης, την ενεργειακή ασφάλεια και τη κλιματική αλλαγή. Ωστόσο, στη θάλασσα η στροφή προς την ευρεία υιοθέτηση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας μόλις τώρα αρχίζει να παίρνει σάρκα και οστά.

Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος της ναυτιλίας βρίσκεται σε ενα κανονιστικό πλαίσιο για τη μείωση των εκπομπων αερίων, αναζητώντας τρόπους ώστε να λειτουργεί με ένα φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Η έννοια της Πράσινης Ανάπτυξης στη ναυτιλία γίνεται πλέον ένα σημαντικό θέμα για τους ιδιοκτήτες πλοίων, τις ναυτιλιακές εταιρείες και τους κατασκευαστές πλοίων σε παγκόσμιο επίπεδο.

4.4.1 Use of Wind Power -Η χρήση της αιολικής ενέργειας

Τα συμβατικά πανιά (εύκαμπτο ή άκαμπτο) μπορεί να να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου. Μια νέα τεχνολογία για τη χρήση της αιολικής ενέργειας είναι ο χαρταετός ρυμούλκησης, ο οποίος συνδέεται με το πλοίο με ένα καλώδιο και μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να βελτιστοποιήσει τη χρήση των ισχυρών ανέμων στη θάλασσα. Συγκριτικά με ένα συμβατικό πανί και ένα κατάρτι, ένας χαρταετός ρυμούλκησης στην πλώρη ενός πλοίου ελαχιστοποιεί την κλίση του πλοίου που προκαλείται από τους ισχυρούς ανέμους. Η εγκατάσταση ενός χαρταετού ρυμούλκησης για τα υπάρχοντα πλοία δεν θεωρείται δύσκολη ή δαπανηρή. Ένα μέσο σκάφος θα μπορούσε να εξοικονομήσει περίπου έως 20% των καυσίμων ανάλογα με το δρομολόγιο και τις συνθήκες του ανέμου.

4.4.2 Use of Solar Power Η χρήση της ηλιακής ενέργειας

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει βελτιωθεί τα τελευταία χρόνια. Ως εκ τούτου, αξίζει να εξετάσουμε την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών επί των πλοίων, ιδιαίτερα όταν το πλοίο έχει εμπλακεί σε εμπόριο όπου εύλογο ποσό του ήλιου λάμψη αναμένεται.
Δεδομένου ότι είναι σε θέση να αξιοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ηλιακής ενέργειας, τα πλεονεκτήματα των πωλούμενων φωτοβολταϊκών σύστημα είναι σαφές. Το κύριο μειονέκτημα, ωστόσο, είναι η πολύ μεγάλη εκτεθειμένη επιφάνεια που απαιτείται ανά kW ισχύος που παράγεται.

4.4.3 Use of alternative fuels

Ως «εναλλακτικά καύσιμα» ορίζονται,τα καύσιμα ή οι πηγές ενέργειας που χρησιμεύουν, έστω και εν μέρει, ως υποκατάστατο για τις πηγές ορυκτού πετρελαίου στον ενεργειακό εφοδιασμό στις μεταφορές και που έχουν τη δυνατότητα να συμβάλουν στην απαλλαγή των μεταφορών από τις ανθρακούχες εκπομπές και να ενισχύσουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις του εν λόγω τομέα. Σε αυτά περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων:

—η ηλεκτρική ενέργεια,

—το υδρογόνο,

—τα βιοκαύσιμα

—τα συνθετικά και παραφινικά καύσιμα,

—το φυσικό αέριο, συμπεριλαμβανομένου του βιομεθανίου, σε αέρια μορφή (συμπιεσμένο φυσικό αέριο — CNG) και σε υγροποιημένη μορφή (υγροποιημένο φυσικό αέριο — LNG), και

—το υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο (υγραέριο — LPG)

Η ηλεκτρική ενέργεια, το υδρογόνο, τα βιοκαύσιμα, το φυσικό αέριο και το υγραέριο (LPG) αναγνωρίζονται στην παρούσα φάση ως τα κύρια εναλλακτικά καύσιμα με δυνατότητες για μακροπρόθεσμη υποκατάσταση του πετρελαίου, μεταξύ άλλων και υπό το πρίσμα της πιθανής ταυτόχρονης και συνδυασμένης χρήσης . **[3]**

Εκτός των αερίων καυσίμων η χρήση των βιοκαυσίμων, ως καύσιμα στους ναυτικού κινητήρες, αποτελεί μια δυνατότητα μείωσης των εκπομπών CO2. Η δυνατότητα αυτή είναι προς το παρόν περιορισμένη. Αυτό οφείλεται,όχι μόνο σε τεχνολογικούς

παράγοντες αλλά και εξαιτίας του κόστους και της έλλειψης διαθεσιμότητας καθώς και τη χρήση των βιοκαυσίμων και άλλων παραγόντων που σχετίζονται με την παραγωγή. Ακόμη και πυρηνική προώθηση των εμπορικών πλοίων είναι τεχνικά δυνατή, αν και οι επιπτώσεις για την ασφάλεια και το κόστος των υποδομών στήριξης απαιτεί σοβαρή εξέταση.

.

Επειδή το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) ως καύσιμο έχει την ιδιότητα να μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO2) περίπου 25-30%, τις εκπομπές οξειδίων του θείου (SOx) σχεδόν στο μηδέν και τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NOx) περισσότερο από 80%, είναι φανερό ότι εμφανίζει περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με οποιοδήποτε ορυκτό καύσιμο. Συνεπώς είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον να εξετασθούν οι απαιτήσεις χρήσης του LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο πρόωσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο πλοίο.

Η Resolution MSC.285(86)/2009 του IMO παρέχει διεθνή τυποποίηση στον τομέα προσωρινών οδηγιών ασφαλείας για την εγκατάσταση μηχανών φυσικού αερίου στα πλοία, ενώ η MSC επεξεργάζεται τον Διεθνή Κώδικα καυσίμου φυσικού αερίου (IGF) που θα καλύψει την έλλειψη κανονιστικών απαιτήσεων, με χρονοδιάγραμμα υιοθέτησης την επόμενη αναθεώρηση της Δ.Σ. SOLAS περί το 2014.

Όσον αφορά τη διεθνή αγορά φυσικού αερίου, αν και η παραγωγή LNG έχει δείξει αυξητικές τάσεις και νέους παίκτες κατά τη δεκαετία του 2000, δηλαδή έχει δώσει ένα ασφαλές μήνυμα διαθεσιμότητας, οι τιμές του φυσικού αερίου προβλέπεται να παραμείνουν εξαρτημένες από τις τιμές του πετρελαίου και αυτό αναμένεται να τις κρατήσει σχετικά υψηλά στο προβλέψιμο μέλλον. Επιπλέον η εξέλιξη του παγκόσμιου δικτύου υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων εγκαταστάσεων προμήθειας

LNG και η ανάπτυξη του στόλου μεταφοράς LNG παρουσιάζει ενδιαφέρον, διότι για τον ανεφοδιασμό των πλοίων με χρήση LNG διαπιστώθηκε ότι απαιτείται πυκνό δίκτυο, δεδομένης της ευελιξίας ανεφοδιασμού που παρέχεται είτε από τερματικές εγκαταστάσεις υγροποιημένου αερίου είτε από μικρά δεξαμενόπλοια.

Η διερεύνηση των τεχνολογικών εξελίξεων στον τομέα των ναυτικών μηχανών, προκειμένου να προσδιορισθεί η μείωση των εκπομπών καυσαερίων σε περίπτωση χρήσης LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο, κατέδειξε ότι Νηογνώμονες και κατασκευαστές ναυτικών μηχανών έχουν ήδη συγκροτήσει ερευνητικές ομάδες και εκπονούν μελέτες σκοπιμότητας (case studies) για διαφορετικούς τύπους πλοίων (Ro-Ro, capsize bulk carrier, feeder container). Ειδικότερα, τα υβριδικά μοντέλα ναυτικής μηχανής (dual-fuel DF) που παράγουν 80% λιγότερο NOx, 20% λιγότερο CO2 και πρακτικά μηδενικές εκπομπές SOx κατά τη λειτουργία με LNG σε σύγκριση με HFO, αποτελούν βιώσιμες εναλλακτικές εφαρμογές. Επίσης,παρέχουν ευελιξία λόγω της υβριδικής τους φύσης κατά τη διέλευση του πλοίου από περιοχές (ECA, SECA) στα πλαίσια της Δ.Σ. MARPOL.

Προκειμένου να αξιολογηθεί εάν η επένδυση μετασκευής πλοίου ή νέας κατασκευής πλοίου με χρήση LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο είναι αποδοτική, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα κόστη μετατροπής ή εγκατάστασης της μηχανής, το κόστος του δοχείου αποθήκευσης, τα λειτουργικά κόστη, το κόστος συντήρησης και τέλος το περιβαλλοντικό κόστος στα πλαίσια των επερχόμενων MBM (περιβαλλοντική επιβάρυνση ή χρηματιστήριο ανταλλαγής ρύπων).

Κατά συνέπεια η ενδεχόμενη επένδυση στη χρήση LNG ως ναυτιλιακό καύσιμο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες τιμολόγησης φυσικού αερίου φαίνεται να είναι ελκυστική ιδιαίτερα όταν τα πλοία προορίζονται να ταξιδεύουν σε ειδικά προστατευμένες περιοχές (ECA, SECA)**.[4]**

4.5 Συμβατότητα μέτρων

Η παραπάνω ανάλυση δείχνει μια μεγάλη ποικιλία δυνατοτήτων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός πλοίου. Ενώ υπάρχουν πολλές διαθέσιμες επιλογές, δεν είναι αθροιστικές και απαιτούν τη στήριξη όλων των εμπλεκόμενων μερών, ώστε να χρησιμοποιηθούν πιο αποτελεσματικά και να αποδώσουν τα μέγιστα. Είναι σημαντικό ότι κάθε ένα από τα εμπλεκόμενα μέρη έχει τα κίνητρα και την δυνατότητα για να συμμετάσχει στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και είναι ιδιαίτερα κρίσιμο να μην έχουν κίνητρα για να συμβάλουν προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Η δυνατότητα υλοποίησης για πολλά από τα μέτρα που περιγράφονται εξαρτάται από το χώρο που δραστηριοποιείται ένα πλοίο, καθώς και από την υπολειπόμενη διάρκεια ζωής του πλοίου και το κόστος των καυσίμων. Μερικές φορές ενα πλοίο θα αλλάξει τον εμπορικό δρόμο που δραστηριοποιείται ως αποτέλεσμα της αλλαγής στην ναύλωση, αλλά αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μια γενική

παραδοχή. Για παράδειγμα, η χρήση της αιολική ενέργειας, σε πλοία που δραστηριοποιούνται σε θαλάσσιες μεταφορές μικρών αποστάσεων, που δεν αναπτύσσεται μεγάλη ταχύτητα και που η θαλάσσια κυκλοφορία είναι ενισχυμένη, δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί και θα ήταν οικονομικά ασύμφορη. Μια άλλη πτυχή είναι ότι κάθε θαλάσσια περιοχή έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και συγκεκριμένες συνθήκες που επικρατούν και έτσι τα πλοία που έχουν σχεδιαστεί για συγκεκριμένες διαδρομές, μπορεί να μην έχουν τα ίδια οφέλη από την υιοθέτηση των ίδιων τεχνολογιών. Χρειάζεται κάθε φορά εξατομικευμένη εξέταση της κάθε περίπτωσης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πλοίου και της περιοχής όπου θα κινηθεί, έτσι ώστε να εξαχθούν τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα από τα μέτρα που θα επιλεγούν να εφαρμοστούν.

4.6 Παραπομπές (κεφάλαια 3 &4)

[1] MEPC1/Circ683 (GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP))

[2] http://www.psomakara.gr

[3] http://www.elzoni.gr/html/ent/418/ent.49418.asp

[4] http://www.elint.org.gr/activities/lectures/lectures-2013/196-the-lng-as-a-maritime-fuel-environmental-challenges-and-perspectives.htm

5.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΤΙΤΛΟΣ: Η ΑΠΟΦΑΣΗ ΑΠΟ ΜΙΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΟΛΟΥ ή Η ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΣΤΟΛΟΥ

Η ναυτιλιακή εταιρεία VITA TANKERS, έχει στην ιδιοκτησία της ένα στόλο που αποτελείται από 30 δεξαμενόπλοια. Η εταιρεία είναι γνωστή στους ναυτιλιακούς κύκλους για το καλό επίπεδο των υπηρεσιών που προσφέρει. Η διαχείριση του στόλου είναι επιτυχημένη, αφού 6 απο τα πλοία της είναι ναυλωμένα με μακροχρόνια ναυλοσύμφωνα και τα υπόλοιπα διαπραγματεύονται στην spot αγορά, δηλαδή ναυλώνονται ανά ταξίδι, από το τμήμα ναυλώσεων της εταιρείας, που δραστηριοποιείται από το παράρτημα της εταιρείας στο Λονδίνο.

Η εταιρεία αποκομίζοντας θετικό πρόσημο από την ναύλωση των πλοίων της στην spot αγορά, αποφάσισε να μην ανανεώσει την χρονοναύλωση των έξι πλοίων που ανήκουν στον στόλο της, γιατί κρίνει ότι δεν της αποφέρουν τα απαραίτητα έσοδα συγκριτικά με τα υπόλοιπα πλοία. Τα συγκεκριμένα πλοία όμως έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- πρόκειται για αδελφά πλοία 5-6 years old
- έχει γίνει καλή συντήρηση των πλοίων, εξαιτίας της φιλοσοφίας της εταιρείας. Ωστόσο θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω μετατροπές και βελτιώσεις ώστε να συμβαδίζουν με τις νέες απαιτήσεις, να έχουν καλό vetting record ώστε να είναι να είναι approved από τους majors

Επομένως η διοίκηση της εταιρείας θα πρέπει να αποφασίσει ή την πώληση τους, ώστε να κατασκευάσει καινούρια πλοία ή να προχωρήσει σε τροποποιήσεις, για να είναι περισσότερο ελκυστικά στους ναυλωτές και να συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις του IMO και την καινούρια τάση για πράσινα πλοία.

Για να μπορέσει η εταιρεία να καταλήξει στην τελική της απόφαση, θα πρέπει να εξετάσει και τις δύο λύσεις,από την πλευρά του κόστους, της αποδοτικότητας και της καλής διαχείρισης των πλοίων.

5.2. Quality characteristics for New Buildings

Η εταιρεία VITA στα πλαίσια των σχεδίων της, για τη δημιουργία πράσινου στόλου, θα ενσωματώσει τις πιο σύγχρονες και ταυτοχρόνως οικολογικές τεχνολογίες, ώστε να μην επιβαρύνει το περιβάλλον, αφού τα πλοία θα εκπέμπουν μειωμένους ρύπους, ενώ η χρήση νέας υψηλής τεχνολογίας σε όλα τα συστήματα του πλοίου θα εξασφαλίζει μειωμένο κόστος λειτουργίας, αυξάνοντας ταυτοχρόνως τη συνολική απόδοση σε ένα ευρύ φάσμα τομέων.

Συγκεκριμένα, τα νέα δεξαμενόπλοια θα ενσωματώνουν προηγμένη τεχνολογία και στον τομέα της σχεδίασης (γάστρα με μορφή σχεδιασμένη για μέγιστη ενεργειακή απόδοση) αλλά και στις κύριες μηχανές τους,οι οποίες μέσω ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενου συστήματος λειτουργίας θα εξασφαλίζουν υψηλές αποδόσεις με χαμηλή κατανάλωση καυσίμου.

Άλλα νέα τεχνολογικά χαρακτηριστικά είναι ο Δείκτης Απόδοσης Ενεργειακού Σχεδιασμού (EEDI), το Σχέδιο Ενεργειακής Διαχείρισης (SEEMP), βαφή φιλική προς το περιβάλλον, τα υδροπτερύγια εξοικονόμησης ενεργείας και ένα εξελιγμένο σύστημα διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρο το πλοίο.

Στόχος του management είναι οι παγκόσμιας κλάσης επιδόσεις για τα νεόκτιστα πλοία, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους αλλά και των εκπεμπόμενων ρύπων για ελάχιστη επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Η ολοκλήρωση του Πράσινου Στόλου ευελπιστούν οτι θα δώσει ακόμη μεγαλύτερη ώθηση στην εταιρεία που θα τους επιτρέψει να ανταγωνιστούν σε υψηλότερο επίπεδο.

5.3 Quality characteristics for Modifications on board

Βασικές παράμετροι που θα ληφθούν υπόψη για την απόφαση προς αυτή τη κατεύθυνση είναι:

- ο χρόνος που χρειάζεται για την αναβάθμιση –μετατροπή- και αυτό γιατί η περίοδος που δεν είναι ναυλωμένο ενα πλοίο συνεπάγεται κόστος για την επιχείρηση (off-hire)

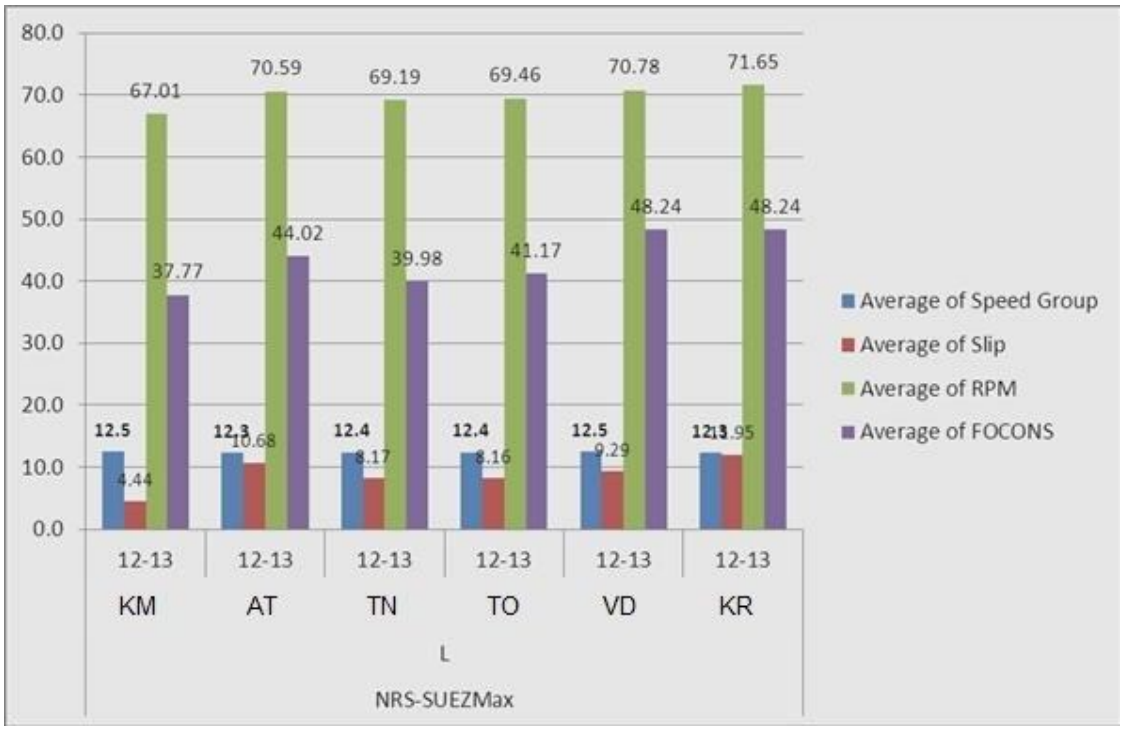
- το κόστος της μετατροπής θα πρέπει να αποσβένεται στο υπόλοιπο ζωής του πλοίου που είναι σχεδόν πάντα λιγότερο απ'ότι ισχύει για ένα νέο πλοίο

Σαν major conversion νοείται η μετατροπή πλοίουη οποία α) μεταβάλλει ουσιαστικά τις διαστάσεις του πλοίου β) την χωρητικότητα γ)την ισχύ της μηχανής του πλοίου και δ) τον τύπο του πλοίου.
Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το τροποποιημένο πλοίο θα πρέπει να καλύπτει όλες τις απαιτήσεις του IMO και να ανταποκρίνεται στο αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο που χαρακτηρίζει την διαχείριση των δεξαμενοπλοίων και οφείλεται κατά κύριο λόγο στο φορτίο που μεταφέρεται.

5.4 Major Modifications on board and impact on energy efficiency

Σε πρώτο στάδιο θα διερευνήσουμε την επίδραση που έχει το installation ενός duct και η επίστρωση σε δύο πλοία τύπου Suezmax, No1, No2, No3 και στη συνέχεια θα τα συγκρίνουμε με τα υπόλοιπα πλοία ίδιου τύπου που δεν έχουν υποστεί τροποποιήσεις.

Τα πλοία KM VSL, TN VSL, TO VSL αναβαθμίστηκαν και τοποθετήθηκε Schneekluth duct και έγινε επίστρωση με χρώματα σιλικόνης.
Τα υπόλοιπα πλοία έχουν τη συμβατική σχεδίαση χωρίς μετασκευές,τροποποιήσεις ή επιστρώσεις με χρώματα σιλικόνης.
Στον παρακάτω πίνακα συγκρίνουμε την συνολική κατανάλωση (ME + DG) πετρελαίου vs rpm σε laden condition και με κανονική ταχύτητα.



Στον επόμενο πίνακα, παρουσιάζεται η μέση κατανάλωση για τα πλοία που έχουν ενσωματώσει τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας συγκριτικά με τα συμβατικά που δεν έχουν υποστεί καμία μετατροπή για εξοικονόμηση ενέργειας, δηλαδή είναι πλοία όπως κατασκευάστηκαν.

	Vessel	Speed (kts)	Slip	RPM	FO Cons (MT/Day)	Dev. fm AVG (MT/Day)	Dev. from as built (%)
Silicon Coating/Duct	KM VSL	12.5	4.44	67.0	37.8	-5.7	-13.2
	TN VSL	12.4	8.17	69.2	40.0	-3.5	-8.1
	TO VSL	12.4	8.16	69.5	41.2	-2.3	-5.4
	Average	**12.4**	**6.92**	**68.6**	**39.6**	**-3.9**	**-8.9**
Conventional	AT VSL	12.3	10.68	70.6	44.0	0.5	1.2
	VD VSL	12.5	9.29	70.8	48.2	4.7	10.9
	KR VSL	12.3	11.95	71.7	48.2	4.7	10.9
	Average	**12.4**	**10.64**	**71.0**	**46.8**	**3.3**	**7.7**
Average as built		**12.3**		**69.0**	**43.5**		

Παρατηρούμε ότι τα πλοία που δεν έχουν υποβληθεί σε δεξαμενισμό καταναλώνουν κατά μέσο όρο 7% περισσότερο από την περίοδο που ήταν νεόκτιστα και 16.6% παραπάνω από τα πλοία που έχουν υποστεί τροποποιήσεις με τεχνολογίες που εξοικονομούν ενέργεια.

Κατά μέσο όρο τα πλοία με τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης (duct & silicon coating) καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα, περίπου 4MT/day ή 8,9%, συγκρινόμενα με την αρχική κατανάλωση όπως αυτή μετρήθηκε όταν χτίστηκαν.
Στη συνέχεια θα συγκρίνουμε τα πλοία που αναβαθμίστηκαν (duct & silicon coating) με δύο νεότευκτα πλοία πουενσωματώνουν τις τεχνολογίες αυτές και είναι εφοδιασμένα με ένα σύστημα ηλεκτρονικού ελέγχου των κύριων μηχανών για να εξασφαλίζουν υψηλότερες αποδόσεις με χαμηλότερη κατανάλωση.

Συγκρίνουμε τις δύο περιπτώσεις: σε laden condition και με ταχύτητα ECO speed,περίπου 12.5knots (69rpm) και σε ballast condition σε χαμηλές ταχήτητες slow steaming, περίπου 10.5knots.

Vessel	Condition	Speed	RPM	Slip	FO. Cons	Difference
JRHI	Ballast Slow Steam	10.6	54.4	3.3	21.7	-
NRS	Ballast Slow Steam	10.5	55.3	2.1	24.5	+2.8
JRHI	Laden ECO	12.3	69.8	6.5	37.2	
NRS	Laden ECO	12.5	69.2	7.9	40.6	+3.4

Τα νέα πλοία όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα έχουν χαμηλότερη κατανάλωση 2.8MT/day ή 11,5% σε χαμηλές ταχύτητες και 3.4MT/day ή 8.4% σε ECO speed.

Από την παραπάνω ανάλυση εξάγεται το συμπέρασμα ότι όταν ένα πλοίο υπόκειται σε τροποποιήσεις/αναβαθμίσεις, τότε η κατανάλωση μπορεί να μειωθεί εώς και 4MT/day, συγκριτικά με την αρχική κατανάλωση. Ένα νεόκτιστο πλοίο έχει χαμηλότερη κατανάλωση από ένα τροποποιημένο περίπου 2,08MT/day. Τα συμπεράσματα αυτά θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια της υπόθεσης εργασίας.

5.5 Quantitate characteristics for modifications on board

VESSELS' PARTICULARS :

Type	Suezmax
Built	2009
Deadweight	156,929
Gross Tonnage	83,545
Net Tonnage	49,022
Breadth	48.00
Depth	23.70
Main Engine	DOOSAN B&W
Aux Engine	3xYanmar

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά περιγράφουν και τα άλλα 5 πλοία. Οι περισσότερες εταιρείες με μακροχρόνια στρατηγική στο χώρο της ναυτιλιάς επιλέγουν την λύση των αδελφών πλοίων, όταν κτίζουν πλοία για τους παρακάτω λόγους:

- επίτευξη καλύτερης οικονομικής συμφωνίας με το ναυπηγείο
- τεχνογωσία και κατάρτιση των αρχιμηχανικών
- καλύτερη συντήρηση και ταυτόχρονη μείωση του κόστους
- και πιο εύκολη μεταπώληση

Έστω λοιπόν ότι έχουμε 6 Suezmax / sister ships και θέλουμε να δούμε πόσο θα κοστίσει η αναβάθμισης τους και ποιές τεχνολογίες θα χρησιμοποιηθούν ώστε να επιτευχθεί αυτη η αναβάθμιση, η οποία θα επιφέρει μειωμένο κόστος λειτουργίας μετέπειτα για την εταιρεία.

Στη συνέχεια θα δούμε ποία είναι η κατανάλωση πρίν και μετά τις τροποποιήσεις και ποιό είναι το ποσοστό επιβάρυνσης της εταιρείας από μια αύξηση των καυσίμων.

Οι προτεινόμενες τεχνολογίες είναι οι ακόλουθες:

TECHNOLOGY	COST (USD)
Propulsion System (Duct)	200,000
Silicon Coating Propeller & Hull	500,000
Installation of Ballast Water System	2,500,000
M/E upgrade included Turbochargers/ modification of Fuel Slide valves	200,000
Smart Power Management System	100,000
TOTAL	3,500,000

Η απαραίτητη χρονική διάρκεια που το πλοίο θα βρίσκεται στο ναυπηγείο ώστε να γίνουν οι παραπάνω μετατροπές είναι περίπου 30ημέρες, αυτό συνεπάγεται ένα επιπλεόν κόστος για τον ιδιοκτήτη. Έστω οτι ο ημερήσιος ναύλος είναι 40,000USD/day τότε το κόστος για την περίοδο off-hire είναι: 40,000 x 30= 1,200,000USD, επομένως το συνολικό κόστος για τον owner διαμορφώνεται στο ποσό των 4,700,000USD.

Επομένως έχουμε:

6 πλοία (Market Price 45,000,000)
Off-hire: 1,200,000 USD
Upgrade: 3,500,000 USD
Daily Expenses: 7,000 USD /day without bunkers
Loan: 14,500 USD/ day x 10 years
Vsl's Operation Days: 280days x 10 years=2,800

Το κόστος της μετατροπής per day είναι 3,500,000+1,200,000/2800=1,678 USD/day
Bunkers are 360USD/day x 40MT/day =14,400USD/day
14,400USD/day x 280days=4,032,000USD
Το καθημερινό κόστος πριν τη μετατροπή είναι
Running Expenses included Bunkers and Loan thus 7,000USD/day + 14,500USD/day (Loan) + 14,400USD/day (Bunkers) = 35,900USD/day

Έστω οτι με την μετατροπή το πλοίο καταναλώνει 4 τόνους λιγότερο δηλαδή 36MT/day επομένως έχουμε
36MT/day x 360USD/day= 12,960USD/day. Η διαφορά είναι 14,400USD/day-12,960USD/day=1,440USD/day το καθημερινό κέρδος από την μετατροπή.
Το συνολικό κόστος μετά την μετατροπή είναι:
7,000USD/day + 12,960USD/day(Bunkers)+ 14,500(Loan) + 1,678USD/day(Off-hire)=36,138USD /days μετά την μετατροπή για τα επόμενα 10χρόνια ενώ χωρίς τη μετατροπή είναι 35,900USD/day.Το ποσό των 238USD/day θα είναι το κόστος για τον εφοπλιστή καθημερινά από την μετατροπή. Τα οφέλη όμως είναι πολλαπλάσια γιατί το κόστος των καυσίμων αντιπροσωπεύει το 60% του κόστους.

Συγκεκριμένα έστω οτι η τιμη αυξάνεται στα 600USD/day τότε έχουμε:
Χωρίς μετατροπή είναι 600x 40= 24,000USD/day με την μετατροπή είναι 600x36=21,600USD/day

24,000-22,800=2,400 το ποσοστό της αύξησης θα είναι 2,400 στα 21,600 ή 2400/21600=0,052=0,111% αύξηση 11,1%

Συμπεραίνουμε ότι το κόστος για τον ιδιοκτήτη χωρίς τη μετατροπή από μια αύξηση των καυσίμων ανέρχεται σε ένα ποσοστό 11,1% συγκριτικά με το ποσό που θα πλήρωνε εάν είχε κάνει τις μετατροπές.
Επομένως καταλήγουμε ότι οι μετατροπές είναι ενδεδειγμένες, ώστε να περιοριστεί το μεγάλο κόστος που προέρχεται από τα κάυσιμα και που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό της τάξης του 60%.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η απόφαση για την πώληση των πλοίων και την αγορά καινούριου στόλου, εξαρτάται από πολλές παραμέτρους και συνοψίζεται στα παρακάτω:

- η οικονομική κατάσταση της εταιρείας, τα μακροοικονομικά μεγέθη
- η μακροχρόνια στρατηγική της εταιρείας
- η τιμή αγοράς των πλοίων και η τιμή μεταπώλησης
- το εν γένει οικονομικό περιβάλλον

Εξετάζοντας τα ποιοτικά και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά καταλήγουμε οτι η αναβάθμιση ενός πλοίου το εξομοιώνει σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό με ένα νεόκτιστο και επομένως δεν αποτελεί μεγάλο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα η αγορά καινούριου στόλου.
Το καλύτερο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα είναι η καλή συντήρηση του στόλου και η σωστή διαχείρηση του, που μεταφράζεται στο πολύ καλό επίπεδο του πληρώματος, στις τήρηση των διαδικασιών και στην συμμόρφωση με τους διεθνής κανονισμούς και τις απαιτήσεις των οργανισμών.

Παραπομπές κεφαλαίου

Τα παραπάνω στοιχεία για τις εκπομπές CO2 προέρχονται από πραγματικές μετρήσεις σε πλοία συγκεκριμένης ναυτιλιακής εταιρείας.

++++++++++

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

[1] http://www.bankofgreece.gr/BoGDocuments

[2] http://www.raeng.org.uk/publications/reports/future-ship-powering-options

[3]http://www.nee.gr/downloads/94EEE%20pollution%20prevention%20brochure

[4]MEPC 203(62) (Inclusion of regulations on energy efficiency for ships in MARPOL Annex VI)(2011)

[5] MEPC 212 (63) (2012 GUIDELINES ON THE METHOD OF CALCULATION OF THE ATTAINED ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX (EEDI) FOR NEW SHIPS

[6] MEPC 214 (63) (2012 GUIDELINES ON SURVEY AND CERTIFICATION OF THE ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX (EEDI)

[7]MEPC 213 (63) (2012 GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF A SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP)

[8]MEPC1 Circ682 (GUIDELINE VERIFICATION OF EEDI)(2009)

[09]ME PC.1/Circular 684 (GUIDELINES FOR VOLUNTARY USE OF THE SHIP ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR (EEOI)) (2009)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

[1]http://gcaptain.com/part-design-efficient-ship

[2]http://www.maersk.com/en/hardware/triple-e

[3]http://archive.in.gr/Reviews/Θαλάσσια πρόωση από τον Αιμίλιο Χατζηδάκη

[4]Newsfront Naftiliaki, 06th of April 2011 – Mr. Diamantis Andreotis, NBs Coordinator, Stealth Maritime

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 / 4

[1] MEPC1/Circ683 (GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP))

[2] http://www.psomakara.gr

[3] http://www.elzoni.gr/html/ent/418/ent.49418.asp

[4] http://www.elint.org.gr/activities/lectures/lectures-2013/196-the-lng-as-a-maritime-fuel-environmental-challenges-and-perspectives.htm