

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ**

**στην  
ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**“ΠΡΑΣΙΝΑ” ΠΛΟΙΑ**

**Ζέρβας Ευάγγελος**

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

Πειραιάς

Οκτώβριος 2014

## **ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT**

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

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΣΕΛΙΔΑ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

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

Τα μέλη της επιτροπής ήταν:

- Σακελλαριάδου Φανή (Επιβλέπουσα)
- Τσελεπίδης Αναστάσιος
- Τζαννάτος Ερνέστος

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

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ένα βασικό και συνάμα συναρπαστικό ερώτημα που κυριαρχεί στους ναυτιλιακούς κύκλους αλλά και στη ναυπηγική βιομηχανία, αφορά στο πώς θα είναι τα πλοία των επόμενων δεκαετιών. Η έρευνα και η τεχνολογία προχωρούν τόσο γρήγορα ώστε δεν μπορούμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές εξελίξεις με ακρίβεια. Όμως έχει ήδη αρχίσει διεθνώς, να καθορίζεται το θεσμικό πλαίσιο με βάση το οποίο θα κατασκευάζονται και θα επιχειρούν τα πλοία του μέλλοντος.

Το παραπάνω ερώτημα ήταν αυτό που με ώθησε στην εκπόνηση της παρούσης διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στην Καθηγήτρια και Πρόεδρο του τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών κυρία Σακελλαριάδου Φανή για την συμβολή της στην υλοποίηση της εργασίας, καθώς και στους επιβλέποντες Καθηγητές κ. Τσελεπίδη Αναστάσιο και Τζαννάτο Ερνέστο.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Περιβάλλον και ναυτιλία

1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή.....	3
1.2 Ρύπανση και ναυτιλία, ρυπαντικό φορτίο ανά σειρά σπουδαιότητας.....	6
1.2.1 Ειδικές θαλάσσιες περιοχές.....	11
1.2.2 Ιδιαίτερα ευαίσθητες θαλάσσιες περιοχές.....	13
1.3 Τι είναι τα “πράσινα” πλοία, ορισμός.....	14
1.4 Η έννοια του πράσινου διαβατηρίου.....	16

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θεσμικό πλαίσιο που διέπει τα “πράσινα” πλοία

2.1 Κατευθυντήριες γραμμές του IMO (International Maritime Organization)...	18
2.1.1 Το αναθεωρημένο κεφάλαιο VI της MARPOL.....	20
2.1.2 Energy Efficiency Design Index (EEDI).....	24
2.1.3 Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP).....	28
2.1.4 Energy Efficiency Operational Index (EEOI).....	30
2.1.5 Διεθνείς κανονισμοί για την μείωση των αερίων ρύπων.....	31
2.1.6 Νηογνώμονες και θεσμικό πλαίσιο.....	32
2.1.7 Ανακύκλωση πλοίων, σύμβαση ανακύκλωσης πλοίων (Ship Recycling Convention) και διεθνής ένωση ανακύκλωσης πλοίων (International Ship Recycling Association-ISRA).....	34
2.1.8 Σύμβαση Διαχείρισης θαλασσίου έρματος (ballast water management convention).....	36
2.2 Φορείς που συμμετέχουν στην Πράσινη Πιστοποίηση.....	42
2.3 Προϋποθέσεις για να αξιολογηθεί ένα πλοίο ως “πράσινο”.....	43

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σχεδίαση “πράσινων” πλοίων και ανάπτυξη τεχνολογίας

3.1 Σκοπός ναυπήγησης ενός “πράσινου” πλοίου.....	44
3.2 Σχεδίαση και λειτουργία “πράσινων” πλοίων.....	45
3.2.1 Ναυπηγεία ανά το κόσμο που δραστηριοποιούνται στη ναυπήγηση	

“πράσινων πλοίων”.....	45
3.2.2 Το πρόγραμμα “Green Ship of the Future”.....	46
<b>3.3 Πράσινες τεχνολογίες και πως εφαρμόζονται στα πλοία – εισαγωγή .....</b>	<b>48</b>
<b>3.3.1 Περιβάλλον</b>	
3.3.1.1 Μείωση των εκπομπών NOx στις ναυτικές μηχανές.....	50
3.3.1.2 Υφαλοχρώματα φιλικά προς το περιβάλλον.....	50
3.3.1.3 Θαλάσσιο έρμα.....	53
3.3.1.4 Υπεραγωγιμότητα.....	54
<b>3.3.2 Εξοικονόμηση ενέργειας</b>	
3.3.2.1 Βελτιστοποίηση της μορφής της γάστρας του πλοίου.....	55
3.3.2.2 Μείωση των εκπομπών αερίων μέσω της ανακυκλοφορίας αέριων ρύπων (EGR systems).....	56
3.3.2.3 Μείωση της τριβής.....	56
3.3.2.4 Μείωση της ταχύτητας του πλοίου.....	58
<b>3.3.3 Ναυτικές μηχανές</b>	
3.3.3.1 Χρήση διπλού καυσίμου στα πλοία.....	59
3.3.3.2 Συστήματα ανάκτησης και χρήσης απολλυμένης θερμότητας.....	59
3.3.3.3 Χρήση LNG ως καύσιμο.....	60
3.3.3.4 Προσθήκη νερού στα καύσιμα.....	61
3.3.3.5 Φίλτρα καθαρισμού καυσαερίων.....	62
<b>3.3.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας</b>	
3.3.4.1 Βιοκαύσιμα και πυρηνική ενέργεια στα πλοία.....	63
3.3.4.2 Κυψέλες καυσίμων.....	64
3.3.4.3 Αιολική ενέργεια.....	66
3.3.4.4 Ηλιακή ενέργεια.....	66
<b>3.3.5 Ασφάλεια</b>	
3.3.5.1 Αποτελεσματική χάραξη θαλάσσιας πορείας και μείωση κατανάλωσης καυσίμου.....	67
3.3.5.2 Έλεγχος επιδόσεων του πλοίου και βελτιστοποίηση της διαγωγής... ..	68
<b>3.4 Ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης και θέματα εκπαίδευσης προσωπικού...</b>	<b>69</b>
<b>3.5 Εκτίμηση κύκλου ζωής ενός “πράσινου” πλοίου.....</b>	<b>70</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Οικονομική προσέγγιση**

<b>4.1</b> Αναγκαιότητα για “πράσινα” πλοία και σχετικός σχολιασμός.....	73
<b>4.2</b> Κίνητρα για το σχεδιασμό και τη λειτουργία “πράσινων” πλοίων.....	74
<b>4.3</b> Το κόστος της προστασίας από την ρύπανση του περιβάλλοντος.....	75

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Πλεονεκτήματα ύπαρξης “πράσινων” πλοίων, μελλοντικές εξελίξεις και ερεύνα**

<b>5.1</b> Πλεονεκτήματα ύπαρξης “πράσινων” πλοίων.....	77
<b>5.2</b> Σχεδιαστικές Μελέτες Χαμηλών Εκπομπών Αέριων Ρύπων.....	78
<b>5.3</b> Το μέλλον των “πράσινων” πλοίων.....	80
<b>5.4</b> Παραδείγματα “πράσινων” πλοίων από το διεθνή χώρο.....	81
<b>Συμπεράσματα και προτάσεις</b> .....	87
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	90

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΕΙΚΟΝΩΝ, ΧΑΡΤΩΝ

### ΠΙΝΑΚΕΣ

**Πίνακας 1:** Ρυπαντικό φορτίο προερχόμενο από τη ναυτιλία

**Πίνακας 2:** Ειδικές περιοχές με βάση την σύμβαση MARPOL

**Πίνακας 3:** Παραδείγματα υδρόβιων ετεροχθόνων οργανισμών που προκάλεσαν τεράστιο περιβαλλοντικό αντίκτυπο.

**Πίνακας 4:** Ομαδοποίηση πράσινων τεχνολογιών στη Ναυτιλία.

### ΣΧΗΜΑΤΑ

**Σχήμα 1:** α) Μεταβολή στη μέση τιμή της θερμοκρασίας της Γης, β) Αύξηση στη μέση τιμή της στάθμης της θάλασσας, γ) Χιονοκάλυψη του βόρειου ημισφαιρίου από το 1920 μέχρι σήμερα.

**Σχήμα 2:** Μείωση εκπομπών SO<sub>x</sub> με βάση τις απαιτήσεις του IMO

**Σχήμα 3:** Μείωση εκπομπών NO<sub>x</sub> με βάση τις απαιτήσεις του IMO

**Σχήμα 4:** Αποτέλεσμα της μείωσης των αέριων ρύπων σε σύγκριση με τους στόχους

### ΕΙΚΟΝΕΣ

**Εικόνα 1:** Σύγκριση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ διαφορετικών μέσων μεταφοράς (γραμμάρια ανά τονο-χιλιόμετρο)

**Εικόνα 2:** Εκπομπές CO<sub>2</sub> προερχόμενες από τη ναυτιλία με βάση διάφορα σενάρια.

**Εικόνα 3:** Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας

**Εικόνα 4:** Στάδια ενεργειακής πιστοποίησης

**Εικόνα 5:** Τα στάδια κυκλοφορίας του θαλάσσιου έρματος σε σχέση με την φόρτωση και εκφόρτωση φορτίου.

**Εικόνα 6:** Πλοίο μεταφοράς χύδην ξηρού φορτίου χωρίς δεξαμενές ζυγοστάθμισης

**Εικόνα 7:** Πλώρη τύπου Leading Edge

**Εικόνα 8:** Εκτόξευση μικρό-φουσαλίδων σε εργαστηριακό πείραμα

**Εικόνα 9:** Πρυμναίο μέρος του πλοίου με δεξαμενές LNG



**Εικόνα 10:** Βασικές αρχές λειτουργίας κυψελών καυσίμου

**Εικόνα 11:** Το πλοίο NYK Super Eco Ship 2030

**Εικόνα 12:** Το πλοίο Viking Lady

**Εικόνα 13:** Το πλοίο Planetsolar

**Εικόνα 14:** Το πλοίο MV “Beluga”

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στη διπλωματική αυτή εργασία, θα αναφερθούμε στο θέμα της χρησιμότητας της ανάπτυξης των “πράσινων πλοίων” στη σύγχρονη ναυτιλία. Με τη βοήθεια σύγχρονων ερευνών πάνω στο θέμα, θα γίνει μια προσπάθεια να τεκμηριωθεί η ανάγκη δημιουργίας θεσμικού πλαισίου, αλλά και η ανάγκη ανάπτυξης της τεχνολογίας προς την κατεύθυνση της πράσινης ανάπτυξης στη ναυτιλία. Αναλύοντας το θεσμικό πλαίσιο και τους κανονισμούς που διέπουν τις πολιτικές περιορισμού των εκπομπών ρυπογόνων αερίων από τα ποντοπόρα πλοία, θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην μέτρηση αλλά και στη προσπάθεια επίτευξης ενεργειακά αποδοτικών μηχανών και εξοπλισμού των πλοίων, με σκοπό την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων που επιδρούν αρνητικά στο περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: ενεργειακή αποδοτικότητα, ατμοσφαιρική ρύπανση, κλιματική αλλαγή, “πράσινα πλοία”, MARPOL.

## **ABSTRACT**

In this dissertation we shall present the issue of the necessity of the development of “green ships” in the contemporary shipping environment. Using modern sources over this topic, we will make an attempt to identify creation of the legal framework, but the necessity as well, of technological development, to the direction of the sustainable growth in shipping sector. Analyzing the legal framework and the regulations that rule the policies for restriction of emissions of dangerous gas coming from the ships, special attention will be given to the measurement but also to the attempt of achievement of energy efficient machines and outfitting of ships aiming to minimize the emissions of gas that have negative impact at the environment.

Keywords: energy efficiency, atmospheric pollution, climate change, “green ships”, MARPOL.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι πλέον γνωστό πως η αλλαγή του κλίματος είναι ένα φαινόμενο, το οποίο αυξάνεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια και αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα παγκόσμιας κλίμακας, λαμβάνοντας μια σημαντική θέση στο προσκήνιο, λόγω των αρνητικών συνεπειών του. Στο φαινόμενο αυτό, εκτός από την βιομηχανική δραστηριότητα, συντελούν και πολλοί άλλοι παράγοντες, ένας εκ των οποίων είναι η ναυτιλία, κάτι το οποίο είναι πολύ λογικό να συμβαίνει εάν λάβουμε υπόψη το σημαντικό ποσοστό αύξησης των θαλάσσιων μεταφορών. Έτσι λοιπόν, οι εκπομπές αερίων από τη ναυτιλία αντιμετωπίζονται ως ένας κύριος παράγοντας ρύπανσης. Χρόνια μετά την υιοθέτηση του το Παράρτημα VI της MARPOL αναθεωρήθηκε. Η αναθεώρηση αυτή, αντικατοπτρίζει εκτός των άλλων και την αναγκαιότητα για μια πιο αποδοτική πολιτική με σκοπό τον περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, τα οποία προέρχονται από την ναυτιλιακή δραστηριότητα. Τα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και το όζον ( $\text{O}_3$ ) που εκπέμπονται από τα πλοία, επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον οι λεγόμενοι ατμοσφαιρικοί ρύποι όπως είναι το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ), τα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ), τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), επηρεάζουν αρνητικά τόσο το περιβάλλον όσο και την υγεία του ανθρώπου. Οι νέες θαλάσσιες οδοί, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η αύξηση της θερμοκρασίας, η ένταση των ανέμων είναι μερικές από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που έχουν αντίκτυπο στη ναυτιλία. Βλέπουμε λοιπόν ότι υπάρχει μια αλληλεπίδραση της ναυτιλίας και της κλιματικής αλλαγής. Προς αυτή λοιπόν τη κατεύθυνση η ναυπηγική βιομηχανία αναπτύσσει ένα πρότυπο σχεδιασμό για το ιδανικό πλοίο, το οποίο θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των οργανισμών, αλλά παράλληλα θα αποτελεί ένα πλοίο φιλικό προς το περιβάλλον. Η ανάπτυξη τέτοιου είδους εφαρμογών σημαίνει αφενός μια αύξηση της οικολογικής ανησυχίας από την πλευρά των ναυπηγικών και επισκευαστικών εταιρειών πλοίων αλλά και ναυτιλιακών κύκλων, ενώ παράλληλα αποτελεί μια προσπάθεια της βιομηχανίας να μειώσει το κόστος καυσίμων και να αναζητήσει εναλλακτικές μορφές ενέργειας, οι οποίες θα είναι σαφώς λιγότερο δαπανηρές.

Στην εργασία αυτή εξετάζοντας το θεσμικό και το κανονιστικό πλαίσιο που επικρατεί, θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια οπτική για τον ρόλο του «Πράσινου Πλοίου» στις θαλάσσιες μεταφορές ως ένας κρίκος μιας ολοκληρωμένης μεταφορικής αλυσίδας συνδυασμένων μεταφορών, εξετάζοντας παράλληλα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει μια τέτοια καινοτομία. Παράλληλα θα εστιάσουμε στην αναγκαιότητα μιας τέτοιας επιλογής, από τη σκοπιά της μείωσης των εκπομπών των ρύπων των πλοίων στην ατμόσφαιρα όπως επίσης και των θαλάσσιων ρύπων.

Αναλυτικά η διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας έχει ως ακολούθως:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, την κλιματική αλλαγή και εξετάζονται οι επιπτώσεις που έχει η ναυτιλία στο περιβάλλον. Επίσης δίνεται ο ορισμός του πράσινου πλοίου.

Στο δεύτερο κεφαλαίο παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο που διέπει τα πράσινα πλοία μέσα από τις κατευθυντήριες γραμμές του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO). Εξετάζονται οι διεθνείς συμβάσεις με βάση τις οποίες γίνεται η προσπάθεια της μείωσης του οικολογικού αποτυπώματος της ναυτιλίας στο περιβάλλον και ο ρόλος των εμπλεκόμενων φορέων στην προώθηση της πράσινης ναυτιλίας.

Στο τρίτο κεφαλαίο προσεγγίζουμε το θέμα της σχεδίασης πράσινων πλοίων μέσα από την ανάπτυξη σχετικών τεχνολογιών που αφορούν την μείωση τόσο των αέριων ρύπων, όσο και των υπόλοιπων ρύπων που προέρχονται από τα πλοία αλλά και την κατανάλωση καύσιμων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η αναγκαιότητα για πράσινα πλοία και παρουσιάζονται τα κίνητρα για σχεδιασμό και λειτουργία πράσινων πλοίων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο τέλος, καταγράφονται τα πλεονεκτήματα ύπαρξης πράσινων πλοίων και δίνονται κάποια παραδείγματα από τον διεθνή χώρο, καθώς επίσης κάνουμε μια απόπειρα να προβλέψουμε πως θα είναι τα πλοία του μέλλοντος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ**

### **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

#### 1.1 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα θέμα που απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα και θα έχει αδιαμφισβήτητα καθοριστικές συνέπειες στο μέλλον της ανθρωπότητας. Ωστόσο η ανάπτυξή του ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσης εργασίας. Για το λόγο αυτό, θα επιχειρήσουμε μια σύντομη προσέγγιση του θέματος.

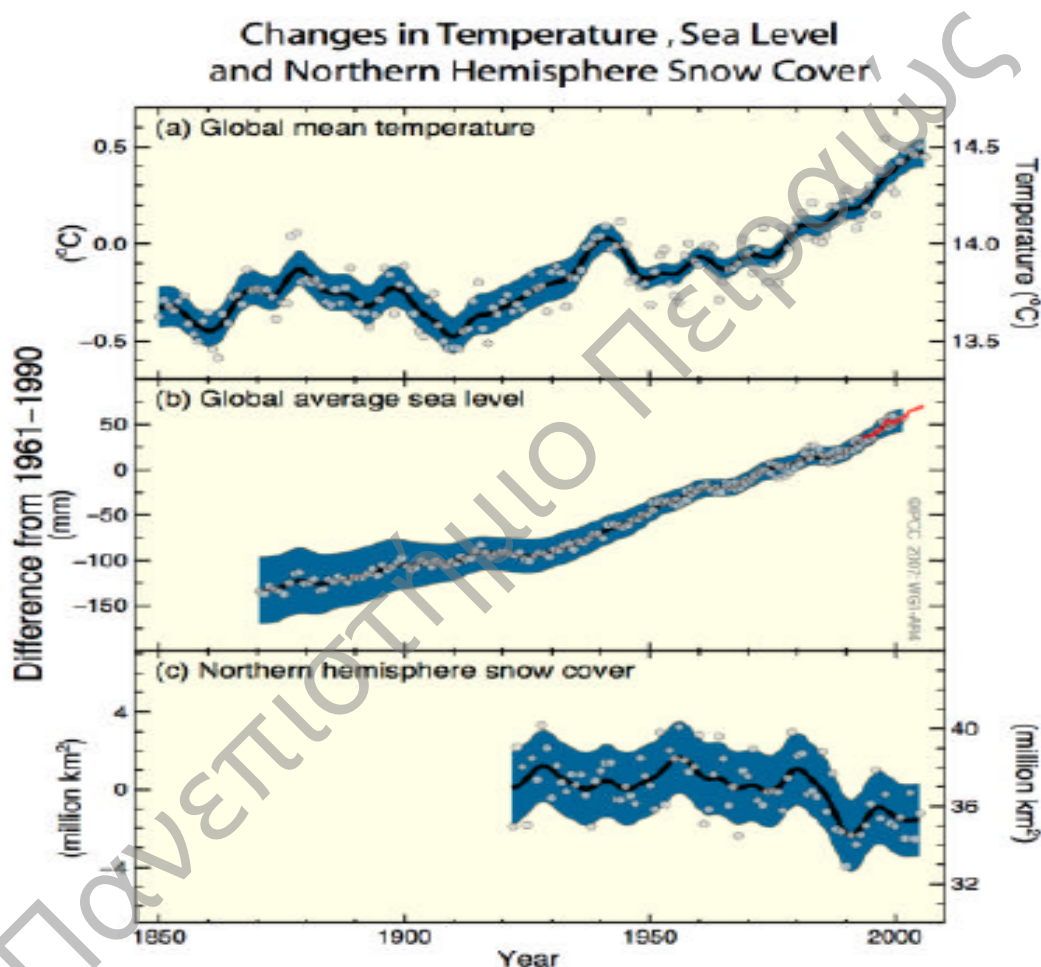
Από την βιομηχανική επανάσταση μέχρι σήμερα, η πρόοδος που έχει επιτύχει η ανθρωπότητα στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και της επιστήμης είναι αξιοσημείωτη. Έχουν συντελεστεί τεράστιες αλλαγές και καινοτομίες στη βιομηχανία σε όλες τις πτυχές της σύγχρονης ζωής. Τα τεχνολογικά επιτεύγματα είναι πλέον, μέρος της καθημερινότητας του ανθρώπου, ο οποίος στις μέρες μας καλείται να διαχειριστεί με σύνεση τις δυνατότητες που του έχει προσδώσει η επιστήμη. Η βιομηχανική ανάπτυξη όμως, πέρα από τις αναμφισβήτητες ωφέλειες, έχει και αρνητικές συνέπειες. Μια από αυτές τις συνέπειες, είναι η εξάντληση των φυσικών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος, η οποία απειλεί άμεσα το κλίμα του πλανήτη.

Τις τελευταίες δεκαετίες, παρατηρούμε ότι έχουν ενταθεί τα ακραία καιρικά φαινόμενα σε πολλές περιοχές της Γης. Οι επιστημονικές παρατηρήσεις από μετεωρολογικούς σταθμούς και δορυφόρους, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια του πλανήτη έχει αυξηθεί<sup>1</sup>. Συντελείται δηλαδή μια αλλαγή στο κλίμα, η οποία πλέον είναι εμφανής και έχει πολλά αρνητικά αποτελέσματα. Η κλιματική αλλαγή είναι αναμφισβήτητη και σχετίζεται με την αύξηση της στάθμης της θάλασσας που προκύπτει από το λιώσιμο των πάγων, την αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών και έχει ραγδαίες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα αλλά και στην παγκόσμια οικονομία. Η έκλυση στην ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) αλλά και άλλων αερίων εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, έχει προκαλέσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο σχετίζεται άμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο (σχήμα 1).

---

<sup>1</sup> Αυγουστιδής Βάλια, (Ιούνιος 2010), 'Κλιματική αλλαγή, αρχίζοντας από τα βασικά' Περιοδικό "Maritech News" σελ. 58

Η επιστημονική κοινότητα έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι αυτή η αύξηση θα πρέπει να περιοριστεί στους 2° C και η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, να μην ξεπεράσει τα 500 ppm (parts per million), ώστε οι συνέπειες να είναι σχετικά περιορισμένες και να μην επηρεάσουν δραματικά την οικολογία του πλανήτη<sup>2</sup>. Μια αύξηση μεταξύ 2° C με 4° C θα οδηγήσει στην ερημοποίηση πολλών περιοχών και στην αύξηση της ξηρασίας. Σε άλλες περιοχές θα υπάρχουν έντονες βροχοπτώσεις και πλημμύρες, με αποτέλεσμα την διάβρωση του εδάφους, ενώ



Σχήμα 1: α) Μεταβολή στη μέση τιμή της θερμοκρασίας της Γης, β) Αύξηση στη μέση τιμή της στάθμης της θάλασσας, γ) Χιονοκάλυψη του βόρειου ημισφαιρίου από το 1920 μέχρι σήμερα.

Πηγή: IPCC Fourth Assessment Report, Findings on the Physical Basis of Climate Change and Adaptation, Impacts and Vulnerability (2007)

<sup>2</sup> Thomas Timlen, BIMCO, (25 March 2010), “Reduction of the global environment impact of seagoing transportation, how does international shipping contribute?” GSF Conference, Singapore.

παράλληλα θα ενταθεί και η εμφάνιση καταστροφικών τυφώνων. Στην ακραία περίπτωση αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας πάνω από 4° C θα υπάρξουν καταστροφικές συνέπειες στα περιβαλλοντικά οικοσυστήματα, στις διεθνείς σχέσεις και την παγκόσμια οικονομία. Η ανθρωπότητα λοιπόν, βρίσκεται αντιμέτωπη με μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην παγκόσμια ιστορία, η οποία θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό το μέλλον της. Η επιστημονική κοινότητα, αντιλαμβανόμενη την κλιματική αλλαγή που συντελείται, πιέζει διαχρονικά τις κυβερνήσεις και τους πολιτικούς αρχηγούς να λάβουν μέτρα που θα αντιμετωπίσουν το πρόβλημα.

Η απαρχή των προσπαθειών αντιμετώπισης του θέματος σε διεθνές επίπεδο, έγινε το έτος 1988 όταν ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), ίδρυσε την Διακυβερνητική Επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος (IPPC). Το 1990 η επιτροπή εκπόνησε την πρώτη έκθεση σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Μετά τη γενική συνέλευση του ΟΗΕ, ξεκίνησαν οι διαπραγματεύσεις μεταξύ κρατών.<sup>3</sup>

Το 1997 με το πρωτόκολλο του Κιότο, οι χώρες συμφώνησαν στην μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2% μέχρι το έτος 2012 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Η Ευρωπαϊκή Ένωση από την πλευρά της πρότεινε μείωση 20-20-20, δηλαδή μείωση 20% ανά δεκαετία, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, μέχρι το 2020, ενώ οι ΗΠΑ αρνήθηκαν να συμμετάσχουν στη συμφωνία. Οι επιστήμονες από την πλευρά τους προτείνουν μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 50% μέχρι το έτος 2050 προκειμένου να περιοριστεί η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας στους 2° C.<sup>4</sup>

Τον Δεκέμβριο του 2009 πραγματοποιήθηκε στην Κοπεγχάγη η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή. Μετά από πολλές διαφωνίες και έντονες διεργασίες, επετεύχθη η Συμφωνία της Κοπεγχάγης η οποία θέτει ως στόχο την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και ορίζει ένα ανώτατο όριο στην άνοδο της θερμοκρασίας τους 2° C με αναθεώρηση το 2015. Τα βασικά σημεία της συμφωνίας είναι τα παρακάτω:

---

<sup>3</sup>Αυγουστιδίδη Βάλια, (Ιούνιος 2010), “Κλιματική αλλαγή, αρχίζοντας από τα βασικά” Περιοδικό “Maritech News” σελ. 58

<sup>4</sup>Thomas Timlen, BIMCO, (25 March 2010), “Reduction of the global environment impact of seagoing transportation, how does international shipping contribute?” GSF Conference, Singapore.

- Καθορίζει την χρηματοδότηση των αναπτυσσόμενων χωρών από τις ανεπτυγμένες, ώστε να αντεπεξέλθουν στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής,
- Θέτει στόχους για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα,
- Προωθεί την ανάπτυξη τεχνολογιών φιλικές προς το περιβάλλον,
- Καθιερώνει την διαδικασία εκτέλεσης ελέγχων σχετικών με την τήρηση των συμφωνηθέντων από τα μέρη.

## 1.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑ, ΡΥΠΑΝΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΑ ΣΕΙΡΑ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ

Οι θαλάσσιες μεταφορές καλύπτουν σχεδόν το 90% της παγκόσμιας διακίνησης φορτίων έναντι του 10% των ποσοτήτων που διακινούνται με τις αεροπορικά, οδικά, σιδηροδρομικά μέσα μεταφοράς και αγωγούς. Ένα σημαντικό στοιχείο είναι ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχει εναλλακτική λύση μεταφοράς συγκεκριμένων φορτίων παρά μόνο μέσω της θάλασσας. Η ναυτιλία, είναι η πιο φιλική προς το περιβάλλον δραστηριότητα μεταφοράς προϊόντων και αγαθών, καθώς ενώ πραγματοποιεί το 90% των μεταφορών, συμβάλλει μόνο κατά 3% περίπου στις εκπομπές αέριων ρύπων.<sup>5</sup> Αν παρατηρήσουμε την Εικ. 1 βλέπουμε την διαφορά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ πλοίου, φορτηγού και αεροπλάνου.

---

<sup>5</sup>European Marine Equipment Council, (April 2010), “Green Ship Technology Book”, 2<sup>nd</sup> edition, page 5





**Εικόνα 1: Σύγκριση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ διαφορετικών μέσων μεταφοράς (γραμμάρια ανά τονο-χιλιόμετρο)**

Πηγή: International Chamber of Shipping (ICS), comparison of CO<sub>2</sub> emissions between different transport modes, [www.ics-shipping.org/shipping-facts/environmental-performance/comparison-of-co2-emissions-by-different-modes-of-transport](http://www.ics-shipping.org/shipping-facts/environmental-performance/comparison-of-co2-emissions-by-different-modes-of-transport)

Παρότι το πλοίο είναι το πιο φιλικό προς το περιβάλλον μέσο μεταφοράς, συμβάλλει αναπόφευκτα στην ρύπανση του ατμοσφαιρικού, θαλάσσιου και χερσαίου περιβάλλοντος με πολλούς τρόπους.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από τη ναυτιλία έχει αντίκτυπο, στην ατμόσφαιρα, στη θάλασσα, αλλά και στην στεριά.

- Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, είναι γνωστό ότι έχει αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην υγεία του ανθρώπου όσο και σε κατασκευές και μηχανήματα. Οι αέριοι ρύποι μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας, δυσφορία από τις οσμές και διάβρωση μηχανικών μερών και ηλεκτρικού εξοπλισμού. Μια κατηγορία αέριων ρύπων που προέρχονται από την ναυτιλία είναι τα αέρια που θερμοκηπίου, δηλαδή το CO<sub>2</sub> (διοξείδιο του άνθρακα), N<sub>2</sub>O (υποξείδιο του αζώτου), CH<sub>4</sub> (μεθάνιο), HFC (υδροφθοράνθρακας που εκπέμπεται ως παραπροϊόν της βιομηχανικής παραγωγής), SF<sub>6</sub> (εξαφθοριούχο θείο). Μια άλλη κατηγορία είναι τα αιωρούμενα σωματίδια (PM<sub>10</sub>), τα αέρια που

σχετίζονται με την τρύπα του όζοντος ( $\text{NO}_x$  και VOCs - Volatile Organic Compounds) και τέλος αέριοι ρύποι που προκαλούν όξινη βροχή,  $\text{SO}_x$  (οξειδία του θείου),  $\text{NH}_3$  (αμμωνία) και  $\text{NO}_x$  τα οποία επίσης προκαλούν όξινη βροχή. Αν η διάμετρος των σωματιδίων είναι μεγαλύτερη του 1 nm, τότε είναι σωματιδιακοί, ενώ αν η διάμετρος τους είναι μικρότερη του 1 nm, είναι αέριοι<sup>6</sup>.

- Το θαλάσσιο περιβάλλον, επιβαρύνεται με τοξικά απόβλητα από τα υφαλοχρώματα των πλοίων, μικροοργανισμούς που μεταφέρονται μέσω του θαλάσσιου έρματος και την γάστρα, νερό από τις σεντίνες του πλοίου και πετρελαιοκηλίδες σε περίπτωση ατυχημάτων. Επιπλέον επιβαρυντικοί παράγοντες είναι τα σκουπίδια που προέρχονται από την διαβίωση των πληρωμάτων των πλοίων και απορρίπτονται στη θάλασσα, από λιπαντικά, καθώς επίσης και νερό που χρησιμοποιείται για χρήση, όπως πλύσιμο πιάτων, πλυντήρια και ατομική καθαριότητα των πληρωμάτων.<sup>7</sup>

- Το έδαφος επίσης επιβαρύνεται με πολλούς τρόπους από τις θαλάσσιες μεταφορές, κυρίως με απορρίμματα από τα πλοία, αμμοβολές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια επισκευών, υπολείμματα λάσπης από δεξαμενές που δεν έχουν υποστεί καμία επεξεργασία, αλλά και κομμάτια χάλυβα τα οποία προέκυψαν από την διάλυση πλοίων ή ελασματοουργικές εργασίες.

Ένα βασικό θέμα που επίσης απασχολεί τη ναυτιλιακή κοινότητα είναι το πόσο  $\text{CO}_2$  προέρχεται από τη ναυτιλία. Δυο πρόσφατες έρευνες, η μια από το IMO Expert Group σχετικά με την ρύπανση του αέρα και η δεύτερη επικαιροποιημένη μελέτη σχετικά με τα αέρια του θερμοκηπίου από τον IMO το 2009 (Second IMO GHG Study 2009) καταλήγουν σε πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Χρησιμοποιώντας το 2007 ως έτος αναφοράς, διαπιστώνουμε ότι οι εκπομπές  $\text{CO}_2$  προερχόμενες από την ναυτιλία φτάνουν τα 1.100 εκατομμύρια τόνους με πρόβλεψη ότι το 2020 θα φτάσουν στα 1.400 εκατομμύρια τόνους.<sup>8</sup> Δηλαδή θα έχουμε μια αύξηση κατά 27% περίπου των εκπομπών που προέρχονται από την ποντοπόρο ναυτιλία. Συνολικά η ναυτιλία παράγει περίπου το 2,7% του  $\text{CO}_2$  που προέρχεται από ανθρωπογενείς

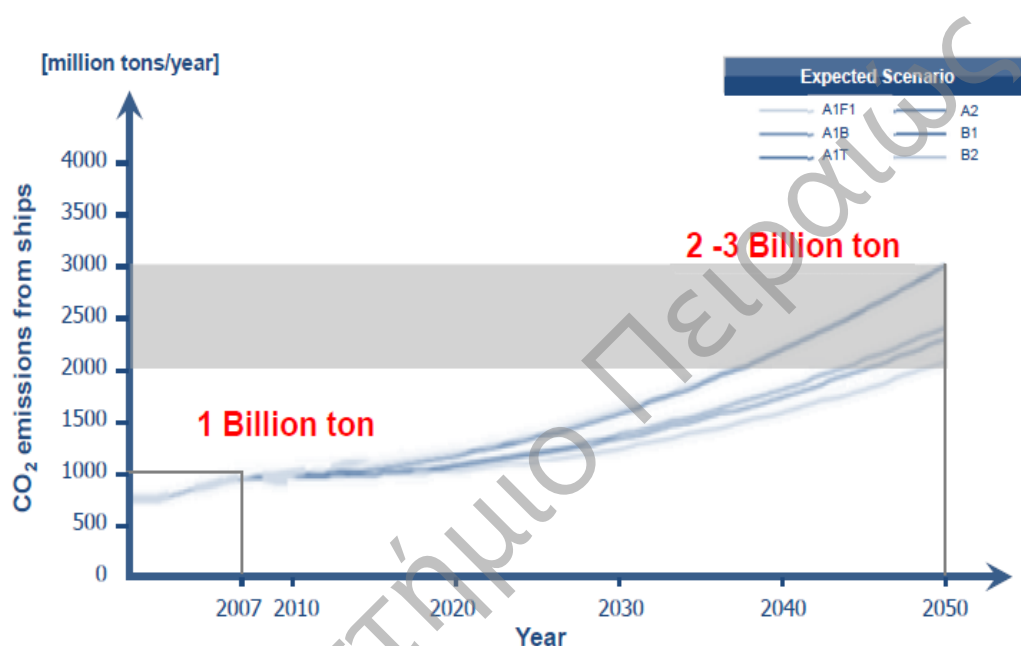
---

<sup>6</sup> Περιοδικό “Maritech News” (Ιούνιος 2010), “Αέρια Ρύπανση και Ναυτιλία”, σελ. 76

<sup>7</sup>A. P. Moller – Maersk Vessels (2007), “Environmental Report “

<sup>8</sup>Thomas Timlen, BIMCO, (Singapore 25 March 2010), “Reduction of the global environment impact of seagoing transportation, how does international shipping contribute?” GSF Conference

δραστηριότητες.<sup>9</sup> Σύμφωνα πάντα με την μελέτη του IMO, με βάση ένα μεσαίας κλίμακας σενάριο εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και αν δεν υπάρξει μια συγκεκριμένη πολιτική μείωσης τους, το έτος 2050 οι εκπομπές από τα πλοία θα αυξηθούν κατά 200% έως 300% (εν συγκρίσει με το έτος αναφοράς 2007) ως αποτέλεσμα της αύξησης του παγκοσμίου εμπορίου. Σχηματικά αυτή την εξέλιξη, μπορούμε να την δούμε στην Εικ. 2.



**Εικόνα 2: Εκπομπές CO<sub>2</sub> προερχόμενες από τη ναυτιλία με βάση διάφορα σενάρια.**

Πηγή: Second IMO GHG Study 2009

Με βάση τα παραπάνω, αν θέλουμε να δούμε συνοπτικά το ρυπαντικό φορτίο που προκαλείται από τη ναυτιλία στο περιβάλλον, μπορούμε να το απεικονίσουμε στον πίνακα 1.

<sup>9</sup> IMO (2009) “Greenhouse Gas Emissions”  
<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx>, τελευταία επίσκεψη 09/09/2014.

ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ
SO <sub>x</sub> (οξειδία του θείου)	Πετρελαιοκηλίδες από ατυχήματα ή κατά την διάρκεια λειτουργίας των πλοίων (accidental discharges)	Απόβλητα (wastes)	Υπολείμματα από τον μεταλλικό σκελετό των πλοίων
NO <sub>x</sub> (οξειδία του αζώτου)	Νερό από σεντίνες πλοίων (bilge water)	Χημικά κατάλοιπα (chemical residues)	Υπολείμματα χρωμάτων
GHG (αέρια του θερμοκηπίου – CO <sub>2</sub> )	Νερό ψύξης (cooling water)	Κατάλοιπα από πετρέλαιο (oil residues)	Πλαστικό
PM (αιωρούμενα σωματίδια)	Θαλάσσιο έρμα (ballast water)	Απορρίμματα προερχόμενα από τα πληρώματα πλοίων	Υλικά ηλεκτρολογικού εξοπλισμού
VOC (πτητικές οργανικές ενώσεις)	Τοξικά κατάλοιπα από υφαλοχρώματα		Χημικά
	Νερό από χρήση εντός πλοίων (grey water)		Σφραγισμένα αέρια σε μπουκάλες
	Νερό από τουαλέτες (black water)		
	Θόρυβος (noise)		

**Πίνακας 1:** Ρυπαντικό φορτίο προερχόμενο από τη ναυτιλία  
Πηγή: Professor Yonghwan Kim, “Green ship design and technology”, the LRET Research Collegium Southampton, 11 July – 2 September 2011

### 1.2.1 ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Στα παραρτήματα I, II και V της MARPOL 73/78 (ενότητα 1.3) καθορίζονται συγκεκριμένες θαλάσσιες περιοχές ως «ειδικές περιοχές». Λόγω διάφορων οικολογικών και ωκεανογραφικών χαρακτηριστικών και σε σχέση με την κίνηση πλοίων από τις συγκεκριμένες περιοχές, υιοθετούνται υποχρεωτικές μέθοδοι αποφυγής της θαλάσσιας ρύπανσης. Σε αυτές τις περιοχές υπάρχει υψηλότερο επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος από ότι σε άλλες θαλάσσιες περιοχές. Η σύμβαση προβλέπει επίσης, μέτρα για τον έλεγχο της ρύπανσης σε αυτές τις ειδικές περιοχές (Special Areas) οι οποίες είναι διεθνώς αποδεκτές και αναγνωρισμένες. Τέτοιες περιοχές είναι η Μεσόγειος θάλασσα, η Ερυθρά θάλασσα, ο Περσικός κόλπος, η Βαλτική θάλασσα, όπου απαγορεύεται αυστηρά η απόρριψη πετρελαίου ή παραγώγων πετρελαίου. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη MARPOL ως ειδικές περιοχές χαρακτηρίζονται οι παρακάτω:

Ειδικές Περιοχές	Ημερομηνία ανακήρυξης	Τέθηκε σε ισχύ	Εφαρμόστηκε
<b>Annex I: Ρύπανση από Πετρέλαιο</b>			
<b>Μεσόγειος θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	2 Οκτωβρίου 1983	2 Οκτωβρίου 1983
<b>Βαλτική θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	2 Οκτωβρίου 1983	2 Οκτωβρίου 1983
<b>Μαύρη θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	2 Οκτωβρίου 1983	2 Οκτωβρίου 1983
<b>Ερυθρά θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	2 Οκτωβρίου 1983	*
<b>Περσικός Κόλπος</b>	2 Νοεμβρίου 1973	2 Οκτωβρίου 1983	1 Αύγουστου 2008
<b>Κόλπος του Άντεν</b>	1 Δεκεμβρίου 1987	1 Απριλίου 1989	*
<b>Ανταρκτική</b>	16 Νοεμβρίου 1990	17 Μαρτίου 1992	17 Μαρτίου 1992

<b>Θάλασσες Βορειοδυτικής Ευρώπης</b>	25 Σεπτεμβρίου 1997	1 Φεβρουαρίου 1999	1 Αυγούστου 1999
<b>Αραβική θάλασσα (περιοχή Ομάν)</b>	15 Οκτωβρίου 2004	1 Μαρτίου 2008	1 Αυγούστου 2008
<b>Ύδατα νότια της Νοτίου Αφρικής</b>	13 Οκτωβρίου 2006	1 Μαρτίου 2008	1 Αυγούστου 2008
<b>Annex II: Ρύπανση από Υγρές Επιβλαβείς Ουσίες</b>			
<b>Ανταρκτική</b>	30 Οκτωβρίου 1992	1 Ιουλίου 1994	1 Ιουλίου 1994
<b>Annex V: Ρύπανση από Απορρίμματα</b>			
<b>Μεσόγειος θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	31 Δεκεμβρίου 1988	1 Μαΐου 2009
<b>Βαλτική θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	31 Δεκεμβρίου 1988	1 Οκτωβρίου 1989
<b>Μαύρη θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	31 Δεκεμβρίου 1988	*
<b>Ερυθρά θάλασσα</b>	2 Νοεμβρίου 1973	31 Δεκεμβρίου 1988	*
<b>Περσικός Κόλπος</b>	2 Νοεμβρίου 1973	31 Δεκεμβρίου 1988	1 Αυγούστου 2008
<b>Βόρεια θάλασσα</b>	17 Οκτωβρίου 1989	18 Φεβρουαρίου 1991	18 Φεβρουαρίου 1991
<b>Ανταρκτική (νότια από τον 60° νότιο παράλληλο)</b>	16 Νοεμβρίου 1990	17 Μαρτίου 1992	17 Μαρτίου 1992
<b>Ευρύτερη περιοχή της Καραϊβικής συμπεριλαμβανομένου του κόλπου του Μεξικό και της θάλασσας της</b>	4 Ιουλίου 1991	4 Απριλίου 1993	1 Μαΐου 2011

καραϊβικής			
<b>Annex VI: Ατμοσφαιρική Ρύπανση από πλοία ( Περιοχές Ελέγχου Εκπομπών)</b>			
<b>Βαλτική θάλασσα (SO<sub>x</sub>)</b>	26 Σεπτεμβρίου 1997	19 Μαΐου 2005	19 Μαΐου 2006
<b>Βόρεια θάλασσα (SO<sub>x</sub>)</b>	22 Ιουλίου 2005	22 Νοεμβρίου 2006	22 Νοεμβρίου 2007
<b>Βόρειος Αμερική (SO<sub>x</sub> και NO<sub>x</sub>)</b>	26 Μαρτίου 2010	1 Αυγούστου 2011	1 Αυγούστου 2012

\* Στις περιοχές αυτές δεν έχουν εφαρμοστεί ακόμη ο απαιτήσεις των ειδικών θαλάσσιων περιοχών.

**Πίνακας 2: Ειδικές Περιοχές με βάση την σύμβαση MARPOL**

Πηγή: IMO, [www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/SpecialAreasUnderMARPOL/Pages/Default.aspx)

**1.2.2 ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

Σύμφωνα με την απόφαση A.982(24) του IMO «Αναθεωρημένες οδηγίες για την αναγνώριση και προσδιορισμό των ιδιαίτερα ευαίσθητων θαλάσσιων περιοχών» καθορίζονται τα κριτήρια που πρέπει να πληροί μια θαλάσσια περιοχή ώστε να χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ευαίσθητη θαλάσσια περιοχή (Particularly sensitive sea area – PSSA). Τα κριτήρια αυτά είναι με βάση την βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων που περικλείει, την σπανιότητα και την ευαισθησία στη ρύπανση που προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ο ορισμός που δίνει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός είναι: «Ιδιαίτερα ευαίσθητες θαλάσσιες περιοχές είναι οι περιοχές οι οποίες χρειάζονται ιδιαίτερη προστασία μέσω δράσεων από τον IMO εξαιτίας της αναγνωρισμένης οικολογικής, κοινωνικό-οικονομικής και επιστημονικής σπουδαιότητας που έχουν και είναι ευάλωτες σε βλάβες που μπορεί να προκληθούν από τη διεθνή ναυτιλιακή δραστηριότητα».

Τα μέτρα και οι δράσεις που μπορεί να ληφθούν περιλαμβάνουν:

- Ο καθορισμός της πορείας του πλοίου ώστε να αποφεύγεται η διέλευση από μια ιδιαίτερα ευαίσθητη θαλάσσια περιοχή,
- Αυστηρή εφαρμογή των κανόνων της MARPOL σχετικά με την απόρριψη έρματος στη θάλασσα και εξοπλισμού του πλοίου,
- Εγκατάσταση VTS (Vessel Traffic Services).<sup>10</sup>

### 1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΠΡΑΣΙΝΑ ΠΛΟΙΑ, ΟΡΙΣΜΟΣ

Η επιβάρυνση που έχει υποστεί το περιβάλλον, απαιτεί την συνεχή προσπάθεια για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων. Η παγκόσμια κοινότητα, έχει σε γενικές γραμμές αντιληφθεί ότι δεν μπορεί να συνεχιστεί για πολύ ακόμα η περιβαλλοντική υποβάθμιση. Οι κυβερνήσεις, η βιομηχανία, οι επιστήμονες, όπως και οι ιδιώτες, έχουν ήδη ξεκινήσει να αναπτύσσουν μια πιο «πράσινη» συνείδηση σε σχέση με την βιομηχανική παραγωγή, τις μεταφορές και τις δραστηριότητες κάθε είδους. Οι έννοιες της πράσινης οικονομίας, πράσινης τεχνολογίας και βιομηχανίας, αν και είναι πρόσφατες, έχουν μπει στις κοινωνίες του ανεπτυγμένου κόσμου κυρίως.

Η ναυτιλιακή βιομηχανία πιο συγκεκριμένα, έχει αναπτύξει έντονα την πράσινη συνείδηση εδώ και αρκετά χρόνια. Τις τελευταίες δεκαετίες ο ΙΜΟ, έχει συντάξει μια σειρά από κανόνες και κανονισμούς που διέπουν την ναυτιλία και σκοπό έχουν την προστασία του περιβάλλοντος. Η Διεθνής Σύμβαση για τη Ρύπανση της Θάλασσας από τα πλοία (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships), MARPOL του 1973 με το πρωτόκολλο του 1978, ήταν η αρχή για την δημιουργία ενός θεσμικού πλαισίου που προστάτευε το περιβάλλον και έθεσε τις βάσεις για πιο καθαρές θαλάσσιες μεταφορές. Η σύμβαση της MARPOL περιλαμβάνει 6 παραρτήματα τα οποία τέθηκαν σε ισχύ σταδιακά και δείχνουν ότι η ναυτιλιακή κοινότητα παρακολουθεί στενά τα ζητήματα σχετικά με το περιβάλλον. Αυτά είναι:

- Παράρτημα I – Ρύπανση από πετρέλαιο
- Παράρτημα II – Ρύπανση από επιβλαβείς ουσίες
- Παράρτημα III – Ρύπανση από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται σε συσκευασίες, φορητές δεξαμενές ή εμπορευματοκιβώτια

<sup>10</sup> ΙΜΟ (2012), [www.imo.org/ourwork/pollutionprevention/PSSAs/pages/Default.aspx](http://www.imo.org/ourwork/pollutionprevention/PSSAs/pages/Default.aspx), τελευταία επίσκεψη 13/09/2014



- Παράρτημα IV – Ρύπανση από λύματα
- Παράρτημα V – Ρύπανση από απορρίμματα
- Παράρτημα VI – Ατμοσφαιρική ρύπανση από πλοία (τέθηκε σε ισχύ το 2005).

Διαπιστώνουμε ότι νομοθετικά έχουν γίνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση μείωσης της ρύπανσης που προκαλούν τα πλοία. Ωστόσο, οι προσπάθειες σήμερα έχουν στραφεί προς την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) και οξειδίων του θείου (SO<sub>x</sub>), αέρια που παράγονται από την καύση ορυκτών καυσίμων στα πλοία. Τα σύγχρονα πλοία είναι πολύ πιο φιλικά στο περιβάλλον σε σύγκριση με αυτά του παρελθόντος διότι εναρμονίζονται με τους διεθνείς κανόνες περιορισμού της ρύπανσης που προκαλούν. Πλέον η τάση που ακολουθεί η ναυπηγική βιομηχανία είναι η ελαχιστοποίηση των αέριων ρύπων, μέσω της κατάλληλης σχεδίασης, κατασκευής, λειτουργίας και παροπλισμού τους. Ένα πλοίο το οποίο είναι σχεδιασμένο ώστε να προκαλεί την ελαχίστη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον, κατά το στάδιο της κατασκευής του, κατά τη διάρκεια του επιχειρησιακού του βίου και κατά τον παροπλισμό του, χαρακτηρίζεται ως “**πράσινο πλοίο**”.

Όμως το πλοίο, ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα προσφοράς μεταφορικής υπηρεσίας αγαθών και ανθρώπων, περνά από διάφορα στάδια έως ότου κατασκευαστεί στο ναυπηγείο, λειτουργήσει στο θαλάσσιο περιβάλλον και τέλος παροπλιστεί.

Το ναυπηγείο, είναι μια βιομηχανία κατασκευής και επισκευής πλοίων, με τεράστια κατανάλωση ενέργειας και υλικών (κυρίως ναυπηγικός χάλυβας), καθώς και μεγάλο αριθμό εργαζομένων πολλών ειδικοτήτων. Η ρύπανση που προκαλεί στο περιβάλλον είναι μεγάλη λόγω της φύσης των εργασιών που εκτελεί. Αν διαχωρίσουμε τα στάδια της ζωής ενός πλοίου, θα καταλήξουμε σε τέσσερις κατηγορίες: α) Μελέτη και Σχεδίαση, β) Κατασκευή και εξοπλισμός, γ) Λειτουργία στο θαλάσσιο περιβάλλον, δ) Παροπλισμός και διάλυση. Τα παραπάνω τέσσερα στάδια είναι αυτά που ακολουθεί η ναυπηγική βιομηχανία. Για να κατασκευαστεί ένα πράσινο πλοίο, θα πρέπει μέσα σε αυτά τα στάδια κατασκευής του, να γίνουν οι κατάλληλες παρεμβάσεις. Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα έχει προχωρήσει από

πολλούς φορείς σχετικά με τα πράσινα πλοία κυρίως δε από την βιομηχανία που σχετίζεται με το ναυτιλιακό εξοπλισμό.

Οι νηογνώμονες<sup>11</sup> έχουν θεσπίσει διεθνείς κανόνες σχετικά με την κατασκευή πλοίων, οπότε και ένα πράσινο πλοίο θα πρέπει να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς αυτούς αλλά θα είναι πιο φιλικό στο περιβάλλον. Οι νέες τεχνολογίες και καινοτομίες που εφαρμόζονται στη κατασκευή των πράσινων πλοίων, θα αναλυθούν διεξοδικά στο δεύτερο κεφάλαιο.

#### 1.4 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΔΙΑΒΑΤΗΡΙΟΥ

Το πράσινο διαβατήριο είναι ένα έγγραφο το οποίο συνοδεύει το πλοίο σε όλη την διάρκεια του επιχειρησιακού του βίου. Περιέχει έναν κατάλογο στον οποίο έχουν απογραφεί όλα τα υλικά τα οποία είναι ή θα μπορούσαν να αποβούν επικίνδυνα τόσο για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον. Το πράσινο διαβατήριο συντάσσεται από το ναυπηγείο κατασκευής του πλοίου και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη – πλοιοκτήτη.

Όποιες αλλαγές γίνονται σε εξοπλισμό ή υλικά, πρέπει να καταγράφονται σχολαστικά έτσι ώστε όταν το πλοίο καταλήξει στο διαλυτήριο, να υπάρχει μια σειρά από έγγραφα και σχέδια που δείχνουν με ακρίβεια τα επικίνδυνα υλικά. Επίσης, η καταγραφή τους είναι χρήσιμη και για τις επισκευές η μετασκευές που γίνονται σε ένα πλοίο. Έτσι προλαμβάνεται σε μεγάλο βαθμό η έκθεση σε επικίνδυνα υλικά (όπως αμιάντος, βαρέα μέταλλα, ψυκτικές ουσίες, χημικά προσθετικά) τόσο του πληρώματος του πλοίου, όσο και του προσωπικού που εργάζεται στο διαλυτήριο πλοίων κατά τον παροπλισμό του. Ένα σημαντικό σκέλος του πράσινου διαβατηρίου είναι και οι υποδείξεις που εμπεριέχει, όσον αφορά το πώς θα αντιμετωπιστεί κάθε υλικό που θα βρεθεί πάνω στο πλοίο.

Το πράσινο διαβατήριο θα πρέπει να περιέχει τις παρακάτω πληροφορίες:

1. Τη σημαία εθνικότητας (National Flag) υπό την οποία φέρεται το πλοίο.
2. Την ημερομηνία κατά την οποία το πλοίο εγγράφηκε στο νηολόγιο της χώρας.

---

<sup>11</sup> Οι νηογνώμονες είναι γνωστοί ως εταιρείες ταξινόμησης ή κατάταξης πλοίων. Είναι μη κερδοσκοπικοί, ιδιωτικοί ως επί το πλείστον τεχνικοί οργανισμοί, αναγνωρισμένοι τόσο από το κράτος στο οποίο ιδρύθηκαν και λειτουργούν όσο και από άλλα κράτη. (Γ. Π. Βλάχος, Αθήνα 2007, «Διεθνής Ναυτιλιακή Πολιτική» Β έκδοση, σελ. 225)

3. Την ημερομηνία (εάν υπάρχει) κατά την οποία το πλοίο έπαψε να είναι εγγεγραμμένο στο νηολόγιο μιας χώρας.
4. Τον αριθμό αναγνώρισης του πλοίου (IMO number).
5. Αριθμός γάστρας.
6. Το όνομα και τον τύπο του πλοίου.
7. Το λιμάνι νηολόγησης του πλοίου.
8. Το όνομα της πλοιοκτήτριας εταιρείας και τα στοιχεία του πλοιοκτήτη.
9. Το όνομα του νηογνώμονα στον οποίο το πλοίο έχει ταξινομηθεί.
10. Οι βασικές διαστάσεις του πλοίου (Ολικό μήκος (LOA), Πλάτος (Breadth Moulded), Ύψος (Depth), βάρος άφορτου πλοίου (Lightweight)).

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΟΥ ΔΙΕΠΕΙ ΤΑ ΠΡΑΣΙΝΑ ΠΛΟΙΑ

#### 2.1 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΟΥ IMO (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION)

Η αυξανόμενη οικολογική ανησυχία δημιούργησε την ανάγκη δημιουργίας κατευθυντηρίων γραμμών και οδηγιών από την πλευρά του IMO (International Maritime Organization), με σκοπό την δημιουργία ενός επαρκούς θεσμικού πλαισίου για την ανάπτυξη των πράσινων πλοίων.

Ο IMO αποτελεί το σημαντικότερο όργανο παγκοσμίως και θέτει το ρυθμιστικό πλαίσιο για τη ναυτιλία. Είναι ένας σημαντικός διεθνής οργανισμός που προωθεί κανονισμούς και πολιτικές σχετικά με την πρόληψη της ρύπανσης, την ασφάλεια ανθρώπων και αγαθών στις θαλάσσιες μεταφορές, την ασφάλεια ναυσιπλοΐας και την ποιότητα των πληρωμάτων των πλοίων.<sup>12</sup> Η συνθήκη που περιέχει τα άρθρα και τη σχετική νομοθεσία για τη θαλάσσια ρύπανση είναι η MARPOL 1973/78 για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία. Η επιτροπή προστασίας του θαλασσιού περιβάλλοντος (MEPC) είναι η ανώτερη τεχνική επιτροπή του IMO που σχετίζεται με τα περιβαλλοντολογικά θέματα. Η οικολογική ευαισθητοποίηση, ανάγκασε τον IMO καθώς και άλλους φορείς με κανονιστική δραστηριότητα όπως για παράδειγμα η Ευρωπαϊκή Ένωση να θέσουν ως προτεραιότητα το ρυθμιστικό πλαίσιο για τη μείωση εκπομπής ρύπων αλλά και για την ανάπτυξη των πράσινων πλοίων<sup>13</sup>. Οι κανονισμοί του IMO περιλαμβάνουν τόσο την ανακύκλωση πλοίων, όσο και την ρύθμιση για τον περιορισμό των ρύπων<sup>14</sup> που προέρχονται από τη ναυτιλία.

Ο οργανισμός έχει θεσπίσει αρκετές απαιτήσεις για τα νέα πλοία. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις εκπομπές NO<sub>x</sub> και SO<sub>x</sub>. Επιπλέον, εξετάζονται μέσω των θεσμικών οργάνων του οργανισμού κάποιες απαιτήσεις και για μείωση του CO<sub>2</sub>.

---

<sup>12</sup> Παρδάλη Ι. Αγγελική, (2007) «Οικονομική και Πολιτική των Λιμένων» Αθήνα, Εκδόσεις Σταμούλης σελ. 377

<sup>13</sup> Department of Economics and Social Affairs, (2011), “Balancing the pillars for sustainable development”, <http://www.un.org/en/development/desa/news/sustainable/sustainable-development-pillars.html> [τελευταία επίσκεψη 01/09/2014]

<sup>14</sup> Βάσει των κανονισμών του IMO η περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο, πρέπει να περιοριστεί κάτω από το 4,5 % μέχρι το 2012 και 0,5 % μέχρι το 2020

Σύμφωνα με μελέτη του IMO (second IMO GHG Study 2009) έγινε ανάλυση των αερίων θερμοκηπίου που προέρχονται από τα πλοία, τα οποία αποτελούν ένα όχι και τόσο σημαντικό ποσοστό των εκπομπών αυτού του τύπου καυσαερίων σε παγκόσμια κλίμακα (περίπου 2,7%) αλλά αναμένεται να αυξηθούν λόγω της συνεχούς ανάπτυξης των θαλάσσιων μεταφορών. Για αυτό το λόγο, ο Οργανισμός πήρε διάφορα μέτρα για να μειωθούν αυτές οι εκπομπές. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για τα νέα πλοία<sup>15</sup>.

Από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του 2013, η τροποποίηση του παραρτήματος VI της MARPOL για την πρόληψη της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τα πλοία, εισάγει ένα νέο κεφάλαιο (No 4) σχετικό με την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων, σύμφωνα με το οποίο καθιστά υποχρεωτικό τον δείκτη σχεδιαστικής ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου (Energy Efficiency Design Index EEDI) για τα καινούρια πλοία και το σχέδιο αποτελεσματικής διαχείρισης της ενέργειας (Ship Energy Efficiency Management Plan-SEEMP) για όλα τα πλοία. Επίσης ο IMO έχει εισαγάγει τον Λειτουργικό Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEOI) που αφορά την λειτουργία του πλοίου.

Ο IMO (2009) επίσης διακρίνει την σχεδίαση των πλοίων από τα λειτουργικά (operational) μέτρα που πρέπει να ληφθούν. Ο EEDI καθορίζει τα πρότυπα για την ενεργειακή χρήση των νέων πλοίων, λαμβάνοντας υπόψη την μεταφορική ικανότητα (με όρους dwt) αλλά και την ταχύτητα του πλοίου, και χρησιμοποιείται προκειμένου να παραμετροποιήσει τις διαφορετικές επιλογές πλοίων με απώτερο σκοπό την μείωση των απαιτήσεων τους σε καύσιμα. Τα νέα αυτά πλοία μπορεί να περιλαμβάνουν νέα σχέδια με προηγμένο, πιο λειτουργικό σχήμα, συστήματα μείωσης της τριβής στο νερό, βελτιωμένες μηχανές, προπέλες και άλλα συστήματα, ενώ χρησιμοποιούν και συστήματα πρόωσης με βάση την αιολική ενέργεια. Επιπλέον, τα νέα αυτά πλοία χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια και στελέχη γεννητριών έτσι ώστε να συμβάλουν στην ενεργειακή αποδοτικότητα των συστημάτων τους<sup>16</sup>. Αντιθέτως, το EEOI λειτουργεί ως βοηθητικό σύστημα

---

<sup>15</sup> Y.Hayashi, W. Rothengatter, W. Schade (2011), "Transport Moving to Climate Intelligence: New Changes for Controlling Climate Impacts of Transport after the Economic Crisis", σελ.33

<sup>16</sup> S. Gossling. (2011) "Carbon Management in Tourism. Mitigating the Impacts on Climate Change", σελ.117

μετρώντας πόσο αποτελεσματικά λειτουργεί ένα πλοίο από τη σκοπιά της ενεργειακής αποδοτικότητας. Συγκεκριμένα μετρά τη χρήση καυσίμου ανά μονάδα φορτίου για μια δεδομένη απόσταση, δηλαδή ανά μονάδα μεταφορικού έργου. Ο IMO (2009b:4) συνιστά να χρησιμοποιείται ο δείκτης από τα λιμάνια με σκοπό να διαφοροποιούν τα λιμενικά τέλη, με αυτό τον τρόπο οι ναυλωτές ή οι cargo owners είναι δυνατόν να επαναδιαπραγματεύονται τα συμβόλαια τους πάντα σε σχέση με την ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου.

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και βιοκαυσίμων συνιστά έναν ακόμα άξονα των στρατηγικών του IMO με σκοπό την μείωση εκπομπών<sup>17</sup>. Τα βιοκαύσιμα και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), καθώς και καύσιμα με χαμηλή εκπομπή CO<sub>2</sub>, όπως επίσης ιστία και οτιδήποτε άλλο είναι δυνατό να εκμεταλλευτεί την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Ωστόσο μέχρι σήμερα, σύμφωνα με τον IMO οι πηγές ενέργειας αυτού του τύπου δεν κρίνονται επαρκείς ώστε να μπορέσουν να θεωρηθούν οι κύριες ενεργειακές πηγές του πλοίου<sup>18</sup>.

### *2.1.1 ΤΟ ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI ΤΗΣ MARPOL*

Σύμφωνα με την τελευταία σύμβαση MARPOL 1973/78<sup>19</sup>, ο IMO επικύρωσε και ενέκρινε το παράρτημα (Παράρτημα VI) στο οποίο περιλαμβάνονται κανονισμοί που αφορούν τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ποντοπόρα πλοία. Το παράρτημα τέθηκε σε ισχύ από τις 19 Μαΐου 2005. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως η Ελλάδα επικύρωσε όλα τα παραρτήματα και τις ακόλουθες τροποποιήσεις της MARPOL 73/78.

Μέσα από τις διατάξεις του συγκεκριμένου παραρτήματος τίθενται σε ισχύ κάποιοι ενιαίοι κανόνες, οι οποίοι έχουν ως σκοπό τη λήψη μέτρων για τον έλεγχο

---

<sup>17</sup> Ibid σελ.118

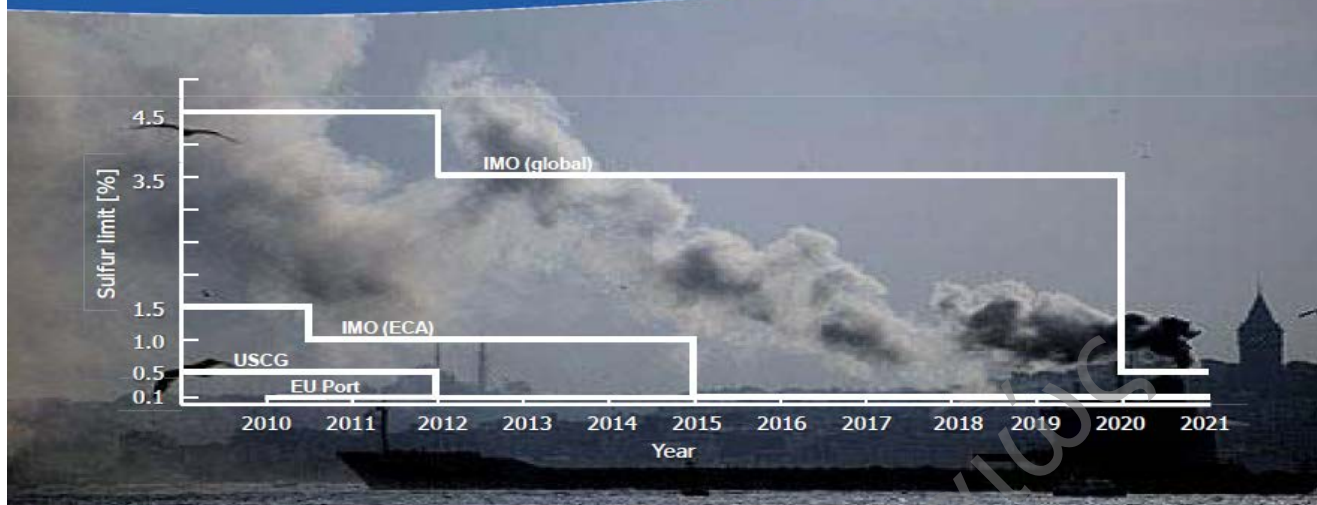
<sup>18</sup> IMO (2009b:6): «Η πρόσφατη τεχνολογία ηλιακών κυψελών είναι επαρκής έτσι ώστε απλώς να αποτελεί μια δευτερεύουσα πηγή ενέργειας ενός τάνκερ ακόμη και εάν το κατάστρωμα είναι καλυμμένο ολόκληρο με φωτοβολταϊκές κυψέλες».

<sup>19</sup> Αρχικά η επικύρωση της σύμβασης δεν κατέστη δυνατή από πολλά κράτη, όμως μια σειρά ατυχημάτων από δεξαμενόπλοια, οδήγησαν τον IMO στην υιοθέτηση το 1978 ενός πρωτοκόλλου που ενοποιούσε την αρχική σύμβαση με πρόσθετα μέτρα. Έτσι η σύμβαση αναφέρεται ως MARPOL 1973/78.

και την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα από τα ποντοπόρα πλοία. Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ των λοιπών απαιτήσεων, ταυτόχρονα περιλαμβάνονται και αρκετές ρυθμίσεις. Οι τελευταίες υπό μορφή κανονισμών καθορίζουν τις ανώτατα επιτρεπόμενες περιεκτικότητες σε θείο του καυσίμου πετρελαίου που χρησιμοποιούν τα πλοία, τα επίπεδα εκπομπών οξειδίων του αζώτου για μηχανές diesel πλοίων, καθώς και τα ληπτέα μέτρα σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς για την υποδοχή δεξαμενόπλοιων, στα οποία μπορεί να απαιτηθεί η ύπαρξη συστημάτων ελέγχου εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs). Σύμφωνα με τους εννοιολογικούς προσδιορισμούς του υπόψη Νόμου, ως «εκπομπή» νοείται οποιαδήποτε απελευθέρωση ουσιών από πλοία στον αέρα ή στη θάλασσα, που υπόκειται σε έλεγχο από το Παράρτημα VI της MARPOL 73/78.

Τον Οκτώβριο του 2008 όμως, η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) που τελεί υπό την αιγίδα του IMO, ενέκρινε τις προτεινόμενες τροποποιήσεις στο Παράρτημα VI της MARPOL σχετικά με τους κανονισμούς για την μείωση των επιβλαβών εκπομπών από τα πλοία. Οι βασικές αλλαγές είναι στην σταδιακή μείωση των εκπομπών οξειδίων θείου (SO<sub>x</sub>) από τα πλοία, με το παγκόσμιο όριο του θείου να μειώνεται αρχικά σε 3,50% (από το 4,50%) από την 1η Ιανουαρίου 2012 και έπειτα σταδιακά σε 0,50%, από την 1η Ιανουαρίου 2020, υπό τον όρο ότι μία μελέτη σκοπιμότητας να έχει ολοκληρωθεί το αργότερο έως το 2018. Από την 1η Μαρτίου 2010 τα εφαρμόσιμα όρια στις περιοχές ελέγχου εκπομπής θείου (SECAs) μειώθηκαν στο 1,00%, (από τα τρέχοντα 1,50 %) και στο 0,10%, από την 1η Ιανουαρίου 2015. Η μείωση των εκπομπών SO<sub>x</sub> σε συνάρτηση με το χρόνο επίτευξης του στόχου φαίνεται στο σχήμα 2:

## Emission Regulations - SO<sub>x</sub>



Regulation or Area	Sulfur Content			
	2010	2012	2015	2020
Global Limit	4.5 %	3.5 %	0.5 %	
IMO ECA	1.5 %	1.0 % (after 2010.07)	0.1 %	
EU Port		0.1 %		
USCG (within 24NM)	0.5 %	0.1 %		

Legend:  
■ Residual Fuel (IFO380 or LS380)  
■ Distillate Fuel (MGO)

### Σχήμα 2: Μείωση εκπομπών SO<sub>x</sub> με βάση τις απαιτήσεις του IMO

Πηγή: Professor Yonghwan Kim, "Green ship design and technology", the LRET Research Collegium Southampton, 11 July – 2 September 2011, σελ. 12

Πιο αναλυτικά οι αλλαγές οι οποίες έγιναν στο Παράρτημα συνοψίζονται ως εξής:

1. Υιοθετεί σύμφωνα με το άρθρο 16(2) της MARPOL του 1973 τις αλλαγές στο Παράρτημα VI, το κείμενο του οποίου ισχύει μέχρι σήμερα.

2. Αποφασίζει σε συνάρτηση με το άρθρο 16(3) της ίδιας συνθήκης πως οι αλλαγές πρέπει να έχουν γίνει αποδεκτές την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του 2010, εκτός αν πριν από αυτήν την ημερομηνία, περισσότεροι από το 1/3 των μελών που συμμετέχουν στη Συνθήκη, ο εμπορικός στόλος των οποίων υπερβαίνει το 50% της συνολικής χωρητικότητας του παγκόσμιου στόλου, έχει εκφράσει τις αντιρρήσεις του στον Οργανισμό.

Επιπλέον, οι τροποποιήσεις του Παραρτήματος VI λαμβάνουν υπόψη τους τις νέες τεχνολογίες και την ανάγκη για περαιτέρω μείωση των εκπομπών από τα πλοία.



Η αναθεώρηση λοιπόν του Παραρτήματος VI, οδήγησε τον Οργανισμό να θεσπίσει τις εξής τροποποιήσεις<sup>20</sup>.

- Να εξετάσει τις διαθέσιμες τεχνικές που αναπτύσσονται για τη μείωση των εκπομπών επιβλαβών αερίων. Να επανεξετάσει και να αναθεωρήσει την τεχνολογία και την πιθανότητα μείωσης των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>).

- Να αναθεωρήσει την τεχνολογία και την ανάγκη για μείωση των οξειδίων του θείου (SO<sub>x</sub>) και να ορίσει νέα όρια για τις εκπομπές θείου.

- Να διερευνήσει τη δυνατότητα ελέγχου των οργανικών συστατικών εκπομπών που προέρχονται από το φορτίο.

- Με σκοπό τη μείωση των εκπομπών σωματιδίων, να εξετάσει τα πρόσφατα στοιχεία για τα επίπεδα των σωματιδίων που προέρχονται από τις μηχανές των πλοίων, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους, της διασποράς και της ποσότητάς τους, και να αναλάβει δράσεις για τη μείωση τους.

- Να θεσπίσει ένα όριο για τη μείωση των οξειδίων του αζώτου και του θείου για τις υπάρχουσες μηχανές.

- Να αποφασίσει εάν οι περιορισμοί για τη μείωση των εκπομπών βάση του Παραρτήματος VI θα έπρεπε να διευρυνθεί για τις μηχανές που χρησιμοποιούν diesel, χρησιμοποιώντας εναλλακτικά καύσιμα και συστήματα μηχανών /ενέργειας πέρα από το diesel.

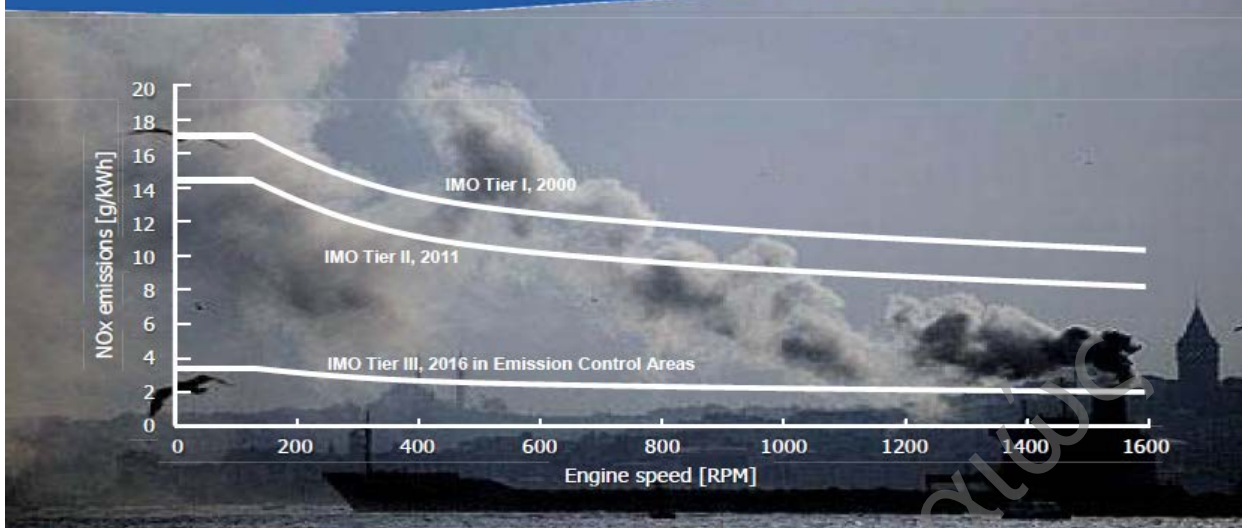
- Να επανεξετάσει το κείμενο του Παραρτήματος, τον Τεχνικό Κώδικα NO<sub>x</sub> και τις σχετικές οδηγίες και να συστήσει περαιτέρω τροποποιήσεις.

Ως προς τις εκπομπές NO<sub>x</sub> οι αλλαγές στις απαιτήσεις του IMO έχουν γίνει με βάση την ημερομηνία κατασκευής των πλοίων και τα όρια εκπομπών των οξειδίων του αζώτου καθορίζονται με βάση την ονομαστική ταχύτητα των μηχανών τους. Τα όρια έχουν χωριστεί σε τρεις βαθμίδες (Tiers) και φαίνονται στο σχήμα 3.

---

<sup>20</sup> IMO (2010) “Flag State Implementation” Chapter V. σελ.92

## Emission Regulations - NOx



RPM	Tier I (current)	Tier II (from 2011.1.1)	Tier III (from 2016.1.1)	IMO NOx Tier II : Adopted on MEPC 58 (2008.10) - After 1 January 2011 (Keel Laying) IMO NOx Tier III : Tentative Assent - After 1 January 2016 (Keel Laying)
Under 130	17.0 g/kWh	14.4 g/kWh	3.4 g/kWh	
130 ~ 2000	$45.0 \times n^{-(0.2)}$ g/kWh	$44.0 \times n^{-(0.23)}$ g/kWh	$9 \times n^{-(0.2)}$ g/kWh	
Over 2000	9.8 g/kWh	7.7 g/kWh	2.0 g/kWh	

### Σχήμα 3: Μείωση εκπομπών NOx με βάση τις απαιτήσεις του IMO

Πηγή: Professor Yonghwan Kim, “Green ship design and technology”, the LRET Research Collegium Southampton, 11 July – 2 September 2011, σελ. 11

Με βάση το σχήμα, στον άξονα X έχουμε τις στροφές της κύριας μηχανής του πλοίου ανά λεπτό (RPM). Στον άξονα Ψ έχουμε τις εκπομπές NOx σε γραμμάρια ανά κιλοβατώρα (g/KWH). Κάθε βαθμίδα καθορίζεται με βάση την ημερομηνία τοποθέτησης της τροπίδας του πλοίου.

### 2.1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (ENERGY EFFICIENCY DESIGN INDEX-EEDI)

Οι τροποποιήσεις που έγιναν στο παράρτημα VI της Marpol υιοθετήθηκαν από τις αποφάσεις της MEPC.203 (62) στις 15 Ιουλίου 2011 από την επιτροπή προστασίας του θαλασσίου περιβάλλοντος του IMO στην 62<sup>η</sup> συνεδρίαση του και εφαρμόστηκαν από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2013. Οι απαιτήσεις του IMO για την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων περιλαμβάνουν έναν τεχνικό δείκτη, τον

σχεδιαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας του πλοίου (Energy Efficiency Design Index - EEDI).

Οι απαιτήσεις για τον δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας, εφαρμόζονται σε πλοία από 400 κόρους ολικής χωρητικότητας και άνω και περιλαμβάνουν τους παρακάτω τύπους πλοίων<sup>21</sup> χύδην φορτίου (bulk), container, πλοία γενικού φορτίου, πλοία ψυγεία, πλοία μεταφοράς οχημάτων. Πρόσφατες αποφάσεις για τον EEDI καλύπτουν τα Ε/Γ-Ο/Γ και σχεδόν όλα τα σύγχρονα κρουαζιερόπλοια δηλαδή όλα όσα διαθέτουν ήλεκτρο-πρόωση.

Τον Ιούλιο του 2011 λοιπόν, συμφωνήθηκε η λήψη μέτρων για τα νέα πλοία σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα. Ο EEDI, είναι ένα από τα πιο σημαντικά τεχνικά μέτρα και βασίζεται στην χρήση των πιο ενεργειακά αποδοτικών μηχανημάτων και εξοπλισμού του πλοίου. Όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση του πλοίου, όταν αυτή φτάσει στο απαιτούμενο επίπεδο, οι κατασκευαστές και σχεδιαστές πλοίων έχουν την επιλογή να χρησιμοποιήσουν την πιο οικονομική λύση ώστε να εναρμονίζονται με τους κανονισμούς<sup>22</sup>.

Ο Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (Energy Efficiency Design Index η EEDI) είναι ουσιαστικά ένα από τα μέτρα που έχουν ληφθεί από τις σχετικές επιτροπές του IMO με σκοπό την αποδοτική σχεδίαση ενός νέου πλοίου, σε σχέση με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> ως προς το μεταφορικό έργο που δύναται να προσφέρει. Με λίγα λόγια είναι ένας τρόπος έκφρασης του περιβαλλοντολογικού κόστους σε σχέση με το όφελος για την κοινωνία (cost/benefit). Ο EEDI εκφράζεται σε γραμμάρια CO<sub>2</sub> ανά τονο-μίλι και σχετίζεται με την ταχύτητα του πλοίου και με το DWT (Deadweight)<sup>23</sup> το οποίο με την σειρά του σχετίζεται με το μήκος, το πλάτος και το βύθισμα του. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες δυνητικά έχουν σημαντική επιρροή στην σχεδιαστική ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου<sup>24</sup>. Οποιοσδήποτε περιορισμός σε αυτές τις

---

<sup>21</sup> IMO (2010), "Report of the Working Group on Energy Efficiency Measures for Ships. Annex 2. Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency Design Index. Paper MEPC 61/WP.10 Annex 2", International Maritime Organization, London, UK.

<sup>22</sup> Great Britain Parliament: House of Commons: Energy and Climate Change Committee, (2012). "The EU emissions trading system: tenth report of session 2010-12", pp. 89

<sup>23</sup> Το Deadweight ενός πλοίου περιλαμβάνει τα καύσιμα και λιπαντικά, το τροφοδοτικό και πόσιμο νερό, τα εφόδια, τα χρώματα και γενικά τις καταναλώσιμες ύλες, το πλήρωμα και τις αποσκευές του, τους επιβάτες και τις αποσκευές τους και κυρίως το μεταφερόμενο φορτίο.

<sup>24</sup> D.A. King, O.R. Inderwildi.(2009), "Future of mobility Road Maps" pp. 71

παραμέτρους ενδέχεται να επηρεάζει σημαντικά τον δείκτη. Ως τύπος αποδίδεται με το παρακάτω κλάσμα που φαίνεται στην Εικ. 3.

### Design Specific

$$EEDI = \frac{CO_2 \text{ Emissions (g / hr)}}{DWT \times Speed \text{ (ton - knot)}} = [g / ton - mile]$$

The diagram illustrates the EEDI formula with various components labeled in blue boxes. The formula is:
 
$$EEDI = \frac{\left\{ \left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) \right\} + (P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^*) + \left\{ \left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{nWHR} f_{eff(i)} P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} SFC_{AE} \right\} - \left( \sum_{i=1}^{nEff} f_{eff(i)} P_{eff(i)} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)}{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + (P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^*) + \left\{ \left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{nWHR} f_{eff(i)} P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} SFC_{AE} \right\} - \left( \sum_{i=1}^{nEff} f_{eff(i)} P_{eff(i)} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)}$$
 The denominator is further defined as:
 
$$\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + (P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^*) + \left\{ \left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{nWHR} f_{eff(i)} P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} SFC_{AE} \right\} - \left( \sum_{i=1}^{nEff} f_{eff(i)} P_{eff(i)} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)$$
 The diagram labels the following components:
 

- Main engine**:  $\sum_{i=1}^{nME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi}$
- Aux. engine**:  $P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^*$
- Shaft motor**:  $\sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)}$
- Waste heat recovery system**:  $-\sum_{i=1}^{nWHR} f_{eff(i)} P_{AEeff(i)}$
- Energy saving device & design**:  $-\sum_{i=1}^{nEff} f_{eff(i)} P_{eff(i)} C_{FMEi} SFC_{MEi}$
- Capacity factor**:  $\left( \prod_{j=1}^M f_j \right)$
- Weather factor(wave, wind)**:  $\left( \prod_{j=1}^M f_j \right)$
- Transportation capacity & speed**:  $\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} C_{FMEi} SFC_{MEi} P_{MEi} \right) + (P_{AE} C_{FAE} SFC_{AE}^*) + \left\{ \left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{nWHR} f_{eff(i)} P_{AEeff(i)} \right) C_{FAE} SFC_{AE} \right\} - \left( \sum_{i=1}^{nEff} f_{eff(i)} P_{eff(i)} C_{FMEi} SFC_{MEi} \right)$
- Correction factor (by ship type)**:  $\left( \prod_{j=1}^M f_j \right)$

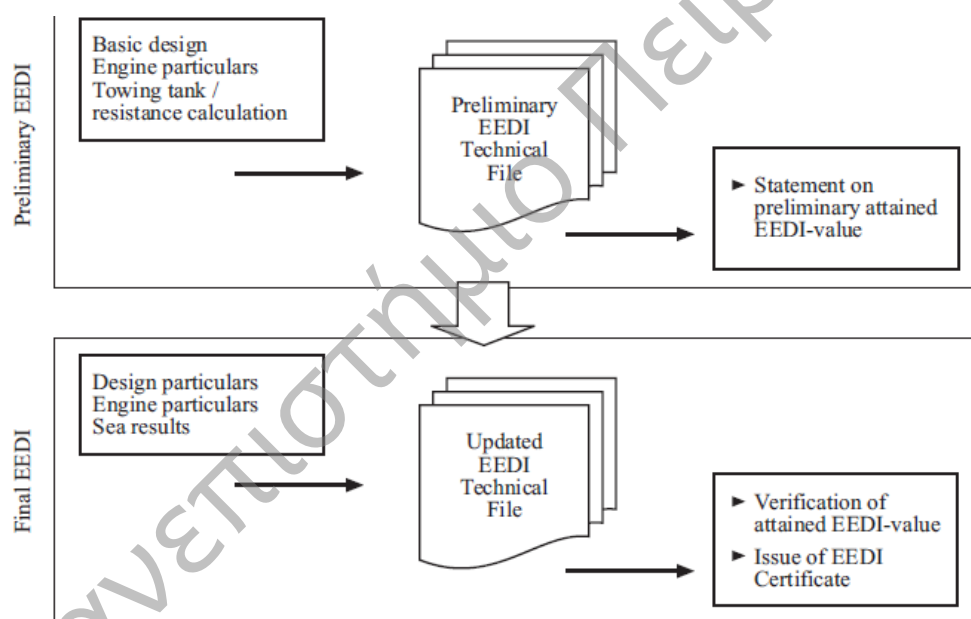
**Εικόνα 3. Σχεδιαστικός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας**

Πηγή: Professor Yonghwan Kim, “Green ship design and technology”, the LRET Research Collegium Southampton, 11 July – 2 September 2011, σελ. 14

Με βάση τον παραπάνω τύπο παρατηρούμε ότι όσο μικρότερη είναι η τιμή του EEDI, τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το πλοίο. Επιπλέον, τα πλοία τα οποία έχουν περισσότερες δυνατότητες (όπως γερανούς και αλλού είδους εξοπλισμό) έχουν χαμηλότερη ενεργειακή αποδοτικότητα, λόγω των πρόσθετων ενεργοβόρων συστημάτων. Επίσης, είναι φανερό πως ένα πλοίο το οποίο είναι μικρότερης μεταφορικής ικανότητας, θα έχει χαμηλότερα επίπεδα ενεργειακής αποδοτικότητας (δηλαδή υψηλό EEDI) από κάποιο μεγαλύτερο πλοίο<sup>25</sup>. Ωστόσο, ο δείκτης ουσιαστικά επιτρέπει τη σύγκριση της ενεργειακής αποδοτικότητας μεταξύ των πλοίων του ίδιου μεγέθους και παρόμοιου τύπου. Είναι εμφανές λοιπόν, πως οι παράμετροι της εξίσωσης του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα του πλοίου.

<sup>25</sup> IMO, (2010), “Report of the Working Group on Energy Efficiency Measures for Ships. Annex 2. Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency Design Index. Paper MEPC 61/WP.10 Annex 2”, International Maritime Organization, London, UK.

Με βάση λοιπόν αυτό το δείκτη κρίθηκε αναγκαίο να δημιουργηθεί ένα πιστοποιητικό για όλα τα νεότευκτα πλοία, τα οποία ακολουθούν τις ενεργειακές προδιαγραφές του EEDI<sup>26</sup>. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε ένα είδος ενεργειακής πιστοποίησης για τα πλοία, τα οποία έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με τις προδιαγραφές του EEDI. Ο σκοπός της πιστοποίησης αυτής είναι να περιγράψει το βαθμό της τεκμηρίωσης με βάση τις παραμέτρους σχεδιασμού σύμφωνα με το δείκτη. Η πιστοποίηση γίνεται σε δύο στάδια. Το πρώτο είναι προαιρετικό και λαμβάνει χώρα κατά τη σχεδίαση του πλοίου, το δεύτερο είναι υποχρεωτικό και γίνεται κατά τη θαλάσσιες δόκιμες του πλοίου (sea trials). Τα στάδια της ενεργειακής πιστοποίησης φαίνονται στην Εικ. 4.



**Εικόνα 4: Στάδια ενεργειακής πιστοποίησης**

Πηγή: German Lloyd. Rules of Classification and Construction.

Η μείωση του CO<sub>2</sub> έχει οριστεί για την πρώτη φάση στο ποσοστό του 10% και κάθε πέντε χρόνια θα υπάρξει περαιτέρω μείωση ανάλογα με την τεχνολογική πρόοδο. Απώτερος σκοπός είναι, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη

<sup>26</sup> IMO (2008b), “A mandatory CO<sub>2</sub> Design Index for new ships,” Submitted by Denmark, Marshall Islands, BIMCO, ICS, INTERCARGO, INTERTANKO and OCIMF, MEPC 57/4/3.

ναυτιλία να μειωθούν κατά περίπου 30% μέχρι τα έτη 2025 με 2030 χρησιμοποιώντας ως σημείο αναφοράς την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων που κατασκευάστηκαν μεταξύ των ετών 2000 έως 2010.

Συμπερασματικά, ο δείκτης αυτός έχει ως σκοπό να τονώσει την καινοτομία και την τεχνική ανάπτυξη όλων των στοιχείων που επηρεάζουν τη ενεργειακή αποδοτικότητα ενός πλοίου, καθιστώντας το κατά συνέπεια πιθανό να δημιουργήσει περισσότερο ενεργειακά αποδοτικά πλοία στο μέλλον. Η εφαρμογή των δεικτών σε μια μεγάλη κλίμακα απαιτεί την τεχνολογία πληροφοριών βασισμένη στην πληροφορική και τις μαθηματικές μεθόδους.

### 2.1.3 SHIP ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT PLAN (SEEMP)

Με βάση την απόφαση της MEPC (MEPC.213(63)) που υιοθετήθηκε στις 12 Μαρτίου του 2012 εισάγεται ένα λειτουργικό μέτρο, το σχέδιο αποτελεσματικής διαχείρισης της ενέργειας για τα πλοία (SEEMP) που έχει ως σκοπό να βελτιώσει την ενεργειακή αποδοτικότητα των πλοίων με μια διαδικασία η οποία αποτελείται από τα εξής βήματα:

α) σχεδιασμός, β) υλοποίηση, γ) παρακολούθηση και έλεγχος, δ) αξιολόγηση και βελτίωση<sup>27</sup>.

Το στάδιο του σχεδιασμού ξεκινάει με την αναγνώριση και την εκτίμηση των παραγόντων ενεργειακής αποδοτικότητας, με σκοπό να αξιολογηθεί και να αποφασιστεί ποια μέτρα για εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να ληφθούν. Επιπλέον το στάδιο του σχεδιασμού, είναι αυτό που καθορίζει την υπάρχουσα κατάσταση χρήσης ενέργειας που υπάρχει στο πλοίο, ενώ θέτει τις κατευθυντήριες γραμμές και τους αναμενόμενους στόχους. Είναι πολύ σημαντικό στάδιο για το γενικότερο σχέδιο καθώς οι στόχοι που τίθενται είναι αυτοί που ουσιαστικά καθορίζουν το αποτέλεσμα του αλλά και την αξιολόγηση του. Επειδή σε κάθε πλοίο υπάρχουν μια πληθώρα από ενέργειες που μπορεί να γίνουν για να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα, όπως η μείωση της ταχύτητας ή η σωστή συντήρηση της γάστρας και επειδή αυτές οι ενέργειες είναι διαφορετικές για κάθε τύπο πλοίου, φορτίο ή δρομολόγιο, οι ενέργειες

---

<sup>27</sup> IMO (2012) "Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP)" ANNEX 9 MEPC.213(63). London UK

αυτές θα πρέπει να διαπιστωθούν και να καθοριστούν από την αρχή. Κάθε μέτρο που λαμβάνεται σχετικά, δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τύπους των πλοίων, άρα μπορούμε να πούμε ότι ορισμένα μέτρα λαμβάνονται αποκλειστικά για ένα συγκεκριμένο πλοίο με τις ιδιαιτερότητες που μπορεί να έχει αυτό.

Το επόμενο στάδιο, αυτό της υλοποίησης, είναι ουσιαστικά το κυρίως στάδιο και απαιτεί την δημιουργία και εξασφάλιση της διαδικασίας που επιτυγχάνεται κυρίως μέσα από τις λειτουργίες της υποστήριξης από την ξηρά, τους ανθρώπινους πόρους, τα ειδικά μέτρα που λαμβάνονται, την διάχυση αλλά και την διαχείριση των πληροφοριών, τις σωστά κατανεμημένες αρμοδιότητες και τον έλεγχο των αρχείων. Στο στάδιο αυτό, ουσιαστικά δημιουργείται το σύστημα εφαρμογής των μέτρων που έχουν επιλέγει, ενεργοποιώντας το σχέδιο διαχείρισης ενέργειας με την εκχώρηση αρμοδιοτήτων στο κατάλληλο προσωπικό. Όλα αυτά πρακτικά είναι δυνατό να εξασφαλίσουν μια αποτελεσματική διαδικασία καθώς και ένα επιτυχημένο στάδιο της υλοποίησης του σχεδίου.

Το τρίτο στάδιο είναι αυτό του ελέγχου της διαδικασίας. Ο έλεγχος γίνεται με διάφορα εργαλεία, όπως π.χ. με τη χρήση του ΕΕΟΙ(MEPC 59/24,2009,IMO 2009a) το οποίο θα αναλυθεί παρακάτω.

Τέλος, η φάση της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων και της βελτίωσης είναι το τελευταίο στάδιο, το οποίο χρησιμοποιείται για την σύγκριση των αποτελεσμάτων με το προσχέδιο και την απόκλιση ή μη από τους αναμενόμενους στόχους. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των μέτρων και η σωστή εφαρμογή τους.

Το SEEMP θεωρείται ως ένα υποχρεωτικό εργαλείο του μάνατζμεντ για την ενεργειακή αποδοτικότητα μιας μεταφορικής διαδικασίας με πλοίο (MEPC59/24,2009;IMO, 2009a). Το σχέδιο αυτό έχει αναπτυχθεί με σκοπό να υποβοηθήσει την διεθνή βιομηχανία στο να επιτύχει την ελαχιστοποίηση του κόστους στις θαλάσσιες μεταφορές<sup>28</sup>.

Το σχέδιο αποτελεσματικής διαχείρισης της ενέργειας στην ναυτιλία, παρέχει μια προσέγγιση για την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων και ολόκληρου του στόλου, για να αξιολογήσουν εάν οι πρακτικές και οι τεχνολογίες

---

<sup>28</sup> R.Asariotis, H. Benamara.(2012) “Maritime Transport and the Climate Change Challenge”, σελ.92

λειτουργούν αποτελεσματικά. Ο IMO στις αλλαγές στο παράρτημά του το 2009, αποφάσισε πως ταυτόχρονα με την εφαρμογή του δείκτη EEDI σε όλα τα νέα πλοία, θα είναι υποχρεωτικό για όλα τα πλοία τα οποία εμπλέκονται με τις μεταφορές, να τηρούν τις διαδικασίες του SEEMP. Και τα δύο μέτρα, τα οποία τέθηκαν σε εφαρμογή την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου του 2013 θα είναι υποχρεωτικά για όλα τα πλοία ανεξάρτητα από τη σημαία στην οποία υπάγονται<sup>29</sup>. Τα μέτρα για την αποτελεσματική λειτουργία των πλοίων ως προς την μείωση της κατανάλωσης καύσιμου είναι τα εξής: πλεύση με βάση την πρόγνωση καιρού, σωστή επικοινωνία με τις λιμενικές αρχές πριν το πλοίο δέσει στο λιμάνι, επιλογή κατάλληλης ταχύτητας πλοίου, αυτοματισμοί στην λειτουργία του άξονα του πλοίου, βελτιστοποίηση της διαγωγής του πλοίου, θαλάσσιο έρμα, χρήση κατάλληλης προπέλας, συντήρηση, διαχείριση ενέργειας (energy management), βελτιωμένη διαχείριση στόλου, ανάκτηση θερμότητας και χρήση αυτής.

#### *2.1.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ- ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDEX (EEOI)*

Με βάση τις οδηγίες της MEPC (MEPC.1/Circ.684), πέρα από τον σχεδιαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας, στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε στον Λειτουργικό Δείκτη Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EEOI), ο οποίος αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο το οποίο αξιολογεί την απόδοση των πλοίων ή του στόλου σε σχέση με τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Πιο συγκεκριμένα, εκφράζει την ποσότητα CO<sub>2</sub> που εκπέμπει το πλοίο ανά μονάδα διεξαγόμενου μεταφορικού έργου σε τονο-μίλια<sup>30</sup>. Ο δείκτης αυτός εφαρμόζεται με σκοπό να μετρήσει την ενεργειακή αποδοτικότητα του κάθε ταξιδιού ή του συνόλου των ταξιδιών σε κάποια χρονική περίοδο. Επιπλέον, συμβάλλει στην αποτελεσματική εκτίμηση της αποδοτικότητας του “μάνατζμεντ” από τους πλοιοκτήτες, τους ναυλωτές αλλά και όλους όσους συμμετέχουν στη διαδικασία. Επιπλέον, με τον συγκεκριμένο δείκτη, επιτυγχάνεται η παρακολούθηση

<sup>29</sup> P.Sands et.al. (2012). “Principles of International Environment Law”, pp. 385.

<sup>30</sup> ICS 2009. Shipping, “World Trade and the Reduction of CO<sub>2</sub> Emissions”, International Chamber of Shipping, London, UK.



των πλοίων κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους, ενώ παράλληλα αξιολογούνται οι αλλαγές που έγιναν στο πλοίο ή στη λειτουργία του σχετικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Επομένως, είναι εμφανές πως ο συγκεκριμένος δείκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αντίθεση με τον EEDI από τα υπάρχοντα πλοία με σκοπό να μετρήσει τα λειτουργικά αποτελέσματα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Οι λειτουργικές αλλαγές και οι τροποποιήσεις στο πλοίο, μπορεί να οδηγήσουν σε ουσιαστικές αλλαγές στην ενεργειακή αποδοτικότητά του. Πέραν τούτου είναι σαφές πως ο δείκτης αυτός μπορεί να καλύψει τις περισσότερες περιπτώσεις των πλοίων είτε πρόκειται για νεότευκτα είτε για αυτά που έχουν κατασκευασθεί παλαιότερα. Επιπλέον, καλύπτει και τα επιβατικά πλοία, ενώ αντίθετα, ο δείκτης αυτός δεν αναφέρεται σε πλοία τα οποία δεν εμπλέκονται στη μεταφορά (ρυμουλκά ή βοηθητικά πλοία).

Όπως αναφέρθηκε ήδη σε προηγούμενη παράγραφο, ο ρόλος του EEOI είναι βοηθητικός του EEDI. Με λίγα λόγια αυτό που στην ουσία προσφέρει είναι η ενίσχυση του ρόλου του EEDI, εφόσον αποτελεί την εφαρμογή των οδηγιών και των τεχνολογιών που προβλέπονται από τον EEDI.

#### *2.1.5 ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ*

Η Ευρωπαϊκή και η παγκόσμια κοινότητα έχει αναλάβει πλέον σοβαρή δράση με σκοπό να περιορίσει την εκπομπή αέριων ρύπων από τα πλοία. Εκτός από το Παράρτημα VI της MARPOL 73/78 και τις τροποποιήσεις που ακολούθησαν σχετικά με τις εκπομπές των πλοίων (ειδικότερα οι κανονισμοί 13, 14 και 15 του Παραρτήματος), θεσπίστηκαν και ορισμένες οδηγίες και κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της διεθνούς κοινότητας που αφορούν τις εκπομπές ρύπων των πλοίων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εκδίδει διάφορες οδηγίες που σκοπό έχουν την εφαρμογή των διεθνών κανόνων ασφαλείας και προστασίας του περιβάλλοντος σε όλα τα πλοία που επισκέπτονται τα ευρωπαϊκά λιμάνια. Μια από τις σημαντικότερες, είναι η οδηγία 2005/33/EC<sup>31</sup> η οποία σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε θείο των

---

<sup>31</sup>2005/33/ EC Άρθρο 4β: «Μέγιστη περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων που χρησιμοποιούνται από σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας και από σκάφη ελλιμενισμένα σε κοινοτικούς λιμένες

καυσίμων των πλοίων. Σύμφωνα με τον νέο αυτό κανονισμό όλα τα επιβατηγά σκάφη (passenger vessels/ferries), είναι υποχρεωτικό να χρησιμοποιούν ναυτιλιακά καύσιμα που η περιεκτικότητά τους σε θείο (S) να μη ξεπερνά το 1,5% σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Επιπρόσθετα, όλα τα πλοία, τα οποία εισέρχονται σε όλα τα ευρωπαϊκά λιμάνια πρέπει να χρησιμοποιούν καύσιμα με περιεκτικότητα σε θείο (S) που να μην υπερβαίνει το 0,2%, η οποία περιεκτικότητα πρέπει να μειωθεί το 2010 στο 0,1%<sup>32</sup>. Η επίδραση αυτής της οδηγίας του κανονισμού ήταν η μείωση των εκπομπών θείου να ανέρχεται σε περισσότερο από 500.000 τόνους ετησίως ξεκινώντας από το 2006.

Τον Ιούλιο του 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή κατέθεσε μια πρόταση για περαιτέρω αλλαγή της οδηγίας, ενσωματώνοντας τα νέα όρια εκπομπών που έχει ορίσει ο IMO. Απώτερος στόχος είναι, όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να υιοθετήσουν και να εναρμονιστούν με τα παραπάνω όρια.

Τον Μάρτιο του 2009, οι Η.Π.Α. και ο Καναδάς όρισαν σε συνεργασία με τον IMO, μια περιοχή από τις ακτές τους μέχρι και 200 ναυτικά μιλιά ως περιοχή περιορισμένων εκπομπών θείου και NOx. Η περιοχή περιορισμένων εκπομπών της Βορείου Αμερικής τέθηκε σε εφαρμογή τον Αύγουστο του 2011.

#### 2.1.6 ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΕΣ ΚΑΙ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Εκτός από τους κυβερνητικούς και διεθνείς οργανισμούς, οι οποίοι υπόκεινται στις διεθνείς συμβάσεις οι οποίες έχουν συμφωνηθεί από τον IMO, μεγάλη ευθύνη για τις περιβαλλοντικές πολιτικές στη θαλάσσια μεταφορά, έχουν επίσης και οι σημαίες στις οποίες υπάγονται τα πλοία, οι λιμενικές αρχές αλλά και οι νηογνώμονες που οφείλουν να ελέγχουν την ποιότητα των ρύπων των πλοίων καθώς επίσης και τις εκπομπές τους. Είναι γεγονός, πώς πολύ μεγάλος αριθμός πλοίων ναυπηγούνται και επιθεωρούνται σε τακτική βάση σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζουν οι

---

1. Τα κράτη μέλη λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα για να διασφαλίσουν ότι, από την 1η Ιανουαρίου 2010, τα ακόλουθα σκάφη δεν χρησιμοποιούν καύσιμα πλοίων με περιεκτικότητα σε θείο που να υπερβαίνει το 0,1 % κατά μάζα:

α) σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας, και

β) σκάφη ελλιμενισμένα σε κοινοτικούς λιμένες, παρέχεται στο πλήρωμα επαρκής χρόνος για να ολοκληρώσει κάθε αναγκαία εργασία αλλαγής καυσίμων, το συντομότερο δυνατόν, μετά την άφιξη στη θέση ελλιμενισμού και, όσο το δυνατόν αργότερα, πριν από την αναχώρηση.

<sup>32</sup> 2005/33/ EC/4β

νηογνώμονες. Το έργο και η πρωτοβουλία των νηογνώμωνων είναι μεγάλης σημασίας καθώς περιλαμβάνει τη σχεδίαση, την κατασκευή, αλλά και την επισκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση των πλοίων και γι' αυτό το λόγο αναγνωρίζεται επίσημα από τον IMO. Οι νηογνώμονες αποτελούν μια αναντικατάστατη πηγή τεχνογνωσίας, καθώς επίσης και πηγή έρευνας και ανάπτυξης.

Η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων IACS<sup>33</sup> συγκεντρώνει ουσιαστικά τους μεγαλύτερους νηογνώμονες για διάφορους και σοβαρούς λόγους. Πρώτα απ' όλα είναι εξαιρετικά σημαντικό να εξασφαλισθεί η κατασκευαστική ακεραιότητα των πλοίων ενώ είναι στοιχειώδες οι νηογνώμονες να εφαρμόζουν όσο το δυνατόν υψηλότερα πρότυπα κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους. Η σχεδίαση και προδιαγραφές της κατασκευής του πλοίου, καθώς επίσης και η συμμόρφωσή τους με τους κανονισμούς των νηογνώμωνων αλλά και η επίβλεψη της ποιότητας της εργασίας κατά τα στάδια της ναυπήγησης, καθορίζουν σε μεγάλη έκταση την ποιότητα του πλοίου σε λειτουργία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα περισσότερα κράτη να εξουσιοδοτούν νηογνώμονες, οι οποίοι διενεργούν εξ' ονόματος τους θεσμοθετημένες επιθεωρήσεις για να διαπιστώνεται η συμμόρφωση με τις συμβάσεις του IMO και τους εθνικούς νόμους. Σχετικά με το θέμα των θαλάσσιων ρύπων, οι νηογνώμονες είναι αυτοί που κατά την ναυπήγηση ενός πλοίου οφείλουν να ελέγξουν και να πιστοποιήσουν την ενεργειακή καταλληλότητα του πλοίου και γι' αυτό το λόγο οφείλουν να συμμορφώνονται με τις οδηγίες και τις απαιτήσεις των διεθνών οργανισμών και των διεθνών συμβάσεων, σε ό,τι αφορά την ενεργειακή πιστοποίηση του πλοίου.

Χαρακτηριστικό ως προς αυτή την κατεύθυνση, είναι το παράδειγμα του Νορβηγικού νηογνώμονα, ο οποίος σε joint venture με τις Wärtsilä Ship Power και Wärtsilä Ship Design και MTU Onsite Energy (DNV 2009) υλοποίησε το Fellowship Project<sup>34</sup>, το οποίο δρομολογήθηκε το 2003, με σκοπό το σχεδιασμό ενός βασικού σχεδίου με καύσιμα τεχνολογίας κυβελών για τα πλοία του 2006. Συμπεραίνουμε

---

<sup>33</sup> Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων που απαριθμεί 11 μέλη: American Bureau of Shipping (ABS), Bureau Veritas (BV), Det Norske Veritas (DNV), Germanischer Lloyd (GL), China Classification Society (CCS), Indian Register of Shipping (IRS), Korean Register of Shipping (KR), Lloyds Register of Shipping (LR), Nippon Kaiji Kyokai (NK), Russian Maritime Register of Shipping (RS), Registro Italiano Navale (RINA).

<sup>34</sup> K. Pike et al. (2011) "Global Sustainable Shipping Initiatives: Audit and Overview 2011. A report for WWF". Southampton Solent University, School of Maritime and Technology

λοιπόν, πως εκτός από τους επίσημους διεθνείς και κυβερνητικούς φορείς, οι νηογνώμονες συνθέτουν πλέον το θεσμικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο εξελίσσεται η βιώσιμη, πράσινη ανάπτυξη στη ναυτιλία.

*2.1.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΟΙΩΝ, ΣΥΜΒΑΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ (SHIP RECYCLING CONVENTION) ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΝΩΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ (INTERNATIONAL SHIP RECYCLING ASSOCIATION - ISRA)*

Στην 44<sup>η</sup> συνεδρίαση της MEPC (Marine Environment Protection Committee) του IMO (International Maritime Organization) που έγινε τον Μάρτιο του 2000, τέθηκαν οι βάσεις για την διερεύνηση του ζητήματος της διάλυσης και ανακύκλωσης πλοίων. Μια επιτροπή του IMO, ανέλαβε να εξετάσει τις πρακτικές που ακολουθούσε μέχρι τότε η βιομηχανία διάλυσης πλοίων και έδωσε προτάσεις σχετικά με το ρόλο του οργανισμού και το θεσμικό πλαίσιο που έπρεπε να υιοθετηθεί.

Μετά από έρευνα και διαβουλεύσεις, οι τελικές κατευθυντήριες γραμμές δόθηκαν στην 49<sup>η</sup> συνεδρίαση της MEPC τον Ιούλιο του 2003. Οι οδηγίες αυτές υιοθετήθηκαν με την απόφαση A.962(23) σχετικά με την ανακύκλωση πλοίων.

Η βιομηχανία ανακύκλωσης πλοίων, αν λειτουργήσει σωστά και στα πλαίσια διεθνών κανονισμών που τηρούνται από όλους τους ενδιαφερόμενους (πλοιοκτήτες, γυάρδες ανακύκλωσης, ανθρώπινο δυναμικό), είναι χωρίς αμφιβολία μια «πράσινη βιομηχανία». Υπολογίζεται ότι περίπου το 95-98% του άφορτου πλοίου είναι ανακυκλώσιμο. Βασική αρχή είναι ότι η διαδικασία ανακύκλωσης δημιουργεί μια σταθερή ροή παραγωγής χάλυβα ή άλλων μετάλλων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά. Για παράδειγμα, ο χάλυβας που προκύπτει από ανακύκλωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή άλλων εξαρτημάτων και απαιτεί λιγότερη κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με την παραγωγή από ακατέργαστα υλικά.

Σε κάθε περίπτωση, η βιομηχανία της ανακύκλωσης πλοίων δεν έχει φτάσει ακόμα στο επιθυμητό επίπεδο διότι σε μεγάλο βαθμό, η διαδικασία αυτή γίνεται συνήθως σε υποανάπτυκτες ή αναπτυσσόμενες χώρες (Ινδία, Βιετνάμ, Μπαγκλαντές, Κίνα). Για το λόγο αυτό, σε αρκετές περιπτώσεις δεν τηρούνται πλήρως οι σωστές πρακτικές και οι ανάλογοι περιβαλλοντικοί περιορισμοί. Την ευθύνη για την κατάσταση που επικρατεί στα διαλυτήρια πλοίων την έχει η εκάστοτε χώρα που

βρίσκονται οι εγκαταστάσεις. Ο IMO από την πλευρά του ενθαρρύνει όλους τους ενδιαφερομένους (stakeholders) να τηρούν τις σωστές διαδικασίες και να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων στις γυάρδες ανακύκλωσης πλοίων.

Οι αυξανόμενες ανησυχίες της διεθνούς ναυτιλιακής κοινότητας για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στους συγκεκριμένους χώρους και της προστασίας τους περιβάλλοντος, οδήγησαν στο να υιοθετηθεί η σύμβαση για την ανακύκλωση των πλοίων από τον IMO (Ship Recycling Convention) όπως επίσης και στην δημιουργία της διεθνούς ένωσης ανακύκλωσης πλοίων (International Ship Recycling Association-ISRA).

Η σύμβαση ανακύκλωσης πλοίων υιοθετήθηκε από τον IMO στο Hong Kong το 2009 σε ένα διπλωματικό συνέδριο<sup>35</sup>. Ο λόγος για την υπογραφή αυτής της σύμβασης ήταν η πώληση των πλοίων για διάλυση, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις περιείχαν επιβλαβείς ουσίες για το περιβάλλον<sup>36</sup>. Για το λόγο αυτό εκδηλώθηκαν πολλές ανησυχίες και αντιδράσεις σχετικά με τις συνθήκες εργασίας στους χώρους ανακύκλωσης των πλοίων, καθώς επίσης και για τις περιοχές γύρω από αυτά. Η Σύμβαση αυτή, ασχολείται με όλα τα θέματα που προκύπτουν και σχετίζονται με την ανακύκλωση των πλοίων, είτε πρόκειται για το σχεδιασμό τους, την κατασκευή, τη διαχείριση είτε την προετοιμασία των πλοίων, ώστε να διασφαλιστεί μια ομαλή διαδικασία ανακύκλωσης τους, χωρίς να γίνεται κανένας συμβιβασμός στην ασφάλεια<sup>37</sup>.

Σύμφωνα με τη σύμβαση, θεωρείται απαραίτητο, η διαδικασία των εγκαταστάσεων ανακύκλωσης να βρίσκεται σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Επιπλέον, τα πλοία τα οποία θα ανακυκλωθούν, οφείλουν να μεταφέρουν ένα πιστοποιητικό απογραφής (Green passport) επικίνδυνων ουσιών, των οποίων η εγκατάσταση ή χρήση, απαγορεύεται στους χώρους ανακύκλωσης. Πέρα από αυτό, τα πλοία υποχρεούνται να φέρουν πιστοποιητικά που να αποδεικνύουν πως έχουν περάσει ειδικές επιθεωρήσεις, καθώς επίσης και μια τελική επιθεώρηση πριν τη διαδικασία της ανακύκλωσης.

---

<sup>35</sup>Hong Kong 11-15 May 2009

<sup>36</sup> Βαριά μέταλλα , αμιάντος, οξοδιαλυτές ουσίες κτλ.

<sup>37</sup> O. Kristian et al. (2011) “Yearbook of International Environmental Law 2009”. pp. 307.

Από την άλλη μεριά, οι εγκαταστάσεις ανακύκλωσης πρέπει να παρέχουν το σχέδιο ανακύκλωσης πλοίου, που να περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η ανακύκλωση. Το σχέδιο αυτό εξαρτάται από τα μέρη του πλοίου και το έγγραφο απογραφής. Τα συμβαλλόμενα μέρη πρέπει να πάρουν αποτελεσματικά μέτρα, έτσι ώστε να διασφαλιστεί πως η διαδικασία της ανακύκλωσης θα πραγματοποιηθεί βάσει της υποκείμενης σύμβασης. Η επιτροπή προστασίας θαλασσίου περιβάλλοντος (MEPC) υιοθέτησε αμέσως τη νέα σύμβαση και εξέδωσε οδηγίες σχετικά με την απογραφή των επιβλαβών ουσιών. Η απογραφή αυτή παρέχει ουσιαστικά συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με τα επιβλαβή υλικά που ενδεχομένως βρίσκονται πάνω στο πλοίο.

Μια πρόσφατη εξέλιξη, η οποία έχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της βιομηχανίας ανακύκλωσης πλοίων είναι η ίδρυση της Διεθνούς Ένωσης ανακύκλωσης πλοίων, αποκαλείται ως η «φωνή» των πράσινων εταιρειών ανακύκλωσης. Στόχος της είναι η προώθηση της αειφόρου ανακύκλωσης και έχει ως σκοπό την αλλαγή της εικόνας των εταιρειών διάλυσης<sup>38</sup>. Τα μέλη της ένωσης προκειμένου να παραμείνουν σε αυτή, πρέπει να ακολουθούν τους κανονισμούς και να πληρούν τις προϋποθέσεις που έχει θέσει η ίδια για τα μέλη της. Για παράδειγμα, τα μέλη πρέπει να αναβαθμίσουν τις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης σύμφωνα με τα πρότυπα που έχει θέσει η ISRA, ενώ παράλληλα πρέπει να αναλάβουν δεσμεύσεις για την πραγματοποίηση επενδύσεων σε περίπτωση που κάτι τέτοιο κριθεί αναγκαίο από την Ένωση.<sup>39</sup>

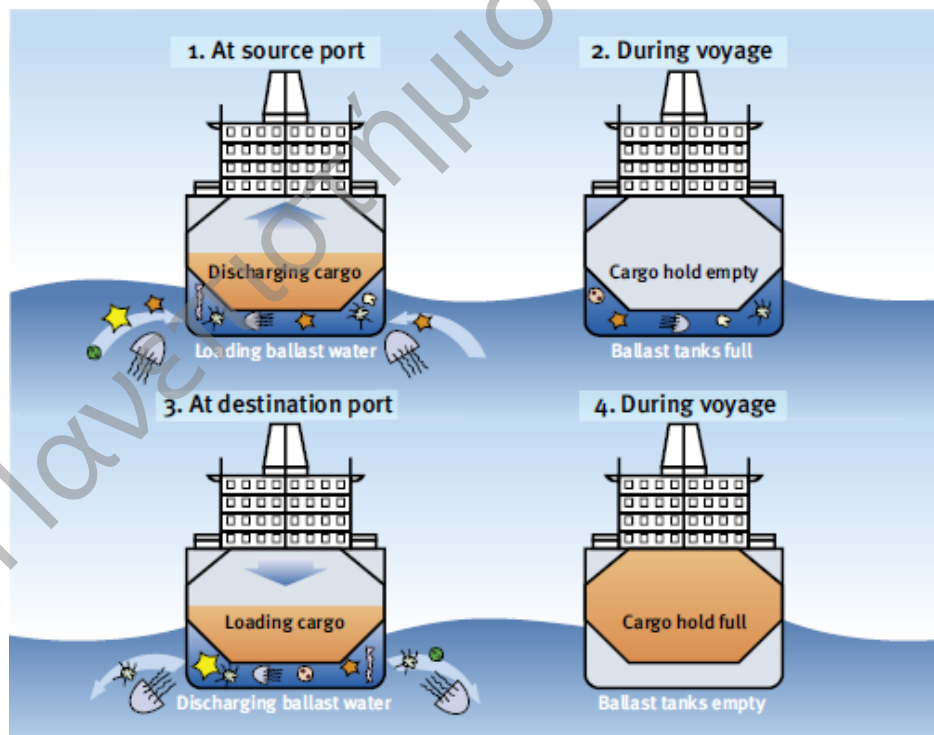
#### *2.1.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ (BALLAST WATER MANAGEMENT CONVENTION)*

Προκειμένου το πλοίο να έχει ασφαλή πλεύση κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού, είτε είναι έμφορτο είτε άφορτο, χρησιμοποιεί το θαλασσίνο νερό ως μέσο που θα του προσδώσει ευστάθεια. Αυτό επιτυγχάνεται με την άντληση του νερού μέσω των

<sup>38</sup> ISRA. on line:I.S.R.A.<<http://www.isra-dis.nl/>>

<sup>39</sup> James Mc Farlane, (2008) “Address Speech on 3<sup>rd</sup> International Intercessional Meeting of the IMO Working Group on Ship Recycling in Nantes”, France (21-25January 2008) I.S.R.A. <[http://www.isradis.com/documents/Speech%20by%20member%20Kames\\$20McFarlane.pdf](http://www.isradis.com/documents/Speech%20by%20member%20Kames$20McFarlane.pdf)>

αναρροφήσεων έρματος (sea chests) που βρίσκονται στον πυθμένα του πλοίου. Το νερό εισέρχεται στις δεξαμενές ζυγοστάθμισης (ballast tanks) ώστε ανάλογα με την κατανομή φορτίου και βαρών να βελτιώνεται η εγκάρσια ευστάθεια, η ελκτικότητα και η πρόωση του πλοίου. Η κατανάλωση καυσίμου από τις μηχανές όπως και η κατανάλωση φρέσκου νερού για τις ανάγκες του πληρώματος ή άλλες χρήσεις, αντισταθμίζονται από το θαλάσσιο έρμα ώστε τα βυθίσματα του πλοίου (πρωραίο, πρυμναίο και μέσο βύθισμα<sup>40</sup>) να είναι στις κατάλληλες τιμές που έχει επιλέξει ο πλοίαρχος και διασφαλίζουν την ευστάθεια. Το θαλάσσιο έρμα επίσης μειώνει τις δυνάμεις που ασκούνται στο εσωτερικό περίβλημα του πλοίου κυρίως λόγω του φορτίου, αλλά και στο εξωτερικό λόγω της πίεσης που ασκεί το νερό της θάλασσας. Για να γίνει κατανοητό το πώς λειτουργεί το έρμα για την ασφαλή πλεύση, μπορούμε να δούμε στο παρακάτω σχήμα την διαδικασία σε σχέση με τα διάφορα στάδια του ταξιδιού του πλοίου, δηλαδή στο λιμάνι εκφόρτωσης φορτίου, κατά τη διάρκεια του ταξιδιού χωρίς φορτίο, στο λιμάνι προορισμού και κατά τη διάρκεια του ταξιδιού με φορτίο.



<sup>40</sup> Βύθισμα: Είναι γενικά η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της ισάλου του πλοίου και του κατώτατου επιπέδου της τρόπιδας σε οποιοδήποτε σημείο κατά μήκος του πλοίου.

**Εικόνα 5: Τα στάδια κυκλοφορίας του θαλάσσιου έρματος σε σχέση με την φόρτωση και εκφόρτωση φορτίου.**

Πηγή: European Marine Equipment Council, (April 2010), “Green Ship Technology Book”, 2<sup>nd</sup> edition, page 21

Ένα σημαντικό πρόβλημα που προκύπτει από την χρήση του θαλασσινού νερού ως έρμα και έχει αντίκτυπο τόσο στα οικοσυστήματα όσο και στην οικονομία, είναι το γεγονός ότι κατά την εισροή υδάτων στις δεξαμενές ζυγοστάθμισης των πλοίων, ταυτόχρονα εισέρχονται και μικροοργανισμοί, μικρόβια, βακτήρια και άλλα ασπόνδυλα. Αυτοί οι μικροοργανισμοί οι οποίοι βρέθηκαν εντός του πλοίου σε μια περιοχή του πλανήτη, αν καταφέρουν να επιβιώσουν, θα έχουν ταξιδέψει ενδεχομένως πολλές χιλιάδες μίλια μακριά και θα εισέρθουν, μέσω της απόρριψης του νερού, σε ένα άλλο θαλάσσιο περιβάλλον. Η επιθετική εισβολή υδρόβιων οργανισμών, επηρεάζει το τοπικό οικοσύστημα, προκαλώντας βλάβες στη βιοποικιλότητα, στη χλωρίδα και την πανίδα, με αποτέλεσμα, να υπάρχουν εν συνεχεία παρενέργειες στην αλιεία και την παράκτια οικονομική δραστηριότητα όπως ο τουρισμός.

Υπολογίζεται ότι περίπου 3-10 δισεκατομμύρια τόνοι νερού θαλασσέματος μεταφέρονται το χρόνο σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ 5,5 εκατομμύρια λίτρα την ώρα ρίχνονται πίσω στη θάλασσα<sup>41</sup>.

Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε μερικά παραδείγματα από υδρόβιους «εισβολείς» που μεταφέρθηκαν μέσω του έρματος και τα προβλήματα που προκάλεσαν στο περιβάλλον.

<b>ΟΝΟΜΑ</b>	<b>ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕΣΩ ΕΡΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ</b>
Cholera (Vibrio Cholerae)	Διάφορα στελέχη με πολλές περιοχές προέλευσης	Νότιος Αμερική, Κόλπος του Μεξικό και άλλες περιοχές	Κάποιες επιδημίες χολέρας συνδέονται απευθείας με το θαλάσσιο έρμα

<sup>41</sup> Σακελλαριάδου Φ. (2013), «Ρύπανση και Ναυτιλία»  
<https://eclass.unipi.gr/modules/document/document.php?course=NAS118&openDir=/4adde4a4tzmc>, τελευταία επίσκεψη 11/09/2014



Cladoceran Water Flea (Cercopagis Pengoi)	Μαύρη και Κασπία θάλασσα	Βαλτική θάλασσα	Αναπαράγεται για να σχηματίσει μεγάλους πληθυσμούς οι οποίοι κυριαρχούν επί του ζωοπλαγκτόν και φράζει τα δίχτυα ψαρέματος από τις τράτες με επακόλουθες οικονομικές επιπτώσεις
Mitten Crab (Eiocheir Pengoi)	Βόρεια Ασία	Δυτική Ευρώπη, Βαλτική θάλασσα και Δυτική ακτή της Βόρειας Αμερικής	Μεταναστεύει μαζικά για λόγους αναπαραγωγής. Φωλιάζει στις όχθες ποταμών προκαλώντας διάβρωση και προσχώσεις. Τρέφεται με γτόπια ψάρια και ασπόνδυλα είδη προκαλώντας εξαφανίσεις τοπικών ειδών, κατά την διάρκεια δικής του πληθυσμιακής έκρηξης. Επηρεάζει την αλιεία.
Toxic Algae	Διάφορα στελέχη με πολλές περιοχές προέλευσης	Πολλά είδη έχουν μεταφερθεί σε νέες περιοχές μέσω του θαλασσίου έρματος των πλοίων	Σχηματίζει επιβλαβείς αποικίες. Ανάλογα με τα είδη, μπορεί να προκαλέσει μαζική καταστροφή της θαλάσσιας ζωής μέσω της μείωσης του οξυγόνου και της απελευθέρωσης τοξινών και βλεννών. Μπορεί να μολύνει τις παραλίες και να έχει επιπτώσεις στον τουρισμό. Κάποια είδη μπορεί να μολύνουν τα φίλτρα σίτισης των οστρακοειδών και να προκαλέσουν καταστροφή των ψαρότοπων. Η κατανάλωση μολυσμένων οστρακοειδών από τους ανθρώπους μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ασθένειες ή θάνατο.
Round Goby (Neogobius Melanostomus)	Μαύρη θάλασσα, Αζοφική και Κασπία	Βαλτική θάλασσα και Βόρειος Αμερική	Δεισδύει και προσαρμόζεται εύκολα σε καινούριο περιβάλλον. Αναπαράγεται σε μεγάλους αριθμούς και εξαπλώνεται γρήγορα. Ανταγωνίζεται για τροφή με τα γτόπια ψάρια συμπεριλαμβανομένων και των εμπορικώς σημαντικών ειδών και τρώει τα αυγά και τα μικρά τους. Γεννά πολλές φορές το χρόνο και επιβιώνει σε νερά κακής ποιότητας.
North American Comb Jelly (Mnemiopsis Leidy)	Ανατολική ακτή της Αμερικανικής ηπείρου	Μαύρη θάλασσα, Αζοφική και Κασπία	Αναπαράγεται ραγδαία (ερμαφρόδιτο που αυτογονιμοποιείται) κάτω από κατάλληλες συνθήκες. Τρέφεται υπερβολικά με

			ζωοπλαγκτόν, εξαντλεί τα αποθέματα ζωοπλαγκτόν μεταβάλλοντας την τροφική αλυσίδα και την λειτουργία του οικοσυστήματος. Συνέβαλλε σημαντικά στην κατάρρευση της αλιείας στην Μαύρη και Αζοφική θάλασσα τη δεκαετία του 1990 με τεράστιο οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο. Στις μέρες μας απειλεί με παρόμοιο αντίκτυπο και την Κασπία θάλασσα.
North Pacific Sea star (Asterias Amurensis)	Βόρειος Ειρηνικός	Νότια Αυστραλία	Αναπαράγεται σε πολύ μεγάλους αριθμούς φτάνοντας σε πολύ μεγάλα επίπεδα στα οικοσυστήματα που πλήττονται. Τρέφεται με οστρακοειδή, συμπεριλαμβανομένων και των υψηλής εμπορικής αξίας χτενιών, στρειδιών και μυδιών.
Zebra Mussel (Dreissena Polymorpha)	Ανατολική Ευρώπη (Μαύρη θάλασσα)	Δυτική και Βόρεια Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένης της Ιρλανδίας και της Βαλτικής θάλασσας και το Ανατολικό μισό της Βόρειας Αμερικής	Επικάθεται σε όλες τις σκληρές επιφάνειες σε μαζικούς αριθμούς. Εκτοπίζει την ντόπια υδρόβια ζωή, τροποποιώντας το οικοσύστημα και την τροφική αλυσίδα. Προκαλεί σοβαρά προβλήματα επικάθισης σε κατασκευές και πλοία. Φράζει σωλήνες αναρρόφησης, υδατοφράκτες και αρδευτικούς τάφρους. Οικονομικά, κόστισε μόνο στις ΗΠΑ περίπου 750 εκατομμύρια με 1 δις δολάρια μεταξύ των ετών 1989 και 2000.
Asian Kelp (Undaria Pinnatifida)	Βόρεια Ασία	Νότια Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία, Δυτική ακτή των Ηνωμένων Πολιτειών, Ευρώπη και Αργεντινή	Μεγαλώνει και εξαπλώνεται ραγδαία τόσο ως φυτό όσο και με την διασπορά σπόρων. Εκτοπίζει τα ντόπια ψάρια και την τροφική αλυσίδα. Μπορεί να επηρεάσει τα αποθέματα εμπορεύσιμων οστρακοειδών εκτοπίζοντας τα από το φυσικό τους περιβάλλον.

**Πίνακας 3: Παραδείγματα υδρόβιων ετεροχθόνων οργανισμών που προκάλεσαν τεράστιο περιβαλλοντικό αντίκτυπο.**

Πηγή: European Marine Equipment Council, (April 2010), “Green Ship Technology Book”, 2<sup>nd</sup> edition, pp. 21

Η επιστημονική κοινότητα ήδη από τη δεκαετία του 1970 είχε εντοπίσει το πρόβλημα. Ωστόσο μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 1980 η επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (MEPC) του IMO ασχολήθηκε ενεργά με το θέμα προκειμένου να προτείνει λύσεις. Αρχικά ο IMO υιοθέτησε την απόφαση MEPC 50(31) το 1991, η οποία έδινε κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με την αντιμετώπιση της μεταφοράς μέσω του έρματος των πλοίων, μικροοργανισμών και άλλων ειδών επικίνδυνων για το περιβάλλον. Στη συνέχεια, τον Νοέμβριο του 1993 στη συνέλευση του IMO υιοθετήθηκε η απόφαση A.774(18) η οποία με τη σειρά της αναθεώρησε την προηγούμενη απόφαση. Οι προσπάθειες για την δημιουργία ενός θεσμικού πλαισίου το οποίο ακολουθούσε τις εξελίξεις και θα οδηγούσε σε μια διεθνή συνθήκη, κατέληξε στην απόφαση A.868(20) που με τη σειρά της έδινε οδηγίες σχετικά με την μεταφορά ξενικών ειδών σε θαλάσσια οικοσυστήματα<sup>42</sup>. Μετά από 14 χρόνια διαπραγματεύσεων μεταξύ των κρατών μελών του IMO, υιοθετήθηκε η διεθνής σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος (International Convention for the Control and Management of Ship’s Ballast Water and Sediments) στο Λονδίνο τον Φεβρουάριο του 2004.

Η Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, η οποία δεν έχει τεθεί ακόμα σε εφαρμογή, καθιερώνει ένα επίπεδο κανονισμών για συγκεκριμένους τύπους πλοίων, που μεταφέρουν έρμα. Μεταξύ άλλων τα πλοία υποχρεούνται να φέρουν μαζί τους καθ’όλη τη διάρκεια του ταξιδιού τους ένα σχέδιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, το αρχείο ιστορικού θαλάσσιου έρματος και να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του πλάνου διαχείρισης θαλάσσιου έρματος. Τα πλοία που χρησιμοποιούν την μέθοδο ανταλλαγής θαλάσσιου έρματος, δεν επιτρέπεται να ξεφορτώνουν το έρμα σε απόσταση μικρότερη των 200 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη στεριά<sup>43</sup>.

---

<sup>42</sup>IMO, (2011) “Ballast Water Management”, [www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx](http://www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx) τελευταία επίσκεψη: 11/09/2014

<sup>43</sup>L.Kurukulasuriya, N.A. Robinson, (2006). “Training manual on international environmental Law”. pp. 238.

## 2.2 ΦΟΡΕΙΣ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΥΝ ΣΤΗΝ ΠΡΑΣΙΝΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Ένας σχετικά νέος φορέας δημιουργήθηκε αναλαμβάνοντας τον κλάδο των επιθεωρήσεων (Green Award Organization). Ο οργανισμός αυτός ιδρύθηκε ως συνεργασία του Υπουργείου Μεταφορών της Ολλανδίας με το λιμάνι του Rotterdam. Είναι ένα ανεξάρτητο όργανο, το οποίο πλέον έχει παγκόσμια εμβέλεια και λειτουργεί καλύπτοντας ολόκληρο τον κόσμο. Ο σκοπός της δημιουργίας του είναι ουσιαστικά η πιστοποίηση των πλοίων τα οποία υπάγονται στα νέα κριτήρια ποιότητας. Το λεγόμενο «Πράσινο Πιστοποιητικό» έχει συμπληρωματικό ρόλο ως προς τα θεσμικά όργανα που διέπονται από τον IMO. Τα πιστοποιητικά αυτά, τα οποία πληρώνονται από τους πλοιοκτήτες και τα οποία επανεξετάζονται κάθε τρία χρόνια, ουσιαστικά παρέχουν στους κατόχους τους πιστοποίηση ποιότητας σε ότι αφορά την ποιότητα του προσωπικού, τη διοίκηση και τα μηχανικά μέρη. Με αυτό τον τρόπο ο πλοιοκτήτης επωφελείται, μειώνοντας το κόστος αφού με το πιστοποιητικό αυτό, υπόκειται σε λιγότερες επιθεωρήσεις από τρίτα όργανα. Επιπλέον τα πιστοποιημένα πλοία έχουν μια σημαντική έκπτωση στα τέλη για παρεχόμενες υπηρεσίες στους λιμένες<sup>44</sup>.

Άλλος ένας φορέας πιστοποίησης πράσινων πλοίων αναπτύχθηκε από την World Ports Climate Initiative. Τα πιο σημαντικά λιμάνια παγκοσμίως, έχουν επικεντρωθεί στη μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ενώ παράλληλα υποστηρίζουν τον ρόλο τους ως οικονομικά και εμπορικά κέντρα. Η πρόθεση τους είναι να συνεργάζονται με τα πλοία για τη στήριξη των μέτρων για τη μείωση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα.

Ένα από τα προγράμματα της WPCI είναι η ανάπτυξη ενός δείκτη με πλοία φιλικά προς το περιβάλλον (Environmental Ship Index - ESI). Ο δείκτης αυτός προσδιορίζει ποια ποντοπόρα πλοία έχουν μειώσει τις εκπομπές αερίων ρύπων περισσότερο από ότι απαιτείται από τα τρέχοντα πρότυπα για τις εκπομπές που έχει θέσει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός.

Ο ESI αξιολογεί το ποσό των οξειδίων του αζώτου (NOx), των οξειδίων του θείου (SOx) που απελευθερώνονται από ένα πλοίο και περιλαμβάνει ένα σύστημα

---

<sup>44</sup> H. Stevens. (2009) “The Institutional Position of Seaports: An International Comparison”. σελ.76.

υποβολής εκθέσεων σχετικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του πλοίου. Ο ESI είναι μια ένδειξη της περιβαλλοντικής επίδοσης των ποντοπόρων πλοίων και βοηθάει στον εντοπισμό καθαρότερων πλοίων.<sup>45</sup>

### 2.3 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΘΕΙ ΕΝΑ ΠΛΟΙΟ ΩΣ ΠΡΑΣΙΝΟ

Ο χαρακτηρισμός ενός πλοίου ως “πράσινο”, εξαρτάται κυρίως από την “πράσινη” σχεδίαση του. Τα πλοία πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να είναι δυνατόν να προκαλούν την ελάχιστη επίδραση στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της κατασκευής, της λειτουργίας και της διάλυσης τους. Τα κύρια χαρακτηριστικά για την «πράσινη» σχεδίαση είναι η ελάχιστη κατανάλωση υλικών και ενέργειας και η σημαντικά μειωμένη ρύπανση που προκαλεί στο περιβάλλον τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη λειτουργία του. Επίσης το πράσινο πλοίο αποτελείται από ανακυκλώσιμα μέρη, ενώ η συντήρησή του γίνεται με επίσης ανακυκλώσιμα ανταλλακτικά. Μετά την απόσυρση και διάλυση των πλοίων υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υλικών. Όλα τα παραπάνω συνιστούν τα χαρακτηριστικά ενός πράσινου πλοίου. Επιπλέον ένα ακόμα χαρακτηριστικό αυτού του τύπου πλοίων, είναι η χαμηλή κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και οι χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με την Διάσκεψη του IMO τον Φεβρουάριο του 2004 στο Λονδίνο, ένα πλοίο προκειμένου να χαρακτηριστεί ως «πράσινο» πρέπει να συγκεντρώνει πέραν των ανωτέρω και τα εξής χαρακτηριστικά<sup>46</sup>.

- Αξιοποίηση σχεδίου διαχείρισης του θαλασσιού έρματος
- Να μπορεί να διατηρήσει ένα αξιόπιστο αρχείο για τις διαδικασίες διαχείρισης του θαλασσιού έρματος
- Να μπορεί να πραγματοποιήσει διαδικασίες διαχείρισης θαλάσσιου έρματος, κάτω από συγκεκριμένες προδιαγραφές.

---

<sup>45</sup> <http://www.environmentalshipindex.org/Public/Home> [τελευταία επίσκεψη: 10/10/2014]

<sup>46</sup> A.G. Spyrou. (2010) “Global Climate Change and the Shipping Industry”. pp. 229

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

#### 3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Οι λόγοι για την αναγκαιότητα ναυπήγησης ενός πράσινου πλοίου ποικίλουν και είναι βέβαιο πως αφορούν σε περισσότερους του ενός τομείς της οικονομικής δραστηριότητας. Πρώτα από όλα πρέπει να αναφερθεί πως είναι εμφανής η τάση που εμφανίζεται στο Διευρωπαϊκό Δίκτυο Μεταφορών (TEN) με βάση την οποία είναι κάτι παραπάνω από επιτακτική η ανάγκη της μείωσης των επιπτώσεων των θαλάσσιων μεταφορών στο περιβάλλον. Προς αυτή την κατεύθυνση βρίσκεται και το ετήσιο πρόγραμμα εργασίας του Marco Polo για το 2012, το οποίο δίνει προτεραιότητα σε θαλάσσιες μεταφορές μικρών αποστάσεων στις οποίες εφαρμόζονται καινοτόμες τεχνολογίες ή επιχειρησιακές πρακτικές, οι οποίες συντελούν στη σημαντική μείωση των εκπομπών των θαλάσσιων μεταφορών.

Η ολοένα και αυξανόμενη τιμή των καυσίμων καθιστά αναγκαία την προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ παράλληλα η περιβαλλοντική απειλή αποτελεί έναν από τους κύριους άξονες προς την αλλαγή αυτή, που οδηγεί στην ναυπήγηση «πράσινων πλοίων». Οι παραπάνω λόγοι, δηλαδή η κλιματική αλλαγή, η αύξηση της τιμής του πετρελαίου, αποτέλεσαν την κινητήρια δύναμη της ανάπτυξης της ναυπηγικής βιομηχανίας προς την κατεύθυνση της πράσινης ναυπήγησης και της χρήσης εναλλακτικών καυσίμων. Επιπλέον, οι απαιτήσεις ασφάλειας αποτελούν έναν ακόμα λόγο για τον οποίο η βιομηχανία στρέφεται σε περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον πλοία.

Είναι εμφανές λοιπόν πως η ναυπήγηση ενός πράσινου πλοίου, έχει ως σκοπό τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος της ναυτιλίας, σε παγκόσμιο επίπεδο, μέσω της μείωσης των αέριων ρύπων (δραστική μείωση εκπομπών SO<sub>x</sub>, σημαντική μείωση εκπομπών NO<sub>x</sub> και σωματιδίων, μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου) ενώ παράλληλα, αποσκοπεί στην εξοικονόμηση πόρων και την βιώσιμη ανάπτυξη.

### 3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Η σχεδίαση ενός πλοίου, είναι μια πολύπλοκη διαδικασία στην οποία πρέπει να συνεργαστούν πολλοί εξειδικευμένοι άνθρωποι διαφόρων ειδικοτήτων όπως ναυπηγοί, μηχανολόγοι, μηχανικοί, ηλεκτρολόγοι και σχεδιαστές. Είναι μια εργασία που απαιτεί ομαδική δουλειά και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από διαφορετικούς παράγοντες και παραμέτρους. Οι κανονισμοί των νηογνομόνων από την άλλη, δημιουργούν μια σειρά από περιορισμούς, απαραίτητους όμως για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι για να ικανοποιήσουμε μια απαίτηση, κάποια άλλη δεν θα εκπληρωθεί εξ' ολοκλήρου.

Ειδικά για την περίπτωση των πράσινων πλοίων και λόγω των περιορισμών που αναφέρθηκαν, δεν είναι πάντοτε δυνατό να επιτύχουμε στο μέγιστο βαθμό τα οφέλη που απορρέουν από την χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ναυτιλιακή και η ναυπηγική βιομηχανία έχει λάβει γνώση για τα μέτρα τα οποία πρέπει να ληφθούν προκειμένου να αντιμετωπίσουν το ζήτημα της μείωση αερίων εκπομπών (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>) και της θαλάσσιας ρύπανσης. Είναι γεγονός πάντως πως για όσο τα εμπορικά πλοία θα καταναλώνουν υδρογονάνθρακες για να παράγουν ενέργεια για την λειτουργία τους, θα συνεχίζεται η ρύπανση της ατμόσφαιρας<sup>47</sup>. Έτσι γίνεται σαφές πως ο εταιρείες της βιομηχανίας σε συνδυασμό με τα ναυπηγεία έχουν επιτείνει την προσπάθεια τους ούτως ώστε να συμβάλλουν στο σχεδιασμό και τη λειτουργία πλοίων με μειωμένες εκπομπές αερίων και μειωμένο οικολογικό αποτύπωμα.

#### *3.2.1 ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΟ ΚΟΣΜΟ ΠΟΥ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ*

Παραδοσιακά, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, ναυπηγεία στην Ιαπωνία καθώς επίσης και μερικά ακόμα τα οποία δραστηριοποιούνται στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Ασίας και της Άπω Ανατολής έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν όλο και περισσότερο την ναυπήγηση πράσινων πλοίων. Πέρα από τα ναυπηγεία Βόρειο ευρωπαϊκών χωρών όπως η Δανία και Σκανδιναβικές χώρες, πρέπει να

<sup>47</sup>Spyrou A.G. (2010). “Global Climate Change and the Shipping Industry” pp. 219.

τονίσουμε στο σημείο αυτό πως οι πιο σημαντικές πρωτοβουλίες σε ότι αφορά την πράσινη ναυπήγηση λαμβάνονται από ναυπηγεία ασιατικών χωρών. Τα ναυπηγεία της Νοτίου Κορέας όπως για παράδειγμα το Hyundai Mipo<sup>48</sup> στο Ulsan, δραστηριοποιούνται σημαντικά στην κατασκευή πράσινων πλοίων, καθώς συμμορφώνονται με τις διατάξεις και τις οδηγίες του IMO για τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου, ενώ μειώνει σημαντικά την εκπομπή ρύπων των ναυπηγείων της.<sup>49</sup>

Στην Ιαπωνία ένα από τα σημαντικότερα ναυπηγεία, το οποίο συγκεντρώνει δραστηριότητες ναυπήγησης πράσινων πλοίων είναι το ναυπηγείο Imabari<sup>50</sup>. Τα ναυπηγεία της Daewoo στην Κορέα έχουν στραφεί επίσης στη ναυπήγηση eco-friendly πλοίων. Ναυπηγώντας τη σειρά πλοίων εμπορευματοκιβωτίων για λογαριασμό της Maersk<sup>51</sup>, τα οποία θα παράγουν 20% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα ανά μεταφερόμενο container, το ναυπηγείο θέτει τις βάσεις για τη ναυπήγηση οικολογικών πλοίων, που δεν επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον<sup>52</sup> ενώ χρησιμοποιεί πράσινες τεχνολογίες μειώνοντας έτσι τα κόστη λειτουργίας του πλοίου.

### 3.2.2 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: “GREEN SHIP OF THE FUTURE”

Το πρόγραμμα “green ship of the future” είναι μια κοινή ερευνητική και βιομηχανική προσπάθεια η οποία ξεκίνησε από την Δανία και αποσκοπεί στο να αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες και μέθοδοι, οι οποίες θα έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση των αερίων ρύπων που προκαλεί η ναυτιλία. Μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες της χώρας, όπως η Aalborg Industries, η A.P. Moller-Maersk, MAN Diesel και το ναυπηγείο Odense Steel Shipyard ξεκίνησαν το πρόγραμμα το οποίο περιλαμβάνει

---

<sup>48</sup>Top 10 Shipbuilding Companies in the World 2012 (2012).

<http://www.marineinsight.com/marine/marine-news/headline/top-10-shipbuilding-companies-in-the-world-in-2012/>>

<sup>49</sup>OECD (2011), “Green Growth in Korea” July 2011.

<http://www.oecd.org/sti/industryandglobalisation/48328071.pdf>>

<sup>50</sup>Το ναυπηγείο πρόσφατα εγκαινίασε μια νέα σειρά πλοίων χύδην φορτίου, φιλικά προς το περιβάλλον, τη σειρά “I-STAR”

<sup>51</sup>Maersk AAA Vessels

<sup>52</sup>Dasgupta S. (2011) “Maersk’s Triple-E Vessels: The World’s Largest Container Ships Might Change the Face of Shipping Industry”.

<http://www.marineinsight.com/sports-luxury/futuristic-shipping/maersk%E2%80%99s-triple-e-vessels-the-worlds-largest-container-ships-might-change-the-face-of-shipping-industry/>



έρευνα, ανάπτυξη, επίδειξη νέων τεχνολογιών, καινοτομίες, εκπαίδευση και επέκταση της υφιστάμενης γνώσης.<sup>53</sup>

Σε παρουσίαση του προγράμματος που έγινε στον Πειραιά στις 23 Ιουνίου του 2009 από τον Christian Schack εκτέθηκαν οι τέσσερις βασικοί τομείς όπου οι εταιρείες έχουν εστιάσει το ερευνητικό τους έργο. Οι τομείς αυτοί είναι: μηχανολογικά μέρη του πλοίου, πρόωση, λειτουργία του πλοίου και logistics. Η οργανωμένη προσπάθεια αυτών των εταιρειών αποσκοπεί στην ανάπτυξη των απαραίτητων τεχνολογιών και μέσων ώστε να μειωθούν οι εκπομπές που προέρχονται από τη ναυτιλία, τόσο για υφιστάμενα όσο και για νεότευκτα πλοία ως ακολούθως:

- Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 30%
- Μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub> κατά 90%
- Μείωση των εκπομπών SO<sub>x</sub> κατά 90%

Αυτή τη στιγμή στο “Green Ship of the Future” συμμετέχουν περίπου 40 συνεργάτες οι οποίοι είναι είτε εταιρείες σχετικές με τη ναυτιλία, είτε πανεπιστήμια και εθνικές αρχές που επιθυμούν να συμμετέχουν.

Στο πρόγραμμα αυτό μπορούν να συμμετάσχουν όλοι οι οργανισμοί και οι εταιρείες, που το επιθυμούν αρκεί να πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Οι συμμετέχοντες πρέπει να είναι πρόθυμοι να συνεργαστούν και να συνεισφέρουν στην ομάδα της διαχείρισης του προγράμματος.
- Οι συμμετέχοντες να έχουν σχέση ή κοντινά συμφέροντα με δανέζικη εταιρεία ή οργανισμό
- Το πρόγραμμα να παραμείνει προσανατολισμένο στην προσπάθεια μείωσης των αερίων εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του θείου και με αυτό το σκοπό να αναπτύσσει την ανάλογη τεχνολογία.

Προς την κατεύθυνση της μείωσης των αερίων εκπομπών οι δράσεις του προγράμματος επικεντρώνονται στις εξής κατηγορίες:

- Μηχανολογικά μέρη του πλοίου
- Πρόωση τω πλοίων
- Λειτουργία
- Logistics

---

<sup>53</sup> Περιοδικό Green Ship Magazine (2009), “Green Ship of the Future” σελ. 5

Ο συντονισμός του προγράμματος γίνεται από το Κέντρο Ναυτιλιακής Τεχνολογίας Δανίας (DCMT) ενώ η χρηματοδότηση του εγχειρήματος γίνεται από το Danish Maritime Foundation.

### 3.3 ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ναυπηγική βιομηχανία τόσο σε κατασκευαστικό αλλά και σε διοικητικό επίπεδο εκμεταλλεύεται τις νέες τεχνολογίες, έτσι ώστε να διασφαλίσει πως τα νεότευκτα πλοία έχουν όσο το δυνατό μικρότερη επίδραση στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Ο σχεδιασμός ενός πλοίου αποτελεί ένα δύσκολο έργο καθώς πρέπει να είναι σε συνάρτηση με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς και την αντίστοιχη νομοθεσία. Προς αυτή την κατεύθυνση, αρκετές τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί με σκοπό να συνδράμουν στη ναυπήγηση ενός «Πράσινου Πλοίου», οι οποίες δε θα συμμορφώνονται απλώς με τους νέους περιβαλλοντικούς κανόνες αλλά επίσης, θα συντελούν στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος του νέου πλοίου.

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση που προέρχεται από τη ναυτιλία είναι δυνατόν σε μεγάλο βαθμό να αντιμετωπιστεί διότι στις μέρες μας υπάρχουν πολλές τεχνολογικές λύσεις. Κατά συνέπεια είναι δυνατόν να υπάρχει θετικός αντίκτυπος στο περιβάλλον από την χρήση τους. Φυσικά υπάρχει η δυνατότητα, μέσα από καινοτομίες και περαιτέρω έρευνα να αναπτυχθούν πιο αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις που θα ενσωματωθούν στα καινούρια πλοία.

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια σύντομη περιγραφή των κυριότερων νέων τεχνολογικών εγχειρημάτων που λαμβάνουν χώρα στην ναυπηγική βιομηχανία και θα κάνουμε μια ομαδοποίηση με βάση την οποία θα αναλύσουμε εκτενέστερα την κάθε πράσινη τεχνολογία. Η ομαδοποίηση αυτή φαίνεται στον Πίνακα 4 και χωρίζεται σε πέντε κατηγορίες που αφορούν κατά σειρά, το περιβάλλον, την εξοικονόμηση ενέργειας, τις «καθαρές» ναυτικές μηχανές, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ασφάλεια.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ
Μείωση των εκπομπών NOx σε ναυτικές μηχανές	Βελτιστοποίηση της μορφής της γάστρας του πλοίου	Χρήση διπλού καύσιμου στα πλοία	Βιοκαύσιμα και Πυρηνική ενέργεια στα πλοία	Αποτελεσματική χάραξη θαλάσσιας πορείας και μείωση κατανάλωσης καυσίμου
Υφαλοχρώματα φιλικά προς το περιβάλλον	Μείωση των εκπομπών αερίων μέσω της ανακυκλοφορίας αέριων ρύπων (EGR systems)	Συστήματα ανάκτησης χρήσης απολλυμένης θερμότητας	Κυψέλες καυσίμων	Έλεγχος επιδόσεων του πλοίου και βελτιστοποίηση της διαγωγής
Θαλάσσιο έρμα	Μείωση της τριβής	Χρήση LNG ως καύσιμο	Αιολική ενέργεια	
Υπεραγωγιμότητα	Μείωση της ταχύτητας του πλοίου	Προσθήκη νερού στα καύσιμα	Ηλιακή ενέργεια	
		Φίλτρα καθαρισμού καυσαερίων		

**Πίνακας 4. Ομαδοποίηση πράσινων τεχνολογιών στη Ναυτιλία.**

Πηγή: Suak Ho Van, “Recent Technology Trends on Green Ships”, Maritime and Ocean Engineering research Institute (MOERI), 2012

### 3.3.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ως προς το περιβάλλον, υπάρχουν μια σειρά από πράσινες τεχνολογίες οι οποίες αφορούν την μείωση των εκπομπών NOx, τα υφαλοχρώματα φιλικά προς το

περιβάλλον, το θαλάσσιο έρμα και την υπεραγωγιμότητα οι οποίες αναλύονται παρακάτω.

### 3.3.1.1 ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ NO<sub>x</sub> ΣΤΙΣ ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Τα πλοία είναι από τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) και οξειδίων του θείου (SO<sub>x</sub>) στον κόσμο. Οι εκπομπές αέριων ρύπων αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επιβαρύνουν το θαλάσσιο περιβάλλον αλλά και τη στεριά. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ) όπως έχουμε ήδη αναφέρει, έχει θεσπίσει συγκεκριμένους κανονισμούς που αφορούν στις εκπομπές οξειδίων του αζώτου από τα πλοία για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλείται από αυτά. Τα πρότυπα τα οποία προβλέπονται από τον κανονισμό ΙΜΟ Tier III απαιτούν από τα πλοία τα οποία θα ναυπηγηθούν το 2016 ή αργότερα να έχουν μειώσει τις εκπομπές NO<sub>x</sub> κατά 80% σε σχέση με τα επίπεδα του 2010.

Προκειμένου να συμμορφωθούν με το νέο αυτό αυστηρό πρότυπο, οι κατασκευαστές μηχανών πλοίων αλλά και οι ναυπηγοί πρέπει να εργαστούν από κοινού για την ανάπτυξη και εφαρμογή των νέων τεχνολογιών. Ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί είναι το SCR (Selective Catalytic Reduction). Είναι ένα σύστημα το οποίο λειτουργεί με αναερόβια έγχυση ουρίας πολλαπλών σημείων που μειώνει τα παραγόμενα NO<sub>x</sub>. Η λογική λειτουργίας του εν λόγω συστήματος, είναι στο να ψεκάζει ένα μείγμα απιονισμένου νερού και ουρίας στα καυσαέρια του πλοίου. Η θερμότητα στο σύστημα εξαγωγής καυσαερίων, μετατρέπει την ουρία σε αμμωνία η οποία αντιδρά με τα οξείδια του αζώτου σε έναν καταλυτικό μετατροπέα. Από την αντίδραση προκύπτει άζωτο, το οποίο είναι αβλαβές, και ατμός. Τα αναπτυσσόμενα SCR μπορούν να τοποθετηθούν σε πολλούς τύπους ναυτικών μηχανών και σε διαφορετικούς τύπους πλοίων.

### 3.3.1.2 ΥΦΑΛΟΧΡΩΜΑΤΑ ΦΙΛΙΚΑ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η διαδικασία της επικάλυψης (fouling), αναφέρεται στην συσσώρευση φυκιών και μικροοργανισμών στα ύφαλα του πλοίου. Όταν ένα αντικείμενο ή μια επιφάνεια

βυθιστεί σε θαλασσινό νερό, με την πάροδο του χρόνου αρχίζει να καλύπτεται από μικροοργανισμούς. Για την περίπτωση λοιπόν ενός πλοίου η επικάθιση οργανισμών στα ύφαλα του, έχει αρνητικές επιπτώσεις οι οποίες είναι:

1. Αυξημένη τριβή στα ύφαλα του πλοίου
2. Μείωση της ταχύτητας
3. Αυξημένη κατανάλωση καύσιμου
4. Αυξημένες ατμοσφαιρικές εκπομπές
5. Αυξημένη συχνότητα δεξαμενισμών<sup>54</sup>
6. Διάβρωση του μεταλλικού περιβλήματος του πλοίου.

Ένας σημαντικός τομέας ανάπτυξης τεχνολογικών λύσεων είναι τα υφαλοχρώματα. Η υδροδυναμική απόδοση ενός πλοίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την καθαριότητα της γάστρας. Η κατανάλωση καύσιμου σε ένα πλοίο είναι πολύ μεγάλη (για παράδειγμα ένα containership καταναλώνει περίπου 100 ton καύσιμο ανά ημέρα). Οποιαδήποτε βελτίωση λοιπόν, στην υδροδυναμική απόδοση λόγω της πιο λείας επιφάνειας οδηγεί σε εξοικονόμηση καύσιμου. Για το λόγο αυτό ορίζονται υποχρεωτικοί υφαλοκαθαρισμοί σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Με βάση έρευνες που έχουν γίνει, έχει διαπιστωθεί ότι ένα στρώμα από φύκια πάχους περίπου 1 mm, μπορεί να αυξήσει την τριβή στα ύφαλα του πλοίου κατά 80%, να προκαλέσει απώλεια ταχύτητας κατά 15% και αύξηση κατανάλωσης καύσιμων κατά 17% σε ένα τανκερ 250.000 dwt.<sup>55</sup>

Ο περιορισμός των βιοκοινοτήτων που αναπτύσσονται στα ύφαλα του πλοίου (στρειδώνα), αποτελεί πεδίο έρευνας για χημικούς και για την τεχνολογία υλικών. Η κοινή πρακτική αντιμετώπισης της επικάθισης μικροοργανισμών ήταν τα υφαλοχρώματα που περιείχαν υδράργυρο, τοξίνες, κασσίτερο και άλλες ουσίες ιδιαίτερα επιβλαβείς για το θαλάσσιο περιβάλλον. Αργότερα, χρησιμοποιήθηκαν οι βιοκτόνες μπόγιες (antifouling paints). Τα συγκεκριμένα χρώματα είχαν σκοπό να καταστήσουν ακατάλληλα προς εποικισμό τα ύφαλα των πλοίων. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον τα αντιρρυπαντικά επιχρίσματα τα οποία βασίζονταν

---

<sup>54</sup> Τσελέντης Β. (2009) «Απαγόρευση χρήσης TBT Υφαλοχρωμάτων – Επιπτώσεις στη Ναυτιλία» [διαθέσιμο στο <https://eclass.unipi.gr/modules/document/document.php?course=NAS211>] τελευταία επίσκεψη 14/09/2014

<sup>55</sup> Περιοδικό Maritech News (Ιούνιος 2010) “Fouling vs Anti-fouling” (MER 1996b)

στην απελευθέρωση τριβουτιλικού κασσίτερου (TBT). Όμως παρατηρήθηκε ότι το TBT ήταν έντονα τοξικό αφού είχε επιπτώσεις σε πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς. Όμως οι επιπτώσεις αφορούν και τον άνθρωπο διότι η κατανάλωση ψαριών ή θαλασσινών μολυσμένα με TBT, έχουν ως συνέπεια να διαταράσσεται το ενδοκρινικό σύστημα και το ήπαρ.

Ο IMO το 2001 απαγόρευσε την χρήση TBT από το έτος 2003 με προοπτική να μην υπάρχει πλέον στα ύφαλα των πλοίων από το 2008. Η Ευρωπαϊκή Ένωση επίσης απαγόρευσε τα συγκεκριμένα υφαλοχρώματα με την οδηγία 782/2003.

Η απαγόρευση των αντιρρυπαντικών χρωμάτων με βάση τον κασσίτερο που επήλθε το 2008, ανάγκασε τις εταιρίες του κλάδου να αναπτύξουν πρωτοβουλίες και να κατασκευάσουν χρώματα πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Τα καινούρια υφαλοχρώματα περιέχουν βιοκτόνες οργανικές ενώσεις και κύριο δραστικό στοιχείο είναι ο χαλκός. Οι υπό ανάπτυξη τεχνολογίες έχουν σκοπό να βρεθεί πως λειτουργεί ο μηχανισμός κατά τον οποίο φύκια και αλλά ασπόνδυλα επικάθονται στα ύφαλα των πλοίων. Η βάση όμως για τις νέες τεχνικές που αφορούν τα υφαλοχρώματα βασίζονται στην λεγόμενη βίο-μίμηση, δηλαδή την κατασκευή επιφανειών που θα είναι ανθεκτικές στην επικάθιση και αναπαραγωγή μικροοργανισμών. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν τα πλοία που θα χρησιμοποιούν ένα «γλοιώδες» υπόστρωμα και την προστασία του περιβλήματος από νάνο-ίνες, χρήση δηλαδή νανοτεχνολογίας.

Οι ερευνητικές προσπάθειες εστιάζουν στην κατασκευή ενός μεταλλικού πλέγματος γύρω από την γάστρα του πλοίου κάτω από το οποίο θα υπάρχει ένα ολόκληρο δίκτυο από όπου θα εκκρίνεται μια κολλώδης χημική ουσία η οποία με την σειρά της θα μετατρέπεται σε παχύρευστη υλη που θα καλύπτει τα ύφαλα. Με αυτό τον τρόπο ένα παχύρευστο δέρμα θα καλύπτει το κύτος και αφού με την τριβή που θα έχει με το νερό θα φθείρεται, σιγά σιγά θα απομακρύνεται με αποτέλεσμα να αποτρέπει τον αποικισμό βακτηρίων και άλλων οργανισμών. Η τεχνολογία αυτή είναι ακόμα υπό εξέλιξη και σε ερευνητικό στάδιο, αν όμως εφαρμοστεί και είναι λογικού κόστους, θα έχει ως αποτέλεσμα να λυθεί σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα της επικάθισης, με θεαματικά αποτελέσματα στην μείωση κατανάλωσης καύσιμων.

Ως προς την προστασία του μεταλλικού περιβλήματος των πλοίων με την χρήση νανοτεχνολογίας, η έρευνα έχει οδηγήσει σε δυο βασικές λύσεις: τις νάνο-δομικές

επιφάνειες και τις φωτο-καταλυτικές επιφάνειες<sup>56</sup> αλλά και πολλές άλλες νέες τεχνολογίες. Οι νάνο-δομικές επιφάνειες έχουν την δυνατότητα να παγιδεύουν φυσαλίδες αέρα ανάμεσα στο νερό και το μέταλλο. Με αυτό το τρόπο αποτρέπουν την επικάλυψη μικροοργανισμών. Όσον αφορά τις φωτο-καταλυτικές επιφάνειες, διάφορα φωτο-ενεργά υλικά απελευθερώνουν δραστικές μορφές οξυγόνου το οποίο απωθεί τα βακτήρια και άλλα ασπόνδυλα πριν αυτά εγκατασταθούν στις επιφάνειες.

### 3.3.1.3 ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΕΡΜΑ

Αναφορά πρέπει να κάνουμε στα πλοία που δεν χρησιμοποιούν έρμα. Η σύμβαση του IMO για τη διαχείριση θαλασσίου έρματος, εστιάζει κυρίως στον περιορισμό της διέλευσης ιζημάτων και μικροοργανισμών, από μια περιοχή σε μια άλλη, μέσω του θαλασσίου έρματος.

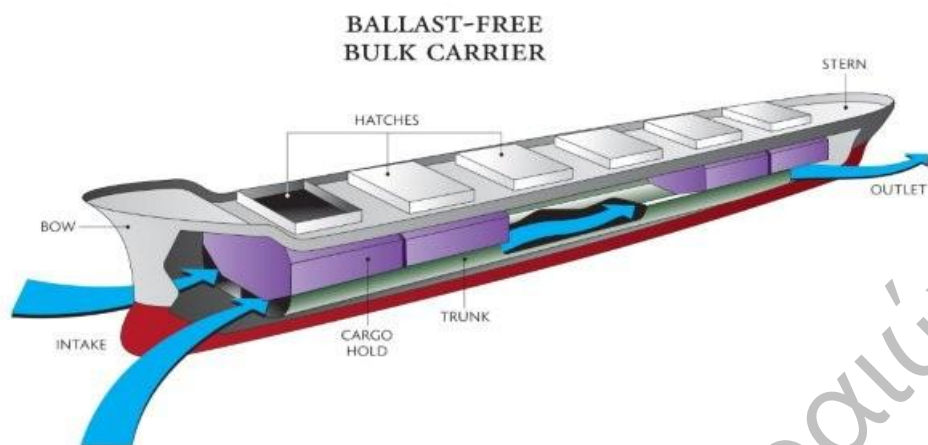
Προς αντιμετώπιση του παραπάνω θέματος τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί σχέδια για ναυπήγηση πλοίων που δε θα χρησιμοποιούν θαλάσσιο έρμα (ballast free ships)<sup>57</sup>. Ένα πλοίο το οποίο δε θα χρησιμοποιεί έρμα ή κάποιο άλλο αντίστοιχο σύστημα μπορεί να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα.

Η λειτουργία των ballast free ships ουσιαστικά απαλείφει την τοποθέτηση επί πλοίου ειδικών φίλτρων, την χρήση υπερϊώδους ακτινοβολίας και χημικών βιοκτόνων για την αντιμετώπιση της μεταφοράς μικροοργανισμών, βακτηρίων και άλλων ασπόνδυλων. Όλα αυτά τα συστήματα έχουν σημαντικό κόστος και πρέπει να επιθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ένα πλοίο το οποίο δεν χρησιμοποιεί έρμα, βασίζεται στην εξής λογική: Αντί να υπάρχουν οι παραδοσιακές δεξαμενές ζυγοστάθμισης (ballast tanks), κάτω από την ίσαλο γραμμή του πλοίου, κατασκευάζεται ένας διαμήκης αγωγός μέσα από τον οποίο υπάρχει ροή νερού κατά την κίνηση του πλοίου μέσα σε αυτό. Ο αγωγός αυτός αποτελείται από μια κεντρική δεξαμενή, δυο ενδιάμεσες και δυο πλευρικές δεξαμενές, οι οποίες ουσιαστικά είναι κάτω από τα αμπάρια του πλοίου αν πρόκειται για φορτηγό. Το νερό εισέρχεται από την πλώρη του πλοίου και βγαίνει από τη πρύμνη. Με αυτό το τρόπο παύει να

<sup>56</sup> Περιοδικό Maritech News (Ιούνιος 2010) “Fouling vs Anti-fouling” σελίδα 74

<sup>57</sup> Arai M & Kora K . (2009). “Ballast free ship: a new concept for resolving the ballast water management problem.” 10<sup>th</sup> International Marine Design Conference, Thontheim, Norway:138-147

υπάρχει το θέμα μεταφοράς μικροοργανισμών και το πλοίο διατηρεί την πλευστότητα του αφού δεν μεταφέρει θαλάσσιο έρμα σε δεξαμενές ζυγοστάθμισης.



Εικ. 6: Πλοίο μεταφοράς χύδην ξηρού φορτίου χωρίς δεξαμενές ζυγοστάθμισης

#### 3.3.1.4 ΥΠΕΡΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία της υπεραγωγιμότητας στα πλοία. Ήδη έχει τεθεί σε λειτουργία ηλεκτρογεννήτρια σε πλοίο η οποία λειτουργεί με υπεραγωγούς υψηλής θερμοκρασίας με αποτέλεσμα να παρέχει μια εξαιρετικά ενεργειακά αποδοτική μορφή πρόωσης για τα πλοία στο μέλλον.

Αντί της χρήσης πηνίων που λειτουργούν με μαγνήτη χαλκού, η ηλεκτρογεννήτρια περιέχει λεπτά υπεραγωγικά καλώδια που μεταφέρουν το ηλεκτρικό ρεύμα με ουσιαστικά καμία αντίσταση. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε σημαντική μείωση των απωλειών ενέργειας, οδηγώντας τελικά σε μια σημαντική βελτίωση στην ηλεκτρική απόδοση. Οι νέου τύπου γεννήτριες είναι κατάλληλες για κρουαζιερόπλοια και μεγάλα γιοτ.

#### 3.3.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Προκειμένου να υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας στα πλοία, έχουν αναπτυχτεί μια σειρά από νέες πράσινες τεχνολογίες. Οι πιο βασικές από αυτές είναι: η βελτιστοποίηση της μορφής της γάστρας του πλοίου, μείωση των εκπομπών αερίων

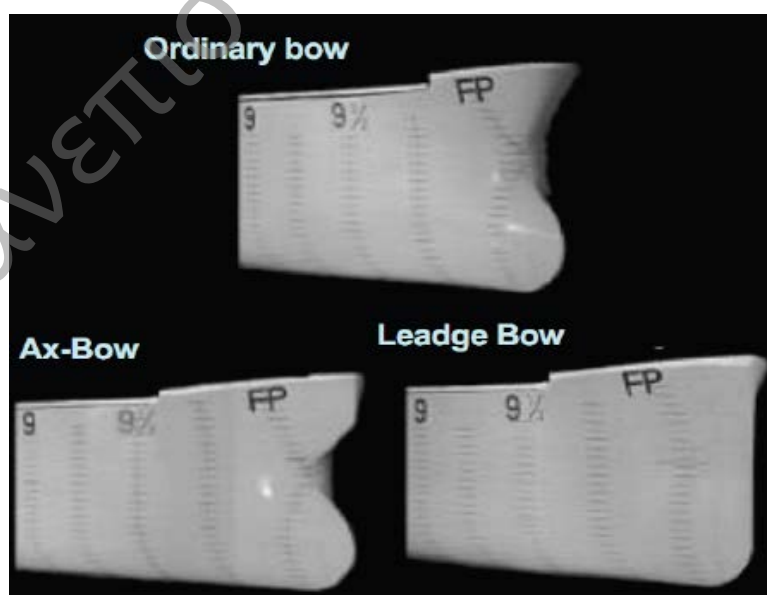


μέσω της ανακυκλοφορίας αέριων ρύπων (EGR systems), μείωση της τριβής, μείωση της ταχύτητας του πλοίου.

### 3.3.2.1 ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΗΣ ΓΑΣΤΡΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Η κατανάλωση καυσίμου ενός πλοίου καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την μορφή της γάστρας, την τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ νερού και πλοίου αλλά και από την αντίσταση του αέρα σε μικρότερο ποσοστό (περίπου 2%). Επίσης εξαρτάται από την ταχύτητα του πλοίου και την αντίσταση λόγω κυματισμού.

Η αντίσταση λόγω τριβής είναι η κυριότερη αίτια αύξησης της κατανάλωσης καυσίμου. Για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες καινοτόμες προτάσεις για την βελτιστοποίηση της μορφής της γάστρας των πλοίων που έχουν ως συνέπεια την μείωση κατανάλωσης καυσίμου. Πέρα από τις βασικές μορφές πλώρης με τις οποίες κατασκευάζονται τα σύγχρονα πλοία, πρόσφατα αναπτύχθηκε η πλώρη “Leadge” (Leading Edge) η οποία είναι βέλτιστης διαμόρφωσης. Η συγκεκριμένη πλώρη φαίνεται στην Εικ. 7 και σε αυτή την διαμόρφωση η απαιτούμενη ισχύ πρόωσης είναι κατά 4% μικρότερη από μια συμβατική πλώρη.



Εικ. 7: Πλώρη τύπου Leading Edge

### 3.3.2.2 ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΙΩΝ (EGR SYSTEMS)

Η Man Diesel<sup>58</sup> ανέπτυξε ένα σύστημα ανακύκλωσης αερίων ρύπων (EGR) για δίχροτους κινητήρες, το οποίο μπορεί να συντελέσει στη μείωση των εκπομπών NOx από τα πλοία κατά 80%. Ένα μέρος των καυσαερίων φιλτράρεται και ανακυκλοφορείται πίσω στον θάλαμο καύσης. Ο σχηματισμός NOx μειώνεται αφού η θερμοχωρητικότητα των αρχικών συστατικών των καυσαερίων είναι μεγαλύτερη από αυτή του αέρα. Η μείωση παροχής οξυγόνου αποτρέπει επίσης το σχηματισμό NOx.

Ένα μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι τα αιωρούμενα σωματίδια που προκύπτουν στο αέρα που ανακυκλοφορείται. Αυτό μπορεί να προκαλέσει εναπόθεση σωματιδίων στην μηχανή και αλλαγή της σύστασης του λιπαντικού λαδιού. Λόγω της ύπαρξης αερίων θειούχων, μπορεί να προκύψει διάβρωση εξαιτίας της δημιουργίας οξειδίων του θείου. Συνολικά δεν υπάρχει δυνατότητα αυτή την στιγμή να ανακυκλοφορεί πάνω από το 15-20% των καυσαερίων της μηχανής.

Από το 2002 και μετά, η τεχνολογία EGR βελτιώθηκε σημαντικά με την εισαγωγή δοχείων ψύξης όπου μειώνονται περαιτέρω οι εκπομπές NOx. Ειδικότερα σε ότι αφορά τους νέους κανονισμούς του IMO που θα τεθούν σε ισχύ το 2016, υπάρχει μεγάλη αισιοδοξία πως η τεχνολογία EGR θα αποτελέσει το έναυσμα για την ανάπτυξη και άλλων τεχνολογιών που μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές NOx.

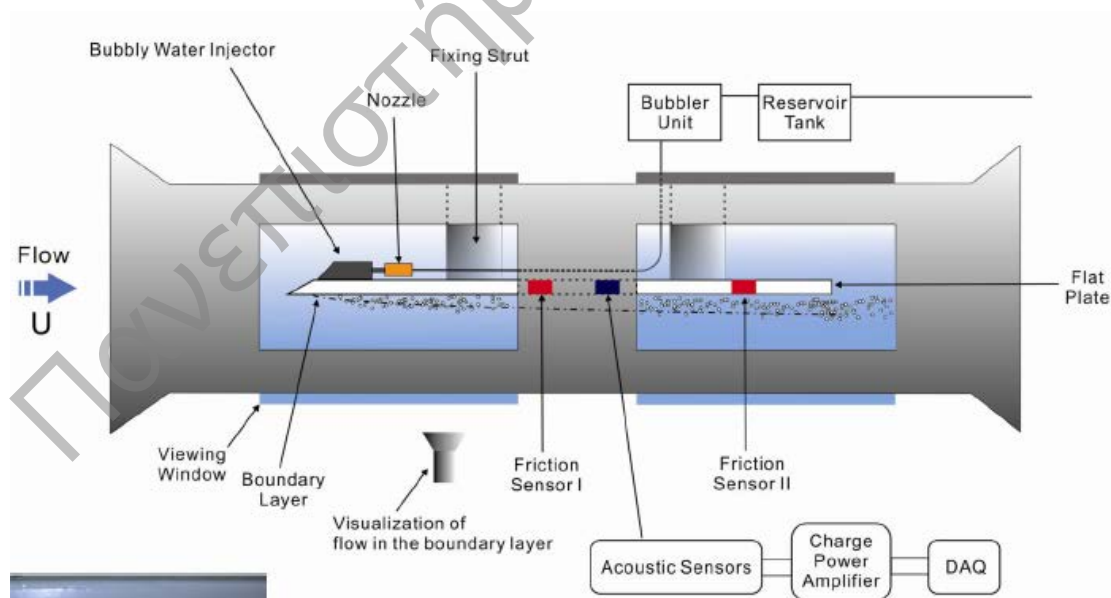
### 3.3.2.3 ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ

Η αντίσταση λόγω τριβής οφείλεται στη δυσκολία που παρουσιάζουν να ολισθήσουν μεταξύ τους διαφορετικά στρώματα νερού. Κατά την κίνηση του πλοίου, υπάρχει ένα στρώμα νερού που βρίσκεται σε επαφή με το μεταλλικό περίβλημα και έχει ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του πλοίου. Σε κάποια απόσταση από το κύτος, υπάρχουν άλλα στρώματα νερού με διαφορετική ταχύτητα μέχρι του σημείου όπου αυτή μηδενίζεται. Άρα το εύρος κυμαίνεται από  $V_w=0$  μέχρι  $V_w=V_s$  όπου  $V_w$  είναι η ταχύτητα του νερού και  $V_s$  είναι η ταχύτητα του πλοίου. Το αποτέλεσμα είναι να

<sup>58</sup>MAN Diesel (2007), "DieselFacts", <http://www.manbw.com>.τελευταία επίσκεψη: 13/05/12

υπάρχουν διαφορετικές τάσεις των οποίων η συνισταμένη είναι αντίθετη προς την κατεύθυνση της κίνησης του πλοίου. Η αντίσταση λόγω τριβής επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η επικάλυψη μικροοργανισμών στα ύφαλα του πλοίου (fouling) και την μη ύπαρξη απόλυτα λείας εξωτερικής επιφάνειας.

Για να μειωθεί η αντίσταση τριβής, βρίσκεται υπό ανάπτυξη μια νέα τεχνολογία: η εκτόξευση μικρό-φουσαλίδων, δηλαδή φουσαλίδες αέρα που εκτοξεύονται κάτω από την πλώρη του πλοίου και διατρέχουν όλο τον πυθμένα δημιουργώντας ένα κενό ανάμεσα στο κύτος και το οριακό στρώμα νερού, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση καύσιμου κατά περίπου 10%. Στην Εικόνα 7 μπορούμε να δούμε πως λειτουργεί σε πειραματικό στάδιο μια τέτοια διάταξη. Η ροή του νερού είναι με κατεύθυνση από τα αριστερά προς τα δεξιά. Μια μονάδα παραγωγής φουσαλίδων η οποία βρίσκεται σε σύνδεση με μια δεξαμενή νερού, παράγει αρχικά τις φουσαλίδες. Στην συνέχεια τις διοχετεύει μέσω ακροφυσίων σε μια συσκευή εκτόξευσης η οποία είναι τοποθετημένη στον πυθμένα του πλοίου. Οι φουσαλίδες εξερχόμενες, δημιουργούν ένα κενό ανάμεσα στον πυθμένα του πλοίου και το οριακό στρώμα νερού όπως έχουμε αναφέρει, με αποτέλεσμα της μείωση της τριβής και κατά συνέπεια της κατανάλωσης καύσιμου.



Εικ. 8: Εκτόξευση μικρό-φουσαλίδων σε εργαστηριακό πείραμα

### 3.3.2.4 ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Οι μηχανές diesel αποτελούν τις κατεξοχήν προωστήριες μηχανές των εμπορικών πλοίων. Μπορεί να είναι απευθείας συνδεδεμένες με τον άξονα της έλικας ή να παρεμβάλλεται ο μειωτήρας. Στα περισσότερα ποντοπόρα πλοία, οι προωστήριες μηχανές είναι δίχρονες χαμηλόστροφες ντιζελομηχανές. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του πλοίου, είναι φυσικό να αυξάνεται η κατανάλωση καύσιμου και κατ'επέκταση οι εκπομπές αέριων ρύπων.

Κατά το στάδιο κατασκευής μια μηχανής πλοίου, πραγματοποιούνται πολλές δόκιμες πιστοποίησης προκειμένου οι εκπομπές αερίων να ανταποκρίνονται στα όρια που έχει θέσει ο IMO. Όταν επίσης γίνονται αλλαγές ή ρυθμίσεις στην μηχανή, είναι ευνόητο ότι οι πιστοποιήσεις πρέπει να ανανεωθούν, κάτι που συνεπάγεται κόστος και χρόνο. Η προσπάθεια που γίνεται από τις εταιρείες κατασκευής ναυτικών μηχανών, είναι να βρεθούν αποδοτικές λύσεις για μείωση του φόρτου της μηχανής κατά την διάρκεια του πλου μέσα από την υπάρχουσα πιστοποίηση.

Λόγω των απαιτήσεων για μείωση της απαιτούμενης ισχύος πρόωσης και κατανάλωσης καύσιμου, έχουν διερευνηθεί δυο επιλογές. Η πρώτη επιλογή είναι η μείωση της ταχύτητας του πλοίου άρα και του φόρτου της μηχανής. Οι περισσότερες μηχανές που ελέγχονται ηλεκτρονικά, είναι σχεδιασμένες να έχουν την καλύτερη δυνατή κατανάλωση σε κάθε ταχύτητα που επιλέγει ο πλοίαρχος. Ταξιδεύοντας λοιπόν σε συνθήκες χαμηλού φόρτου, επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή κατανάλωση σε χαμηλότερες ταχύτητες. Η δεύτερη λύση αφορά την αποφυγή χρήσης των υπερσυμπιεστών του πλοίου. Αυτή η λύση έχει μεγαλύτερη μείωση στην κατανάλωση καυσίμου. Έχει παρατηρηθεί ότι σε πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (8.000 TEU), μείωση της ταχύτητας από 24 knots σε 22 knots, η ισχύς της κύριας μηχανής μειώνεται από 77% σε 56% και οι εκπομπές αέριων ρύπων κατά 25% ανά διανυόμενο μίλι<sup>59</sup>.

---

<sup>59</sup> Green Ship Of The Future (2009) "Green Ship magazine" page 9

### 3.3.3 ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Στον τομέα των ναυτικών μηχανών οι νέες τεχνολογίες είναι οι παρακάτω: Χρήση διπλού καύσιμου στα πλοία, τα συστήματα ανάκτησης και χρήσης απολλυμένης θερμότητας, η χρήση του LNG ως καύσιμο, η προσθήκη νερού στα καύσιμα και τέλος τα φίλτρα καθαρισμού καυσαερίων.

#### 3.3.3.1 ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

Η χρήση διπλού καυσίμου στα πλοία, είναι μια εμπορικά διαθέσιμη τεχνολογία η οποία μπορεί να αντικαταστήσει τις άλλες μορφές πρόωσης και έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του NOx ώστε να επιτυγχάνεται συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του IMO (Tier III). Συνήθως οι μηχανές διπλού καυσίμου χρησιμοποιούν LNG σε συνδυασμό με Marine Diesel Oil (MDO) ή βιοκαύσιμα ή Heavy Fuel Oil (HFO). Ένα βασικό χαρακτηριστικό αυτών των ναυτικών μηχανών νέας γενιάς είναι ότι μπορεί να υπάρχει εναλλαγή στην χρήση καύσιμου κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους χωρίς να επηρεάζεται η συνολική απόδοση της μηχανής.

#### 3.3.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟΛΛΥΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Μια δίχρονη ναυτική μηχανή έχει σε γενικές γραμμές καλό βαθμό απόδοσης σε σχέση με την κατανάλωση καύσιμου. Όμως μπορεί να επέλθει βελτίωση, μέσω της εκμετάλλευσης της παραγόμενης θερμότητας των αερίων ρύπων. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να τοποθετηθεί επί πλοίου ειδικό σύστημα, το οποίο θα χρησιμοποιεί την παραγόμενη θερμότητα από την μηχανή του πλοίου και θα την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια<sup>60</sup>.

Όταν οι αέριοι ρύποι εκπέμπονται από την μηχανή του πλοίου, η θερμοκρασία τους είναι υψηλή. Αν απομονώσουμε αυτά τα αέρια που περιέχουν μεγάλη θερμότητα, σε έναν λέβητα, τότε είναι δυνατή η παραγωγή ατμού από αυτή την θερμότητα.

---

<sup>60</sup> Green Ship Of The Future (2009) “Green Ship magazine” page 35

Τα συστήματα ανάκτησης και χρήσης της παραγόμενης θερμότητας (waste heat recovery systems – WHR) αποτελούνται από ένα λέβητα που διοχετεύονται τα καυσαέρια ο οποίος με την σειρά του τροφοδοτεί τον παραγόμενο ατμό σε έναν ατμοστρόβιλο. Εν συνεχεία, ο ατμοστρόβιλος είναι συνδεδεμένος με μια γεννήτρια από όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για κατανάλωση στο πλοίο.

Λόγω της μεγάλης ισχύος των προωστήριων μηχανών, είναι σκόπιμο να ανακτηθεί ένα μέρος των απωλειών και να χρησιμοποιηθούν σε άλλες καταναλώσεις. Για να έχουμε μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει η δυνατότητα χρήσης διπλού ή τριπλού συστήματος συμπίεσης του ατμού. Τέτοια συστήματα αυξάνουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κατά 11-12% αν υπάρχει ατμοστρόβιλος ή κατά 7% περίπου αν δεν υπάρχει. Τα συστήματα ανάκτησης της απολλυμένης θερμότητας κατατάσσονται στον μηχανολογικό εξοπλισμό του πλοίου και επιφέρουν μείωση των αέριων ρύπων ως εξής: μείωση CO<sub>2</sub> κατά 7-14%, μείωση NO<sub>x</sub> κατά 7-14% και τέλος μείωση SO<sub>x</sub> επίσης κατά 7-14%.

### 3.3.3.3 ΧΡΗΣΗ LNG ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ

Πέρα από τη διαχείριση του θαλασσιού έρματος, εδώ και χρόνια έχει ξεκινήσει η ανάπτυξη τεχνολογιών όπως η χρήση καυσίμων LNG (υγροποιημένου φυσικού αέριου) για την πρόωση των πλοίων. Πολλοί θεωρούν τη χρήση LNG από τα πλοία, το μέλλον της βιομηχανίας. Η χρήση του βοηθάει στη μείωση των αέριων ρύπων από τα πλοία και ένας συνδυασμός καυσίμου υγροποιημένου φυσικού αερίου με πετρέλαιο κίνησης, είναι πολύ πιθανόν να οδηγεί στη βέλτιστη αποδοτικότητα των κύριων μηχανών των πλοίων, και κατά συνέπεια στη εξοικονόμηση καυσίμων. Άλλωστε η χρήση καυσίμων υγροποιημένου φυσικού αερίου, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 30% σε σχέση με το πετρέλαιο κίνησης<sup>61</sup>.

---

<sup>61</sup> Patel M. R. (2012). Shipboard Propulsion, Power Electronics and Ocean Energy. pp. 254.



**Εικόνα 9: Πρυμναίο μέρος του πλοίου με δεξαμενές LNG**

Η χρήση υγροποιημένου φυσικού αερίου καυσίμου για τις ενεργοβόρες μηχανές αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εγχείρημα καθώς οι κύριες μηχανές των πλοίων αποτελούν τις κυριότερες πηγές κατανάλωσης ενέργειας. Επιπλέον είναι οι μηχανές που είναι διαρκώς σε ισχύ όταν το πλοίο είναι στη θάλασσα. Είναι λοιπόν φανερό πως εφόσον η χρήση αυτών των κινητήρων είναι τόσο εκτεταμένη, η χρήση καυσίμου LNG γι'αυτούς τους κινητήρες θα μπορούσε να συντελέσει σε μια δραστική μείωση των αερίων εκπομπών του πλοίου

#### *3.3.3.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ*

Τα οξειδία του αζώτου δημιουργούνται σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες καταγράφονται κατά τη διαδικασία της καύσης. Κατά συνέπεια, μειώνοντας τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της καύσης θα μειωθεί σημαντικά και ο σχηματισμός οξειδίων του αζώτου. Ένας τρόπος για να μειωθεί η θερμοκρασία είναι η προσθήκη νερού στα καύσιμα. Το νερό θα εξατμιστεί και θα αυξήσει τη θερμοκρασιακή ικανότητα

του αερίου στο θάλαμο καύσης, που κατά συνέπεια θα περιορίσει το σχηματισμό οξειδίων του αζώτου. Η προσθήκη νερού στα καύσιμα μπορεί να μειώσει τα οξείδια του αζώτου κατά ένα ποσοστό της τάξης του 30-35 %.

Ωστόσο αυτή η μείωση αντισταθμίζεται από μια αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 1-2 %.<sup>62</sup> Ένα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η προσθήκη νερού στο καύσιμο είναι η μείωση της κατανάλωσης όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με υπερσυμπιεστές. Συνήθως η μέγιστη δυνατότητα χρήσης υπερσυμπιεστών για να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμων δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου ξεπερνούν ένα ανώτατο επιτρεπτό όριο. Για να επιτύχει η προσθήκη νερού στα καύσιμα, είναι αναγκαίο να γίνουν κάποιες αλλαγές τόσο στη μηχανή, όσο και στα βοηθητικά συστήματα.

#### 3.3.3.5 ΦΙΛΤΡΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Προσπαθώντας να ικανοποιήσει τους μελλοντικούς περιορισμούς εκπομπών SO<sub>x</sub> από τα πλοία, η βιομηχανία κατασκευής ναυτιλιακού εξοπλισμού, έχει προχωρήσει στην εισαγωγή των φίλτρων καθαρισμού καυσαερίων (exhaust gas scrubbers-EGS). Τα EGS χρησιμοποιούνται για να φιλτράρουν τα καυσαέρια από τις τσιμινιέρες των πλοίων προκειμένου να έχουμε μείωση των εκπομπών SO<sub>x</sub>. Η μείωση που επιτυγχάνεται είναι περίπου αντίστοιχη με το να χρησιμοποιούσαμε καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (S) το οποίο όμως είναι ακριβότερο.

Η λειτουργία των EGS βασίζεται στην χρήση γλυκού και θαλασσινού νερού καθώς και καυστικής σόδας τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον σε αντίθεση με κάποια χημικά που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα για το φιλτράρισμα των καυσαερίων.

Ο μηχανισμός φιλτραρίσματος γίνεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο τα καυσαέρια ψύχονται από τους 350° C στους 160-180° C από μια συμβατική συσκευή ψύξης και η επιπλέον θερμότητα διοχετεύεται σε άλλες καταναλώσεις<sup>63</sup>. Στο δεύτερο στάδιο, τα καυσαέρια διοχετεύονται σε μια δεύτερη συσκευή (special ejector) όπου

---

<sup>62</sup>Green Ship Technology Book. (2010):

<<http://tefles.eu/wpcontent/uploads/downloads/EMEC-%20Green%20Ship%20Technology%20Book.pdf>>. [Τελευταία επίσκεψη 14/09/2014]

<sup>63</sup> Green Ship of the Future (2009) “Green Ship magazine” pp. 7.



έχουμε περαιτέρω ψύξη με έγχυση νερού από όπου απομακρύνονται τα περισσότερα σωματίδια αιθάλης. Τέλος τα καυσαέρια οδηγούνται προς έναν απορροφητικό αγωγό όπου ψεκάζονται με νερό και έτσι καθαρίζονται και τα υπολείμματα διοξειδίου του θείου. Για να αποφευχθεί διάβρωση λόγω του νερού, τα καυσαέρια θερμαίνονται εκ νέου πριν φτάσουν στην έξοδο της τσιμινιέρας.

### 3.3.4 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ως προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι πράσινες τεχνολογίες που βρίσκονται υπό έρευνα ή σε πρώιμο στάδιο είναι: η χρήση βιοκαυσίμων και πυρηνικής ενέργειας στα πλοία, οι κυψέλες καυσίμων, αιολική και ηλιακή ενέργεια.

#### 3.3.4.1 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

Η ναυτιλία έχει εδώ και αρκετό καιρό έχει στραφεί σε νέες μορφές ενέργειας με σκοπό να αντιμετωπίσει τις διαρκώς αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες χωρίς επιπλέον επιβάρυνση του περιβάλλοντος, ενώ ταυτόχρονα επιδιώκοντας τη μεγαλύτερη δυνατή αποτελεσματικότητα, στρέφεται σε νέες πηγές καυσίμων, όπως είναι τα βιοκαύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα θα μπορούσαν να είναι μία από τις επιλογές που θα οδηγούσαν σε χαμηλότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> στην πρόωση των πλοίων. Τα βιοκαύσιμα έχουν γενικά χαμηλότερη ενεργειακή απόδοση από ότι τα ορυκτά καύσιμα πλοίων, καθώς επίσης και είναι διαφορετική η ενεργειακή απόδοση ανάλογα με τον τύπο του βιοκαυσίμου<sup>64</sup>. Σήμερα είναι παγκοσμίως διαθέσιμα και μπορούν να παράγονται από πολλούς τύπους βιομάζας και μπορούν να βελτιστοποιούνται για να είναι διαθέσιμα σε όλες τις μορφές μεταφορών. Στην παραγωγή ενέργειας η στέρεα βιομάζα είναι η πιο διαδεδομένη αυτή τη στιγμή αλλά πλέον τα υγρά βιοκαύσιμα αρχίζουν να χρησιμοποιούνται περισσότερο σε ναυτιλιακές εφαρμογές.

Πολλές από τις χημικές και φυσικές ιδιότητες των βιοκαυσίμων, είναι παρόμοιες με αυτές των ορυκτών καυσίμων και του ναυτιλιακού καυσίμου HFO (Heavy Fuel Oil). Υπάρχουν όμως και βασικές διαφορές όπως, η ενεργειακή απόδοση η οποία

<sup>64</sup> Wartsila (2007) “Alternative fuels for medium speed diesel engines”

είναι χαμηλότερη κατά περίπου 10-15%, το σημείο ανάφλεξης είναι πολύ υψηλό και η υγρασία που περιέχει πολλές φορές η βιομάζα είναι μεγαλύτερη.

Πέρα όμως από τα βιοκαύσιμα γίνεται έντονη συζήτηση και για τη χρήση πυρηνικής ενέργειας για την πρόωση των πλοίων. Αν και η χρήση της πυρηνικής ενέργειας έχει ένα αποδεδειγμένο ιστορικό ως καύσιμο πλοίων σε πολεμικά πλοία, υπάρχουν προφανή συνεπακόλουθα προβλήματα που σχετίζονται με την αντίδραση της κοινωνίας απέναντι στη χρήση της. Αυτό δημιουργεί πολιτικές ευαισθησίες, ιδίως σε σχέση με την υποδοχή ενός πλοίου, που χρησιμοποιεί πυρηνική ενέργεια, σε λιμάνια και τα περίπλοκα νομικά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν κατά την ανάπτυξή τους για παράδειγμα. σε σχέση με τον ρόλο του Διεθνούς Οργανισμού Ατομικής Ενέργειας για τις θαλάσσιες υποθέσεις. Από την άλλη μεριά ακόμη και αν τα κοινωνικά εμπόδια ξεπεραστούν, είναι αμφίβολο το πόσο επαρκείς είναι οι ικανότητες του πληρώματος του πλοίου να διαχειριστεί μια τέτοια τεχνολογία. Οι ανάγκες κατάρτισης του πληρώματος αποτελούν ένα σημαντικό εμπόδιο για την εμπορική εφαρμογή της πυρηνικής ενέργειας, κυρίως για λόγους κόστους και επαρκούς χρόνου εκπαίδευσης. Ενώ ένα ακόμα αμφιλεγόμενο ζήτημα είναι η διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων διότι σε περίπτωση εφαρμογής της πυρηνικής ενέργειας στην ποντοπόρο ναυτιλία, οι ποσότητες τους θα αυξηθούν υπέρμετρα.

#### 3.3.4.2 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

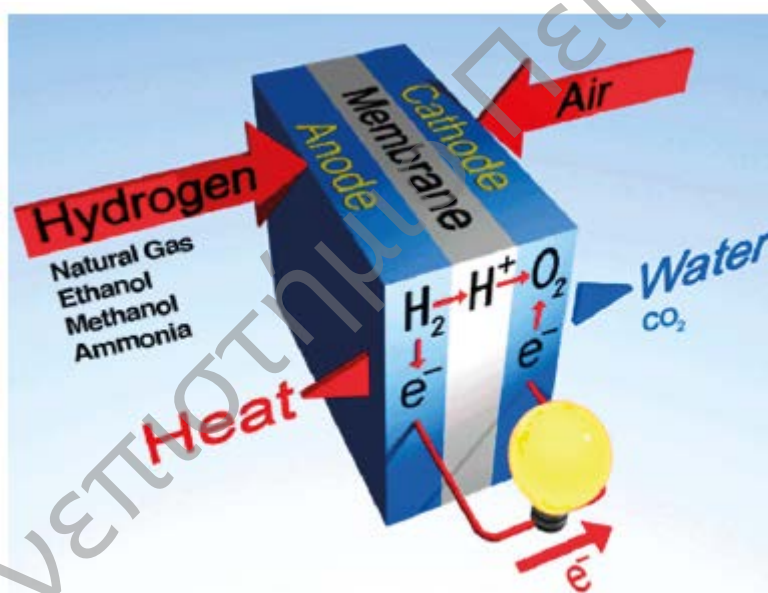
Η τεχνολογία κυψελών καυσίμων έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα επιτυχής σε διάφορα ναυτιλιακά έργα επίδειξης τεχνολογίας. Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία κυψελών καυσίμου δεν είναι νέα, έχει ήδη αρχίσει ο προβληματισμός για το πώς αυτή η τεχνολογία θα φανεί χρήσιμη σε εφαρμογές επί πλοίου. Επίσης, βρίσκονται υπό εξέταση θέματα σχετικά με την ασφάλεια ενός τέτοιου εγχειρήματος και αναπτύσσονται τα σχετικά μαθηματικά μοντέλα που θα προσομοιώνουν την ύπαρξη κύψελων καυσίμου σε πλοία καθώς επίσης και την απόδοσή τους.

Οι βασικές αρχές που διέπουν την φιλοσοφία των κυψελών καυσίμου στα πλοία είναι η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από τις εκπομπές αέριων ρύπων τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Ένα ακόμα όφελος είναι η μείωση της ηχορύπανσης και η μείωση του κόστους

συντήρησης. Άρα το πλοίο γίνεται πιο ανταγωνιστικό και παράγει μεταφορικό έργο με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος.

Οι βασικές προκλήσεις του συγκεκριμένου εγχειρήματος περιλαμβάνουν την απαίτηση για καθαρά καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, μείωση του κόστους της επένδυσης, απόδοση του κεφαλαίου που έχει επενδυθεί και να μειώσει το υπάρχον μέγεθος και το βάρος των εγκαταστάσεων κύψελων καυσίμου.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα κύψελων καυσίμου αποτελείται από δυο μέρη. Ένα μέρος που περιέχει καύσιμο και ένα μέρος που περιέχει αέριο. Μια δέσμη από κύψελες καυσίμου μετατρέπουν την χημική ενέργεια του καυσίμου σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω ηλεκτροχημικής αντίδρασης. Στην Εικόνα 9 μπορούμε να δούμε μια απεικόνιση της αρχής λειτουργίας των κύψελων καυσίμου.



**Εικόνα 10: Βασικές αρχές λειτουργίας κύψελων καυσίμου**

Πηγή: DNV (2012), “Fuel Cells for Ships, Research and Innovation Position Paper”.

Η διαδικασία μπορεί να περιγράψει όπως αυτή μια μπαταρίας με ηλεκτροχημικές αντιδράσεις να συμβαίνουν στην επαφή μεταξύ ανόδου, καθόδου και της μεμβράνης του ηλεκτρολύτη με αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης διαφορετικών τύπων καυσίμου, όπως φαίνεται και στην εικόνα,

δηλαδή υδρογόνο, φυσικό αέριο, αιθανόλη, μεθανόλη και αμμωνία. Οι κυψέλες καυσίμου θεωρούνται μια πράσινη τεχνολογία η οποία μπορεί να εξαλείψει τις εκπομπές NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, αιωρούμενων σωματιδίων και να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με τις ντιζελομηχανές.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας είναι η αποδεδειγμένη αποδοτικότητα, μείωση των εκπομπών αερίων, μείωση του θορύβου και των κραδασμών στο πλοίο λόγω των λιγότερων κινητών μερών της όλης διάταξης με αποτέλεσμα την πιο ευχάριστη διαβίωση του πληρώματος.

#### 3.3.4.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα είναι μια διαδεδομένη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται για την πρόωση των σκαφών. Το πιο κλασικό παράδειγμα είναι τα ιστιοφόρα σκάφη που κινούνται αποκλειστικά με την βοήθεια του ανέμου. Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και δεν προκαλεί ρύπανση του περιβάλλοντος, δεν αφήνει κατάλοιπα και δεν εκλύει αέρια του θερμοκηπίου. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη χρήση αιολικής ενέργειας είναι σχετικά μικρές και για αυτό το λόγο είναι μια πολύ καλή επιλογή για χρήση στη ναυτιλία αφού στη θάλασσα, ο άνεμος είναι μια πηγή ενέργειας που υπάρχει σε αφθονία. Στο πέμπτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε πως μπορεί η χρήση της, να βοηθήσει στην πρόωση των πλοίων με συγκεκριμένο παράδειγμα από το διεθνή χώρο.

#### 3.3.4.4 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας σε ένα πλοίο μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και να του προσδώσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ως προς ένα συμβατικό πλοίο. Με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών που τοποθετούνται στο κυρίως κατάστρωμα ενός πλοίου, μπορεί να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται σε διάφορες ηλεκτρικές καταναλώσεις. Ήδη σε αρκετά πλοία μικρού εκτοπίσματος (σκάφη αναψυχής, τουριστικά σκάφη) η διαθέσιμη τεχνολογία έχει

οδηγήσει σε μεγάλο ποσοστό μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου<sup>65</sup>. Σε πλοία μεγαλύτερου μεγέθους παρόλο που έχουν περισσότερο χώρο στο κατάστρωμα, η τοποθέτηση συλλεκτών ηλιακής ενέργειας μπορεί να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου μέχρι και 3%, ποσοστό σχετικά μικρό λόγω της μεγάλης απαιτούμενης ενέργειας για την λειτουργία του πλοίου.

### 3.3.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Οι πράσινες τεχνολογίες που σχετίζονται με την ασφάλεια και βρίσκονται υπό έρευνα και ανάπτυξη είναι η αποτελεσματική χάραξη θαλάσσιας πορείας και ο έλεγχος επιδόσεων του πλοίου και βελτιστοποίησης της διαγωγής.

#### 3.3.5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το 1983 ο IMO υιοθέτησε την Οδηγία για τη χάραξη θαλάσσιας πορείας. Η οδηγία συνιστούσε πως οι κυβερνήσεις πρέπει να συμβουλεύουν τα πλοία να πλέουν σε πορεία που συνίσταται από τις οδηγίες ειδικών υπηρεσιών εγκεκριμένες από τον WMO (World Meteorological Organization).

Διαλέγοντας την πιο αποτελεσματική θαλάσσια πορεία, προσαρμόζοντας την ταχύτητα του πλοίου και αποφεύγοντας τις άσχημες καιρικές συνθήκες, μπορεί να οδηγήσει στη σημαντική μείωση της κατανάλωσης του πλοίου. Η εγκατάσταση ενός οδηγού πλοήγησης είναι δυνατό να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου. Η Force Technology και ο DFDS εγκατέστησαν ένα σχετικά νέο εργαλείο θαλάσσιας πορείας και το αποτέλεσμα ήταν πως ακόμα και μια μικρή μείωση κατανάλωσης καυσίμου ανά ταξίδι μπορεί να οδηγήσει σε μια σημαντική συνολική μείωση κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Χάρη στα νέα τεχνολογικά μέσα πλοήγησης και επικοινωνιών, το πλήρωμα των πλοίων είναι σε θέση να έχει έγκαιρη πρόγνωση καιρού καθώς και να έχει πλήρη εικόνα μέσω δορυφορικών συστημάτων για τον καιρό του δρομολογίου που

---

<sup>65</sup> [www.ecomarinepower.com/en/wind-and-solar-power-for-ships](http://www.ecomarinepower.com/en/wind-and-solar-power-for-ships) [τελευταία επίσκεψη 10/10/2014]

ακολουθεί, ενώ οι πλοίαρχοι και οι αξιωματικοί μπορούν να αξιολογήσουν τις επικίνδυνες μετεωρολογικές μεταβολές, όπως καταιγίδες. Ομοίως, με την βελτιστοποίηση των συστημάτων πλοήγησης, τα πλοία μπορούν να χρησιμοποιήσουν ευνοϊκά ρεύματα ή να αποφύγουν τις κακές καιρικές συνθήκες ανά περιοχή. Σε αυτό συνδράμουν και οι εξωτερικές μετεωρολογικές υπηρεσίες δίνοντας τη δυνατότητα τα πλοία να βελτιστοποιήσουν την ασφάλειά τους και να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου.

Επίσης ένα υπολογιστικό πρόγραμμα εξοικονόμησης καυσίμου μπορεί να συνδράμει στο σχεδιασμό της διαδρομής και σε μια αποτελεσματική επιχείρηση στη θάλασσα. Επιπλέον η μείωση του χρόνου αναμονής στο λιμάνι κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση μπορεί επίσης να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και να αυξήσει την αποτελεσματικότητα των λιμένων

### 3.3.5.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ

Ως Διαγωγή (Trim) ορίζεται η διάφορα μεταξύ πρωραίου και πρυμναίου βυθίσματος του πλοίου. Όταν τα βυθίσματα είναι ίσα, τότε λέμε ότι το πλοίο είναι ισοβύθιστο (even keel), όταν το πρυμναίο βύθισμα είναι μεγαλύτερο τότε έχουμε διαγωγή προς πρύμα (trim by stern) ενώ όταν το πρωραίο είναι μεγαλύτερο, τότε έχουμε διαγωγή προς πλώρα (trim by bow).

Η αντίσταση πρόωσης του πλοίου συνδέεται με την διαγωγή του. Αν το πλοίο ταξιδεύει με την κατάλληλη διαγωγή, τότε η αντίσταση τριβής με το νερό μειώνεται, με αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Έχει ήδη αναπτυχθεί σχετικό λογισμικό το οποίο τοποθετείται στο πλοίο και απεικονίζει γραφικά την κατανάλωση καυσίμων σε συνάρτηση με την διαγωγή και τα βυθίσματα. Έτσι, σε κάθε περίπτωση και ανάλογα με την κατάσταση φόρτωσης του πλοίου, μπορεί ο πλοίαρχος να επιλέγει τις παραμέτρους εκείνες που του δίνουν την δυνατότητα να εξοικονομεί καύσιμο. Οι θετικές συνέπειες είναι προφανείς τόσο στην εξοικονόμηση πόρων όσο και στο περιβάλλον. Η εταιρεία Force Technology έχει αναπτύξει το σχετικό υπολογιστικό πρόγραμμα, το οποίο έχει τοποθετηθεί δοκιμαστικά σε έξι πλοία που διαχειρίζεται η εταιρεία CLIPPER. Τα αποτελέσματα μέχρι τώρα είναι θετικά αφού

έχουμε μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 3%, μείωση NO<sub>x</sub> κατά 3% και μείωση SO<sub>x</sub> κατά 3%.

### 3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΕΙΔΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Όπως αναλύσαμε παραπάνω, τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από πράσινες τεχνολογίες που αφορούν στα πλοία και πολλές έρευνες συνεχίζονται με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της ναυτιλίας στο περιβάλλον.

Όμως τα τεχνολογικά επιτεύγματα από μόνα τους, δεν αρκούν στο να χαρακτηρίσουμε ένα πλοίο ως πράσινο ή να έχουμε πιο ποιοτική ναυτιλία. Ένας βασικός παράγοντας που συμπληρώνει την όλη προσπάθεια για πιο «καθαρή» ναυτιλιακή βιομηχανία, είναι ο ίδιος ο άνθρωπος και όταν αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται από άτομα με περιβαλλοντική συνείδηση, αποδίδουν στο μέγιστο.

Η εκπαίδευση που παρέχεται από τα πανεπιστήμια και τις ναυτικές σχολές σε γενικές γραμμές εμπεριέχει την ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης. Θα πρέπει όμως να εντατικοποιηθεί η προσπάθεια αυτή ώστε το ανθρώπινο δυναμικό, είτε βρίσκεται στη θάλασσα, είτε στη στεριά να είναι προσηλωμένο στην προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση ενέργειας στα πλοία.

Ένα άρτια οργανωμένο και εξειδικευμένο προσωπικό, γνωρίζει πως κάθε ενέργεια ή εργασία που πραγματοποιείται σε ένα πλοίο, μπορεί να έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον. Το κατάλληλα εκπαιδευμένο πλήρωμα είναι σε θέση να το αντιληφθεί ώστε κάθε φορά να προβεί στις απαιτούμενες ενέργειες και να κρίνει αν η εργασία που εκτελεί έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Θα πρέπει λοιπόν, η ναυτική εκπαίδευση να συνδέσει την θεωρία με την πράξη. Από τη μια να παρέχεται η γνώση σε θεωρητικό επίπεδο σχετικά με τις πράσινες τεχνολογίες και από την άλλη να δίνεται το κατάλληλο υπόβαθρο ώστε το προσωπικό να τις εφαρμόζει σωστά και να παράγει αποτελέσματα χρήσιμα στην έρευνα και περαιτέρω ανάπτυξη νέων τεχνολογιών. Πολλά από τα ερευνητικά προγράμματα πανεπιστημίων ή εταιριών στηρίζονται στα αποτελέσματα και τις μετρήσεις που γίνονται επί πλοίου. Άρα, οι ερευνητές έχουν πρόσβαση σε πρακτικά δεδομένα και το προσωπικό των πλοίων έρχεται σε επαφή με ερευνητικά προγράμματα σχετικά με τις πράσινες τεχνολογίες.

Τέλος, μερικοί από τους βασικούς τομείς της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στο πλαίσιο της αποστολής του κλάδου περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: Μια εξαιρετικά σημαντική πρωτοβουλία είναι τα σεμινάρια που παρέχονται από τους διάφορους νηογνώμονες και συμβάλουν στη προστασία του περιβάλλοντος, στην ασφάλεια κατά την εκτέλεση εργασιών και την σωστή συντήρηση του πλοίου. Επίσης με ετήσιες έρευνες οι νηογνώμονες επανεξετάζουν την πιστοποίηση και τις περιβαλλοντικές επιδόσεις του πλοίου (Πράσινο διαβατήριο, Lloyds).

### 3.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΕΝΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Προσπαθώντας να κάνουμε μια εκτίμηση του κύκλου ζωής ενός πράσινου πλοίου, μπορούμε να πούμε ότι αποτελείται από έξι στάδια τα οποία είναι κατά σειρά:

- 1) Υλικά κατασκευής
- 2) Διαδικασία ναυπήγησης
- 3) Τοποθέτηση εξοπλισμού
- 4) Τοποθέτηση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων
- 5) Ασφάλεια στη θάλασσα
- 6) Λειτουργία στο θαλάσσιο περιβάλλον
- 7) Παροπλισμός

Ο κύκλος ζωής του πλοίου ξεκινάει από τις πρώτες ύλες, όπου στη ναυπηγική η κύρια πρώτη ύλη είναι ο ναυπηγικός χάλυβας, Στις Ευρωπαϊκές χώρες κυρίως οι κατασκευαστές προτιμούν διαφορετικά υλικά, προσπαθώντας να μειώσουν το οικολογικό αποτύπωμα του πλοίου.

Το δεύτερο στάδιο στον κύκλο ζωής του πράσινου πλοίου είναι η διαδικασία ναυπήγησης του. Στο στάδιο αυτό, ανακύπτουν όλα τα ζητήματα σχετικά με τα περιβαλλοντικά θέματα σε ότι αφορά την κατασκευή του πλοίου. Ειδικότερα, οι Ευρωπαίοι κατασκευαστές εξοπλισμού του πλοίου φροντίζουν να συμμορφώνονται με τα αυστηρά περιβαλλοντικά πρότυπα κατά το στάδιο του σχεδιασμού του πράσινου πλοίου. Η εισαγωγή των εργαλείων ηλεκτρονικών επικοινωνιών, αυξάνει την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ παράλληλα συντελεί στη μείωση των αστάθμητων παραγόντων από το εξωτερικό περιβάλλον.



Το τρίτο στάδιο είναι ο εξοπλισμός του πλοίου με συστήματα τα οποία είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς σχετικά με το περιβάλλον. Σχεδόν το 70 %<sup>66</sup> της αξίας του πλοίου είναι ο εξοπλισμός του, γι αυτό το λόγο πρέπει να διασφαλιστεί πως είναι σύμφωνα με τα πρότυπα ασφαλείας και μπορεί να λειτουργήσει με ασφάλεια και αποδοτικά μέσα στο περιβάλλον.

Το τέταρτο στάδιο αφορά την τοποθέτηση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων. Αντικειμενικός σκοπός του τομέα ναυπήγησης πλοίων είναι να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα κατά 30% βραχυπρόθεσμα. Έχει υπολογιστεί ότι τα πράσινα πλοία μακροπρόθεσμα και ανάλογα με τα χρόνια υπηρεσίας του πλοίου, μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή τους αποδοτικότητα κατά 60%. Ωστόσο αυτοί οι φιλόδοξοι στόχοι μπορούν να επιτευχθούν μέσα από μια διαδικασία συνεχών τεχνολογικών καινοτομιών.

Το πέμπτο στάδιο του κύκλου ζωής ενός πράσινου πλοίου αφορά την ασφάλεια στη θάλασσα. Η εμπειρία που έχει αποκτηθεί από τη ναυπηγική βιομηχανία εδώ και πολλά χρόνια, έχει οδηγήσει στην κατασκευή ολοένα και πιο ασφαλών πλοίων για τα πληρώματα, τους επιβάτες και το περιβάλλον. Στο σχεδιασμό των συστημάτων ασφαλείας του πλοίου πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες όπως παραδείγματος χάριν οι σκληρές καιρικές συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Ο ειδικός εξοπλισμός μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα για την αποφυγή ατυχημάτων στη θάλασσα. Επιπλέον μέσω της ανάπτυξης και των συστημάτων ασφαλείας, διασφαλίζεται πως θα ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες ενός ναυτικού ατυχήματος, που θα έχουν ως συνέπεια εκτός από τις απώλειες ζωών και τη θαλάσσια ρύπανση.

Στη συνέχεια, το έκτο στάδιο του κύκλου ζωής του πλοίου είναι η διαδικασία της λειτουργίας στη θάλασσα. Το πλοίο πρέπει να υπόκειται στις τακτικές ετήσιες επιθεωρήσεις αλλά και στην ειδική επιθεώρηση που γίνεται κάθε τέσσερα χρόνια όπου γίνεται και ο δεξαμενισμός του. Η έγκαιρη και σωστή συντήρηση του πλοίου και η συμμόρφωση με τους κανονισμούς που αφορούν το περιβάλλον, εγγυώνται την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας του. Η συντήρηση της γάστρας του πλοίου

---

<sup>66</sup>Khoo, Y. K. K., & Ölçer A. İ. (2011). "Life-cycle impact analysis of green ship design/operation alternatives based on environmental and monetary aspects". International Conference on Technologies, Operations, Logistics and Modelling for Low Carbon Shipping, (LCS 2011), 22-24 Ιουνίου, Γλασκόβη, UK

και των λοιπών συστημάτων, όχι μόνο κάνει τα πλοία πιο φιλικά προς το περιβάλλον αλλά επίσης διατηρεί και την αξία τους.

Τέλος, εφόσον η ωφέλιμη ζωή του πλοίου παρέλθει, ξεκινά το έβδομο και τελευταίο στάδιο του κύκλου ζωής του. Το στάδιο αυτό είναι το στάδιο της απόσυρσης του πλοίου. Κατά την ανακύκλωση το πλοίου ο σχεδιασμός της γάστρας αλλά και των λοιπών συστημάτων, καθώς επίσης και η επιλογή των υλικών διευκολύνει τη διαδικασία. Τα περισσότερα μέρη του πράσινου πλοίου μπορούν να παραμείνουν χρήσιμα και σε καλή κατάσταση ακόμα και μετά τη διάλυση του πλοίου. Συγκεκριμένα το 98% του πλοίου μπορεί να ανακυκλωθεί σε αντίθεση με τα αεροπλάνα, που μόνο ένα 60% από το σύνολο του αεροσκάφους είναι ανακυκλώσιμο.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

#### 4.1 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΑΣΙΝΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΟΣ

#### ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Οι εξελίξεις σε παγκόσμιο επίπεδο (κλιματική αλλαγή, υπερπληθυσμός, αύξηση τιμών πετρελαίου) δημιουργούν ζήτηση για νέα προϊόντα στο ναυπηγικό τομέα, όπως συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, χρήση εναλλακτικών καυσίμων, απαιτήσεις ασφάλειας, αλλά και νέου τύπου πλοία. Οι πλοιοκτήτες επιλέγουν τα πλοία με βάση την αξιοπιστία, την τιμή και γενικά την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος, δηλαδή του μεταφορικού έργου. Η χρήση νέων τεχνολογιών γίνεται αναγκαία και από τις δραματικές αλλαγές που έχουν συντελεστεί στο διεθνές νομοθετικό πλαίσιο, όπου μια σειρά κανονισμών μπαίνουν άμεσα σε εφαρμογή σε σχέση με τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, τη διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, αλλά και από την αύξηση στις τιμές των καυσίμων. Οι τεχνολογικές μεταβολές στα πλοία (γιγαντισμός-εξειδίκευση) θα πρέπει να λειτουργούν σε αρμονία με τις μεταβολές που αφορούν στο περιβάλλον.

Η αναγκαιότητα για τα πράσινα πλοία, ουσιαστικά έγινε πιο έντονη μετά την κρίση του 2008 και καθώς έπειτα ολόκληρη η παγκόσμια οικονομία βυθίστηκε στην ύφεση. Επιπλέον οι υψηλές τιμές του πετρελαίου αλλά και τα περιορισμένα πλέον αποθέματα ενέργειας και καυσίμων, ώθησαν τη βιομηχανία προς νέες ενεργειακές διεξόδους. Παράλληλα, όμως με τις οικονομικές εξελίξεις, διεθνώς η περιβαλλοντική ανησυχία εντάθηκε σχετικά με τις εκπομπές των πλοίων. Είναι σαφές πως η μείωση των αέριων εκπομπών από τα πλοία αλλά και του οικολογικού αποτυπώματος συνολικά, δεν είναι δυνατό να συνεπάγεται μείωση των μεταφορών. Παρόλα αυτά η χρήση των πράσινων πλοίων είναι αναγκαία καθώς, η ανάπτυξη νέων τύπων καυσίμων αλλά και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται τα καθιστούν εξαιρετικά φιλικά προς το περιβάλλον, αλλά επίσης η κατασκευή των πράσινων πλοίων δίνει μια νέα ευκαιρία στην ναυπηγική βιομηχανία να ανακάμψει. Επίσης, υπάρχει η

δυνατότητα να αναπτυχθούν βιώσιμες, οικολογικές, οικονομικές δραστηριότητες και να δημιουργηθούν ή να διατηρηθούν δεκάδες χιλιάδες θέσεις εργασίας στον κλάδο.

Επιπλέον η αναγκαιότητα για τα πράσινα πλοία έχει να κάνει με τη βιωσιμότητα των λιμένων, τα οποία μπορεί να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις τους, εξασφαλίζοντας παράλληλα τη βιωσιμότητά τους μέσα από πιο υπεύθυνες σχέσεις με τις τοπικές κοινωνίες. Βλέπουμε λοιπόν πως εκτός από τους λόγους κοινωνικής ευθύνης της βιομηχανίας, απέναντι στην κοινωνία και το περιβάλλον, η ανάπτυξη των πράσινων πλοίων, αποτελεί έναν κινητήριο μοχλό για τις επενδύσεις και την ανάπτυξη.

#### 4.2 ΚΙΝΗΤΡΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΩΝ

##### ΠΛΟΙΩΝ

Αρκετά κίνητρα παρέχονται για το σχεδιασμό και τη λειτουργία πράσινων πλοίων από κυβερνητικά όργανα, καθώς και ιδιωτικές εταιρείες, όπως για παράδειγμα το Green Award, το οποίο υπόκειται σε ετήσιο έλεγχο και ισχύει για τρία χρόνια. Προγράμματα που αξιολογούν την ποιότητα παρέχουν πιστοποιητικά στα νέα πλοία τα οποία επιτυγχάνουν τους στόχους μείωσης των αέριων εκπομπών τους. Το λιμάνι του Long Beach<sup>67</sup>, σε μια προσπάθεια να προσελκύσει νέα πλοία με μειωμένες εκπομπές προσφέρει χρηματικά κίνητρα, σε κάθε πράσινο πλοίο που φτάνει στο λιμάνι. Επιπλέον η κυβέρνηση της Κορέας προσφέρει κίνητρα τα οποία περιλαμβάνουν και δάνεια με μικρότερο επιτόκιο σε όσους πλοιοκτήτες επιχειρούν να αγοράσουν πλοία, με πρόβλεψη μείωσης των αέριων ρύπων τους. Επιπλέον ένα σημαντικό κίνητρο που βοηθά στο σχεδιασμό πράσινων πλοίων είναι η χρηματοδότηση για τέτοια εγχειρήματα από το κράτος υπό μορφή επιδοτήσεων αλλά ακόμα και κάλυψης ενός μέρους του κεφαλαίου για την επένδυση. Επιπλέον, η παροχή φοροαπαλλαγών και άλλων ενεργειών αποτελούν κινητήρια δύναμη για την ανάληψη “πράσινων” πρωτοβουλιών από ιδιώτες. Σε ότι αφορά τη χορήγηση δανείων, ο DNV παρέχει ένα πιστοποιητικό για τα πλοία που έχουν εκπέμπουν λίγους αέριους ρύπους (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> και CO<sub>2</sub>). Όταν αυτό το πιστοποιητικό αποκτηθεί, τότε η χορήγηση του δανείου από την τράπεζα είναι εγγυημένη.

<sup>67</sup>[www.polb.com/greenship](http://www.polb.com/greenship).

#### 4.3 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Κατά την λειτουργία του πλοίου στο θαλάσσιο περιβάλλον, εκτός από το παραγόμενο μεταφορικό έργο, παράγονται και ανεπιθύμητα υποπροϊόντα, δηλαδή ρύπανση προς το περιβάλλον. Ως κόστος ρύπανσης του περιβάλλοντος μπορούμε να ορίσουμε την επιβάρυνση του πλανήτη και της κοινωνίας από το παραγόμενο μεταφορικό έργο των πλοίων που αφορά, όπως έχουμε αναλύσει στο πρώτο κεφάλαιο, στην ατμοσφαιρική, θαλάσσια, επίγεια ρύπανση αλλά και την ρύπανση κατά την διάρκεια ανακύκλωσης πλοίων.

Οι εταιρείες και οι πλοιοκτήτες γενικότερα πρέπει να παίρνουν τα κατάλληλα μέτρα για την αποτροπή της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τις ναυτιλιακές δραστηριότητες. Η ασφάλιση των πλοίων ουσιαστικά παίζει αυτό το ρόλο γιατί πέρα από τα τεχνικά μέτρα, μέσω αυτής προστατεύονται οι πλοιοκτήτες από μεγάλες δαπάνες σε περίπτωση ατυχηματικής ρύπανσης. Το κόστος της ασφάλισης ενός πλοίου κυμαίνεται περίπου στο 15%-40% του λειτουργικού κόστους<sup>68</sup> όπου ένα μέρος αυτού, αφορά την κάλυψη του πλοιοκτήτη έναντι ευθυνών του προς τρίτους π.χ. για πρόκληση θαλάσσιας ρύπανσης. Άρα είναι προτιμότερο να δαπανάται ένα μικρότερο πόσο σε ασφάλιστρα κάθε χρόνο παρά ένα τεράστιο κόστος σε περίπτωση ρύπανσης. Το κόστος της προστασίας του περιβάλλοντος μπορεί επίσης να χωριστεί σε δυο κατηγορίες:

A) Στη χρήση όλων των αντιρρυπαντικών τεχνολογιών που έχουμε προαναφέρει και οι οποίες είναι δαπανηρές. Ως αποτέλεσμα έχουμε την αύξηση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας ενός “πράσινου πλοίου” αφού σε κάθε περίπτωση ο ειδικός εξοπλισμός είναι ακριβός και απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.

B) Στην τήρηση όλων των κανόνων που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος και συνεπώς χαμηλότερο κόστος. Σε πολλές περιπτώσεις όμως η

---

<sup>68</sup> Γκιζιάκης Κ., Παπαδόπουλος Α., Πλωμαρίτου Ε. (2006) “Ναυλώσεις” Εκδόσεις Σταμούλη, Β’ έκδοση, σελ. 918-920

υιοθέτηση αυτών των κανόνων σημαίνει και χρήση των αντιρρυπαντικών τεχνολογιών.

Το κρίσιμο ερώτημα που τίθεται είναι τι συμφέρει πιο πολύ έναν πλοιοκτήτη. Βραχυπρόθεσμα είναι συμφέρουσα η λύση της τήρησης των κανόνων. Μακροπρόθεσμα όμως, όταν το πλοίο λειτουργεί με σύγχρονα μέσα και εξοπλισμό, έχει λιγότερες πιθανότητες να προκαλέσει ρύπανση και φυσικά είναι πιο ασφαλές. Αυτό έχει αντίκτυπο και στο ύψος των ναύλων που μπορεί να πετύχει το συγκεκριμένο πλοίο.

Συνολικά το κόστος της προστασίας από τη ρύπανση που μπορεί να προκαλέσει ένα πλοίο, επιμερίζεται σε κάθε χρόνο λειτουργίας και πραγματοποίησης κέρδους. Άρα το κόστος προστασίας του περιβάλλοντος και το κόστος λειτουργίας του πλοίου θα πρέπει να είναι μικρότερο από το κόστος της ρύπανσης και των ασφαλιστρών που καταβάλλονται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΑΡΞΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ, ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ

#### 5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΑΡΞΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Είναι γεγονός πως τα πράσινα πλοία αποτελούν μια νέα σελίδα στη ναυπηγική και πως η χρήση τους για εμπορικούς σκοπούς έχει πολλά πλεονεκτήματα σε ότι αφορά του περιβάλλον αλλά και σε ότι αφορά τα οικονομικά μεγέθη. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι τα παρακάτω:

- ▲ Καταρχήν η χρήση της τεχνολογίας με σκοπό τη μείωση των αερίων εκπομπών οδηγεί σταδιακά στη μείωση των αερίων ρύπων που διοχετεύονται στο περιβάλλον.
- ▲ Επιπλέον η μείωση των αερίων εκπομπών που συνεπάγεται τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, μειώνει το κόστος λειτουργίας του πλοίου, καθώς με τη σειρά τους μειώνονται τα λειτουργικά του έξοδα.
- ▲ Η επένδυση σε πράσινα πλοία, συνεπάγεται την αύξηση των επενδύσεων για επιπλέον ανάπτυξη τόσο σε εθνικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.
- ▲ Η μείωση των αερίων εκπομπών οδηγεί σε μείωση του οικολογικού αποτυπώματος του πλοίου συνολικά.
- ▲ Μείωση του κινδύνου οικολογικής καταστροφής από τα ναυτικά ατυχήματα
- ▲ Έρευνα και ανάπτυξη της τεχνολογίας προς την κατεύθυνση κατασκευής πιο ενεργειακά αποδοτικών πλοίων.

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που αναμφισβήτητα προκύπτουν, υπάρχει ο προβληματισμός πως τα πράσινα πλοία είναι σε πειραματικό στάδιο και η απόδοσή τους θα κριθεί στη θάλασσα. Επίσης, ένα βασικό ερώτημα είναι αν και κατά πόσο είναι δυνατόν να υπάρξει ομαλή μετάβαση χωρίς υψηλό κόστος από το επίπεδο της έρευνας στην αγορά.

## 5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Υπάρχει ένας συνεχής διάλογος σε ακαδημαϊκό επίπεδο σχετικά με την υπόθεση πως η εφαρμογή νέων τεχνολογιών μπορεί να οδηγήσει στη μείωση εκπομπών των πλοίων. Προς την κατεύθυνση αυτή αναπτύχθηκαν πολλές έρευνες σε πανεπιστήμια αλλά και από άλλους φορείς όπως το πρόγραμμα Hercules<sup>69</sup>, το οποίο αποτελεί ένα πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ένας βασικός στόχος του προγράμματος αυτού του έργου είναι η ανάπτυξη μιας νέας γενιάς πλοίων, η οποία θα είναι βέλτιστα αποτελεσματική και μειωμένων ρύπων ενώ σκοπός του προγράμματος είναι η δραστική μείωση των εκπομπών. Ταυτόχρονα η αύξηση της αποδοτικότητας των ναυτικών μηχανών, η οποία θα εφαρμοστεί στο μεγαλύτερο αριθμό πλοίων (νεότευκτων είτε ήδη υπάρχοντων) θα έχει θετική επίδραση σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι στόχοι του προγράμματος αυτού συνοψίζονται ως εξής<sup>70</sup>:

1. Μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 10%
2. Μείωση του διοξειδίου του θείου (σύμφωνα με τα πρότυπα του IMO 2000) κατά 20 %
3. Βελτίωση της αξιοπιστίας των μηχανών κατά 10%
4. Μείωση του κόστους του κύκλου ζωής

Η έρευνα για το πρόγραμμα αυτό κράτησε 43 μήνες και χωρίστηκε σε 54 μικρότερα προγράμματα για τους σκοπούς της έρευνας. Λόγω της αύξησης των τιμών των καυσίμων, την παγκόσμια οικονομική κρίση και την προσπάθεια για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, τα τελευταία χρόνια πολλές ναυτιλιακές εταιρείες, ναυπηγεία αλλά και κράτη έχουν εστιάσει την προσοχή τους στην ανάπτυξη πράσινων πλοίων. Από την άλλη πλευρά, σε πολλά πανεπιστήμια της Ευρώπης κυρίως έχουν δημιουργηθεί σχετικά προγράμματα σπουδών που σκοπό έχουν να εκπαιδεύσουν τους νέους επιστήμονες.

---

<sup>69</sup>High efficiency engine R&D on combustion with ultra-low emission for ships

<sup>70</sup>Shipping world & Shipbuilder (2004) Vol. 205, pp. 85.



Από τον διεθνή χώρο θα αναλύσουμε δύο τύπους πλοίων τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα πράσινων πλοίων. Το πρώτο είναι το Sea Horse type το οποίο αποτελεί πλοίο χύδην φορτίου 35.000 dwt handy size, και κατασκευάστηκε από την Grontmij Carl Bro<sup>71</sup>. Σχεδιάστηκε ώστε να ανταποκρίνεται στις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις. Οχτώ πλοία αυτού του τύπου βρίσκονται υπό παραγγελία σε κινέζικα ναυπηγεία και ο σχεδιασμός του βασίζεται στο προηγούμενο handy που σχεδιάστηκε από την Grontmij | Carl Bro τύπου Diamond 34.

Τα πλοία τύπου Sea Horse είναι πλοία που ο σχεδιασμός τους είναι προσανατολισμένος στο μέλλον και ενσωματώνουν ένα ευρύ φάσμα από λειτουργικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τους αναμενόμενους κανονισμούς ασφαλείας.

Κατά το σχεδιασμό τους έχει δοθεί έμφαση στα ακόλουθα στοιχεία:

- Η οικονομική λειτουργία / συντήρηση
- Να είναι φιλικά προς το περιβάλλον
- Ευελιξία και τα τη φόρτωση και την εκφόρτωση
- Οι μελλοντικές ρυθμίσεις για Bulk Carriers
- Ασφάλεια
- Να γίνεται χρήση πράσινων τεχνολογιών

Τα Seahorse 35 τα οποία κοστίζουν 5 εκατομμύρια περισσότερο, πόσο το οποίο αντιστοιχεί στο 20% της αξίας ενός νεότευκτου συμβατικού πλοίου μπορούν να επιτύχουν μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 20 %, μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub> κατά 90% και μείωση των εκπομπών SO<sub>x</sub> κατά 79%<sup>72</sup>.

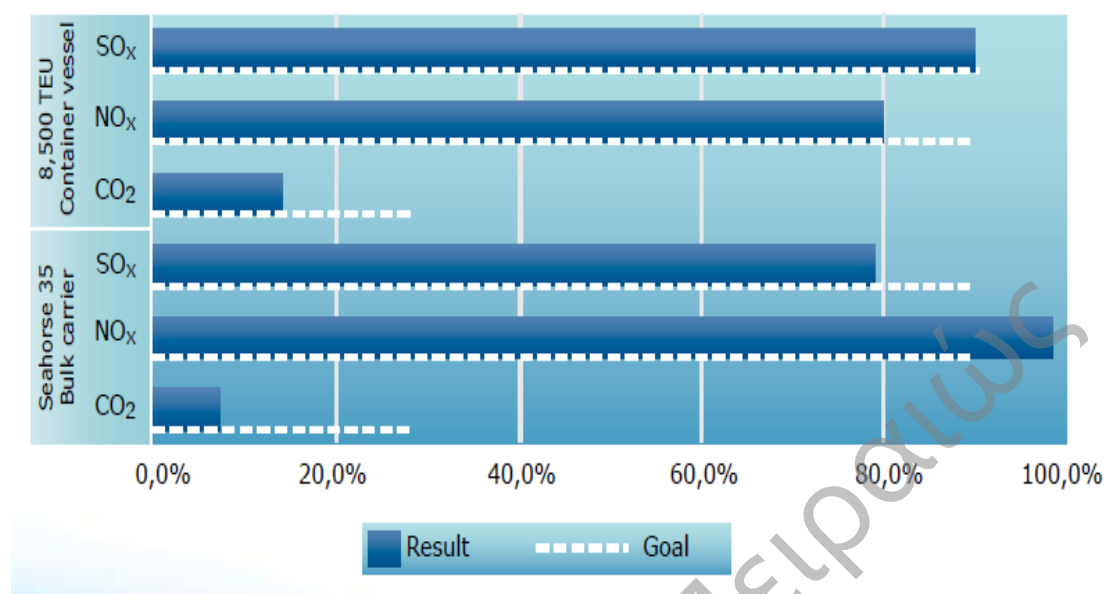
Ένα άλλο πλοίο που αποτελεί παράδειγμα πράσινου πλοίου είναι ένα container ship 8500 TEU, το οποίο κατασκευάστηκε στα ναυπηγεία Odense Steel κατά την περίοδο 2003-2004 και αποτελεί ένα τυπικό σχέδιο της εποχής, δηλαδή γρήγορο πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Η αξία κατασκευής τους υπερβαίνει την αξία ενός νεότευκτου πλοίου κατά 10 εκατομμύρια ευρώ, που αποτελεί το 10% της αξίας του. Σε ότι αφορά τις μειώσεις των εκπομπών αερίων ρύπων, η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> φθάνει το 11-14 %, ενώ η μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub> και SO<sub>x</sub> αγγίζει το 80 έως και 98% αντίστοιχα.

---

<sup>71</sup><http://www.grontmij.dk/en/Pages/Default.aspx>

<sup>72</sup><http://www.greenship.org/fpublic/greenship/dokumenter/Downloads%20-%20maga/Concept%20studies%20-%20FINAL/GSF%20Bulk%20Carrier%20Concept%20Study%20-%20FINAL.pdf>

Στο σχήμα 4 μπορούμε να δούμε το αποτέλεσμα της μείωσης των αέριων ρύπων σε σύγκριση με τους στόχους που είχαν τεθεί.



**Σχήμα 4: Αποτέλεσμα της μείωσης των αέριων ρύπων σε σύγκριση με τους στόχους.**

Πηγή: Green Ship of the Future

[www.greenship.org/lowemissionconceptstudy/8500teucontainervesselstudy/](http://www.greenship.org/lowemissionconceptstudy/8500teucontainervesselstudy/)

### 5.3 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Οι παρούσες συνθήκες που επικρατούν στην αγορά, σε συνάρτηση με τις τιμές των ναυτιλιακών καυσίμων, αλλά και παράλληλα το κόστος των ναυπηγήσεων, καθιστούν βραχυπρόθεσμα ως μη επικερδή επένδυση την κατασκευή ενός πλοίου τύπου eco διότι το κόστος κατασκευής του είναι σημαντικά μεγαλύτερο από ένα συμβατικό πλοίο. Ωστόσο μακροπρόθεσμα και εφόσον οι συνθήκες της αγοράς καλυτερεύσουν, το μέλλον φαίνεται ότι ανήκει στα “πράσινα” πλοία. Παρόλα αυτά αποτελεί μεγάλη πρόκληση αλλά και ευκαιρία για όλα τα ευρωπαϊκά ναυπηγεία η αφομοίωση μιας ταχείας εφαρμογής των καινοτομιών που θα προλάβουν τον διεθνή ανταγωνισμό, ιδιαίτερα βέβαια μέσα σε ένα πολύ δύσκολο οικονομικό κλίμα.

Οι σημερινές τιμές ναυπήγησης πράσινων πλοίων, είναι τέτοιες που δεν μπορούν να στηρίξουν μια επένδυση ναυπήγησης μιας σειράς πλοίων από έναν πλοιοκτήτη χωρίς αυτός να έχει την βούληση να πληρώσει περισσότερα χρήματα βραχυπρόθεσμα. Προκειμένου να μειωθούν οι εκπομπές αλλά και η ενέργεια που

καταναλώνουν τα πλοία, απαιτείται η δημιουργία μιας μακροπρόθεσμης πολιτικής ανάπτυξης της τεχνολογίας. Είναι πάντως γεγονός πως το νομοθετικό πλαίσιο και η θέσπιση αυστηρότερων κανόνων σχετικά με τις εκπομπές αέριων ρύπων θα επηρεάσουν σημαντικά την εικόνα της ναυτιλίας.

Από την άλλη, η αύξηση στη τιμή των καυσίμων αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που θα επηρεάσει επιπλέον την εξέλιξη των πράσινων πλοίων. Καθώς αυξάνεται η τιμή των καυσίμων, τα πράσινα πλοία γίνονται πιο ανταγωνιστικά, εφόσον έχουν την επιλογή χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων μορφών ενέργειας.

Η τεχνολογική πρόοδος, ενδέχεται να επηρεάσει εξίσου σημαντικά την εξέλιξη των πλοίων καθώς η κατασκευή αποδοτικότερων μηχανών και εξοπλισμού, θα μπορούν να μειώσουν την εκπομπή αερίων και κατά συνέπεια το κόστος λειτουργίας του πλοίου, ενώ θα απαιτούν λιγότερη συντήρηση εξοικονομώντας χρόνο και εργατικό δυναμικό.

#### 5.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ

Για να αντιληφθούμε πως λειτουργεί στην πράξη ένα πράσινο πλοίο, θα δούμε κάποια παραδείγματα από τον διεθνή χώρο. Το πρώτο παράδειγμα είναι ακόμα στο στάδιο της μελέτης, όμως είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της φιλοσοφίας στην κατασκευή πλοίων τις επόμενες δεκαετίες.

Η εταιρεία NYK μετά από χρόνια έρευνας και ανάπτυξης πράσινων τεχνολογιών έχει σχεδιάσει το πλοίο NYK Super Eco Ship 2030, δηλαδή το πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων του μέλλοντος. Το καθαρό περιβάλλον αποτελεί δημόσιο αγαθό και για να ζήσουμε σε έναν καθαρό πλανήτη, η ναυτιλία θα πρέπει όπως έχει προαναφερθεί, να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης, θα πρέπει να ανακαλύψει νέους τρόπους για την παροχή ενέργειας στα πλοία τα οποία θα πρέπει να σχεδιάζονται με γνώμονα τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις. Το πλοίο NYK Super Eco Ship 2030 είναι σε θέση να ανταποκριθεί σε αυτές τις απαιτήσεις αφού μπορεί να πετύχει μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 70% εν συγκρίσει με άλλα πλοία παρόμοιου μεγέθους και δυνατοτήτων. Αυτό οφείλεται αρχικά στην μείωση του βάρους του άφορτου πλοίου εισάγοντας ένα μοντέρνο σύστημα πρόωσης. Χρησιμοποιεί κυψέλες καύσιμου με αποτέλεσμα να έχει μεγάλη ενεργειακή

αποδοτικότητα, ενώ στον εξοπλισμό του περιλαμβάνονται ιστία και φωτοβολταικά πάνελ αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας. Ταξιδεύοντας είναι δυνατόν να έχει όλα τα πλεονεκτήματα από την χρήση μια τόσο καθαρής μορφής ενέργειας όπως είναι ο ήλιος. Τα φωτοβολταικά πάνελ καλύπτουν τον χώρο πάνω από το κυρίως κατάστρωμα (main deck) σε μια επιφάνεια 31.000 m<sup>2</sup> παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια ισχύος 9MW. Τα πάνελ είναι τοποθετημένα και στις πλευρές του πλοίου επάνω από την ίσαλο γραμμή και έχουν την δυνατότητα να ρυθμίζουν την θέση τους ως προς τον ήλιο προκειμένου να έχουμε μέγιστη απορρόφηση θερμότητας.

Το πλήρωμα του NYK Super Eco Ship 2030 σχεδιάζει την πορεία πλεύσης με βάση τις καιρικές συνθήκες και χρησιμοποιεί τεχνολογίες βελτιστοποίησης της ταχύτητας. Επίσης στο πλοίο υπάρχει εγκατεστημένο λογισμικό βέλτιστης διαγωγής και έλεγχου της συντήρησης. Όταν οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν, το πλοίο χρησιμοποιεί οχτώ αναδιπλούμενα ιστία για να επωφεληθεί από τον άνεμο ο οποίος αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η επιφάνεια των ιστίων είναι 4.000 m<sup>2</sup>

Στον εξοπλισμό περιλαμβάνονται υπερσύγχρονα μέσα επικοινωνίας, τα οποία συντελούν στην ευχάριστη διαβίωση του πληρώματος αφού η επικοινωνία με την στεριά είναι εύκολη.

Η γενική διάταξη (general arrangement) του πλοίου χαρακτηρίζεται από τους δυο χώρους μεταφοράς κοντεινερ, στο κατάστρωμα και στα αμπάρια, τα οποία έχουν αποδοτική διάταξη μεταφοράς φορτίου. Η διάταξη αυτή μειώνει το εκτόπισμα και αυξάνει την ενεργειακή αποδοτικότητα. Μια μονάδα παραγωγής ενέργειας, αντικαθιστά το παραδοσιακό μηχανοστάσιο, αφού η παραγωγή ενέργειας γίνεται στο προωαίο τμήμα του караβιού και στο πρυμναίο τμήμα υπάρχουν ηλεκτρομηχανές ενώ η διανομή ηλεκτρικού φορτίου γίνεται από υπεραγωγία καλώδια προκειμένου να αποφευχθεί η απώλεια ισχύος. Ως προς την πρόωση, δυο προπέλες εντός σήραγγας παράγουν την απαιτούμενη ώση, ενώ άλλες δυο αντιπεριστρεφόμενες προπέλες τοποθετημένες απέναντι από τους αγωγούς, λειτουργούν παράλληλα και ως πηδάλια και ταυτόχρονα αυξάνουν την αποδοτικότητα του συστήματος πρόωσης.

Για να μειωθεί η αντίσταση τριβής, φυσαλίδες αέρα εκτοξεύονται κάτω από την πλώρη και διατρέχουν όλο τον πυθμένα του πλοίου δημιουργώντας ένα κενό ανάμεσα στο κύτος και το οριακό στρώμα νερού, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση καύσιμου κατά περίπου 10%.

Το πλοίο διαθέτει και πλευρικές προωραίες προπέλες για μεγαλύτερη ελικτικότητα σε κίνηση εντός λιμένα χωρίς να χρειάζεται την βοήθεια ρυμούλκων για την πρόσδεση στον προβλήτα και την προσέγγιση στην θέση παραβολής. Για την φόρτωση και εκφόρτωση των κοντεινερ, υπάρχει ειδικό σύστημα διαχείρισης τους τόσο στο κατάστρωμα όσο και στα αμπάρια το οποίο μειώνει το χρόνο παραμονής στο λιμάνι κατά 50%. Τα κοντεινερ του κύριου καταστρώματος εκφορτώνονται από τις κλασσικές γερανογέφυρες των λιμανιών, ενώ για αυτά των αμπαριών έχει προβλεφθεί γερανός μέσα σε κάθε αμπάρι με είσοδο και έξοδο από ανοίγματα στις πλευρές του πλοίου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται άριστη συνεργασία πλοίου με την ανωδομή του τερματικού στο οποίο δένει.

Η κύρια πηγή ενέργειας του NYK Super Eco Ship 2030 είναι LNG (Liquefied Natural Gas) σε κυψέλες καυσίμου το οποίο παράγει 30% λιγότερο CO<sub>2</sub>. Το πλοίο αυτό αποτελεί ένα πολύ καλό παράδειγμα για το πως η χρήση όλων των παραπάνω τεχνολογιών μπορεί να οδηγήσει σε ένα φιλικό προς το περιβάλλον πλοίο και πιο βιώσιμη ναυτιλία.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του πλοίου είναι τα παρακάτω<sup>73</sup>:

Ολικό μήκος: 352,0 m

Μήκος μεταξύ καθέτων: 343,0 m

Πλάτος στην ίσαλο γραμμή: 43,0 m

Μέγιστο πλάτος: 54,6 m

Ύψος μέχρι το κυρίως κατάστρωμα: 24,0 m

Βύθισμα αναφοράς: 11,5 m

Μέγιστο Βύθισμα: 13,0 m

Ύψος μέχρι τα ιστία: 78,0 m

Κύτος: Διπλό κύτος

Σταθμίδα γάστρας: κλειστού τύπου

Μεταφορική ικανότητα: 8.000 TEU

Εντός αμπαριών: 4.470 TEU

Κυρίως κατάστρωμα: 3.530 TEU

Κοντεινερ μεταφοράς κατεψυγμένων προϊόντων: 500 TEU

Καύσιμο: 2.000 ton LNG

---

<sup>73</sup> NYK (2009) [www.nyk.com/english/csr/envi/ecoship/](http://www.nyk.com/english/csr/envi/ecoship/), τελευταία επίσκεψη 14/09/2014.

Έρμα: ballast free

Deadweight<sup>74</sup>: 70.000 ton

Ισχύς προώσεως: 44.000 KW

Προπέλες: Δίδυμες αντιπεριστρεφόμενες προπέλες

Παραγωγή ηλεκτρικής Ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές: 31.000 m<sup>2</sup>  
φωτοβολταϊκών πάνελ, επιφάνειες ιστίων 4.000 m<sup>2</sup>



**Εικ. 11: Το πλοίο NYK Super Eco Ship 2030**

Πηγή: [www.nyk.com/english/csr/envi/ecoship/](http://www.nyk.com/english/csr/envi/ecoship/)

Υπάρχουν πολλά πλοία από τον διεθνή χώρο τα οποία έχουν κατασκευαστεί και είναι εν λειτουργία. Πολλά από αυτά είναι στο στάδιο της εξέλιξης των νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν και άλλα λειτουργούν ως πρωτότυπα σκάφη με βάση τα οποία θα γίνουν οι σχεδιάσεις της επόμενης γενιάς. Παγκοσμίως υπάρχουν πολλά τέτοια σκάφη και τα πιο χαρακτηριστικά είναι τα παρακάτω:

<sup>74</sup> Το Deadweight περιλαμβάνει τα καύσιμα και λιπαντικά, το τροφοδοτικό και πόσιμο νερό, τα εφόδια, τα χρώματα και γενικά τις καταναλώσιμες ύλες, το πλήρωμα και τις αποσκευές του, τους επιβάτες και τις αποσκευές τους και κυρίως το μεταφερόμενο φορτίο.

Ένα κλασικό παράδειγμα πράσινου πλοίου είναι το σκάφος μεταφοράς εφοδίων “Viking Lady”. Το συγκεκριμένο παράδειγμα αφορά πλοίο στο οποίο έχουμε επίδειξη τεχνολογίας και είναι ταξινομημένο στον DNV (κατηγορία 1A1). Παραδόθηκε στον πλοιοκτήτη του τον Απρίλιο του 2009. Με το πρόγραμμα έρευνας και ανάπτυξης (R&D) Fellowship από τον DNV, τοποθετήθηκε ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας με κυψέλες καυσίμου ισχύος 330 kW στο πλοίο. Το σύστημα παρείχε ισχύ για πάνω από 7.000 ώρες αποδεικνύοντας έμπρακτα την χρησιμότητα του εν λόγω εγχειρήματος.

Η μονάδα κυψελών καυσίμου είχε αποδοτικότητα περίπου 55% συμπεριλαμβανομένης και της ανάκτησης θερμότητας. Η τοποθέτηση έγινε με βάση τους κανονισμούς του DNV<sup>75</sup>.



**Εικ. 12: Το πλοίο Viking Lady**

Το LNG είναι το βασικό καύσιμο παραγωγής ενέργειας στο “Viking Lady” και με βάση την τοποθέτηση, οι κυψέλες καυσίμου αποδίδουν ενέργεια σε συνεχές ρεύμα το οποίο με την σειρά του συνδέεται με το εναλλασσόμενο ρεύμα του πλοίου μέσω μετατροπέα. Το 2009 το σκάφος δεξαμενίστηκε ώστε να γίνει επίδειξη της διασύνδεσης των κυψελών καυσίμου με τα κλασικά μηχανολογικά μέρη του πλοίου.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του πλοίου είναι:

---

<sup>75</sup> DNV (2012), “Fuel Cells for Ships, Research and Innovation Position Paper”, pp. 18.

Ολικό μήκος: 92,2 m  
Πλάτος: 21,0 m  
Gross Tonnage: 6.100 ton  
Deadweight: 5.900 ton  
Πλήρωμα: 25  
Επιφάνεια καταστρώματος: 945m<sup>2</sup>  
Μεταφορική ικανότητα έρματος: 3.518 m<sup>3</sup>  
Μεταφορική ικανότητα γλυκού νερού: 993 m<sup>3</sup>

Μια ακόμα περίπτωση eco-friendly πλοίου είναι το πλοίο Planetsolar. Είναι το μεγαλύτερο το οποίο κινείται με ηλιακή ενέργεια. Έχει μήκος 31 m και είναι τύπου Catamaran. Διαθέτει πλευρικά πτερύγια τα οποία ενισχύουν την ευστάθειά του, 500 m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών στο κατάστρωμα του, αλλά και πιλοτήριο στο μέσο της υπερκατασκευής. Το Planetsolar έχει εκτόπισμα 60 ton, μπορεί να φιλοξενήσει μέχρι 50 επιβάτες και έχει υπηρεσιακή ταχύτητα 15 κόμβων. Το πρωτότυπο αυτό πλοίο κατασκευάστηκε από το ναυπηγείο Knierim Yacht Club στο Κίελο της Γερμανίας.



**Εικ. 13: Το πλοίο “Planetsolar”.**

Τέλος το πλοίο MV “Beluga” είναι φορτηγό πλοίο το οποίο κινείται με αιολική ενέργεια. Στηρίζεται στην τεχνολογία Skysails, όπου το πλοίο έχει πρόσθετη πρόωση από ιστία επιφάνειας περίπου 5.000 m<sup>2</sup>. Τα ιστία αυτά μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου από 30 έως 50% ανάλογα βεβαίως με τους ανέμους που



πνέουν. Η καθέλκυση του MV “Beluga” έγινε στο Αμβούργο στα τέλη του 2007. Το πιο σημαντικό είναι ότι η τεχνολογία Skysails μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγάλο αριθμό πλοίων ανεξαρτήτως τύπου. Αν το εγχείρημα του μηχανικού-εφευρέτη των Skysails, Στέφαν Βράγκε πετύχει, εκτιμάται ότι οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα θα μειωθούν κατά 142 εκατομμύρια τόνους ετησίως, ποσότητα αντίστοιχη του 15% των συνολικών εκπομπών στη Γερμανία.



**Εικ. 14: Το πλοίο MV “Beluga”.**

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Επικρατεί η άποψη πως τα πράσινα πλοία είναι αυτά που θα προσδιορίσουν το μέλλον της ναυτιλίας. Ο μετασχηματισμός της ναυτιλίας σε “πράσινη” αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία αυτό όμως που είναι σίγουρο, είναι πως θα μεταστρέψει ουσιαστικά το κλίμα απέναντι στη ναυπηγική βιομηχανία η οποία κατηγορείται συχνά ως ένας παράγοντας ρύπανσης της ατμόσφαιρας.

Η ανάπτυξη και η χρήση νέων τεχνολογιών, που σκοπό έχουν τη μείωση των εκπομπών, αποτελούν το έναυσμα για μια πιο “πράσινη” και βιώσιμη ανάπτυξη στη ναυτιλία. Σημαντικό προς αυτή την κατεύθυνση είναι και το έργο και οι δράσεις του

IMO, που με τους κανονισμούς και τις δράσεις του, καθορίζει την περιβαλλοντική μελέτη του σχεδιασμού και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου που θα πρέπει να αξιολογείται με τη χρήση νέων μέτρων ενεργειακής επόδοσης και νέων δεικτών του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού. Λειτουργικές βελτιώσεις του σχεδιασμού, όπως για παράδειγμα συστήματα διαχείρισης θαλασσίου έρματος και συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων, θα χαρακτηριστούν από τις αναδυόμενες νομοθετικές ρυθμίσεις αλλά και από τις απαιτήσεις και τις τάσεις της βιομηχανίας. Προς αυτή τη κατεύθυνση δημιουργήθηκε και το πρόγραμμα Green Ships of the future. Το πρόγραμμα αναπτύχθηκε από μια ιδέα που προέκυψε ως μια συνεργασία μεταξύ των 15 δανών εταιρών, συμπεριλαμβανομένων ναυτιλιακών εταιρειών, των προμηθευτών τους, αλλά αρκετών ιδρυμάτων της Δανίας. Η πρόκληση και ο στόχος του "Green Ships of the Future" ήταν η μείωση των βιομηχανικών εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 30% και τα οξείδια του αζώτου και του θείου κατά 90%. Η πρωτοβουλία χρησιμοποιεί τις υπάρχουσες τεχνολογίες και να αναπτύσσει τις δικές της νέες τεχνολογίες.

Ταυτόχρονα όμως με την τεχνολογική ανάπτυξη προς αυτή την κατεύθυνση, πρέπει να συντελέσουν και άλλες δράσεις, όπως η εκπαίδευση και η καλλιέργεια οικολογικής συνείδησης στο προσωπικό και στα πληρώματα των πλοίων. Παράλληλα, εξίσου σημαντικός είναι και ο ρόλος των λιμένων καθώς πρέπει να υπάρξει ένας συνεχής διάλογος μεταξύ των λιμένων και των πλοιοκτητών, ο οποίος θα είναι αναγκαίος για την ολοκλήρωση του περιβαλλοντικού πάζλ και να αναπτύξουν τις εγκαταστάσεις και τις υποδομές αιχμής με τον καλύτερο πρακτικό και αειφόρο τρόπο προς το περιβάλλον. Για τους πλοιοκτήτες, η ναυπήγηση ενός πράσινου πλοίου εκτός από συμβολή στη προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί και έναν τρόπο να μειώσουν τις λειτουργικές δαπάνες του πλοίου καθώς η χρήση εναλλακτικών, φθηνότερων καυσίμων, αποτελεί έναν πιο οικονομικό τρόπο λειτουργίας του πλοίου.

Το εγχείρημα, των πράσινων πλοίων είναι ακόμα σε πρώιμα στάδια, αλλά αποτελεί πρόκληση για ολόκληρο τον ναυτιλιακό κόσμο καθώς η απόδοση του πλοίου κρίνεται στη θάλασσα.

Η τάση που διαφαίνεται έχει περιγράψει στην παρούσα εργασία. Όμως οι τεχνολογικές εξελίξεις προχωρούν με ραγδαίους ρυθμούς και είναι πολύ πιθανό να

δούμε νέες και πιο φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες που να αλλάζουν δραματικά την μορφή των πλοίων όπως την ξέρουμε σήμερα.

Συνοψίζοντας λοιπόν πρέπει να τονίσουμε, πως η σημαντική αυτή εξέλιξη, πρέπει να ενισχυθεί από όλους τους φορείς, κυβερνητικούς και θεσμικούς, καθώς το μέλλον της ναυτιλίας αλλά και του περιβάλλοντος κρίνεται σημαντικά από τέτοιες πρωτοβουλίες.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

- Αυγουστίδη Βάλια, (Ιούνιος 2010), «Κλιματική αλλαγή, αρχίζοντας από τα βασικά», Περιοδικό “Maritech News”
- Βλάχος Γ.,( 2007), «Διεθνής Ναυτιλιακή Πολιτική» Β έκδοση, Αθήνα. Εκδ. Σταμούλης
- Γκιζιάκης Κ., Παπαδόπουλος Α., Πλωμαρίτου Ε. (Αθήνα 2006) “Ναυλώσεις” Εκδόσεις Σταμούλη, Β’ έκδοση Σελ 918-920.
- Κολλι니아τής Ιωαν. (2006 - Α’ έκδοση 1982) «Ναυπηγία», Πειραιάς, Εκδ. Ναυτικών και Τεχνικών βιβλίων
- Παρδάλη Ι. Αγγελική, (2007) «Οικονομική και Πολιτική των Λιμένων» Αθήνα, Εκδόσεις Σταμούλης
- Περιοδικό “Maritech News” (Ιούνιος 2010), «Αέρια Ρύπανση και Ναυτιλία», σελ. 76
- Περιοδικό Maritech News (Ιούνιος 2010) “Fouling vs Anti-fouling” (MER 1996b)
- Τσελέντης Β. (2009) «Απαγόρευση χρήσης ΤΒΤ Υφαλοχρωμάτων – Επιπτώσεις στη Ναυτιλία» [διαθέσιμο στο <https://eclass.unipi.gr/modules/document/document.php?course=NAS211>]
- Τσελέντης Β. (2008), «Διαχείριση θαλάσσιου περιβάλλοντος και ναυτιλία», Πειραιάς, Εκδ. Σταμούλης
- Σακελλαριάδου Φ. (2013), «Ρύπανση και Ναυτιλία» <https://eclass.unipi.gr/modules/document/document.php?course=NAS118&openDir=/4adde4a4tzmc>

### Ξενόγλωσση

- Asariotis R., H. Benamara, (2012) “Maritime Transport and the Climate Change Challenge”, pp. 92.

- Conference on Technologies (LCS 2011), 22-24 June, Operations, Logistics and Modeling for Low Carbon Shipping, Glasgow, UK
- Dasgupta S. (2011) “Maersk’s Triple-E Vessels: The World’s Largest Container Ships Might Change the Face of Shipping Industry”.
- DNV (2012), “Fuel Cells for Ships, Research and Innovation Position Paper”.
- European Marine Equipment Council, (April 2010), “Green Ship Technology Book”, 2<sup>nd</sup> edition, pp. 5-21.
- Great Britain Parliament: House of Commons: Energy and Climate Change Committee, (2012). “The EU emissions trading system: tenth report of session 2010-12”, pp.89
- Green Ship Magazine (2009), “Green Ship of the Future” pp. 5-35.
- Gossling S. (2011) “Carbon Management in Tourism. Mitigating the Impacts on Climate Change”, pp.117.
- Hayashi Y., Rothengatter W., Schade W. (2011), “Transport Moving to Climate Intelligence: New Changes for Controlling Climate Impacts of Transport after the Economic Crisis”, pp. 33.
- IMO (2008b), “A mandatory CO2 Design Index for new ships,” Submitted by Denmark, Marshall Islands, BIMCO, ICS, INTERCARGO, INTERTANKO and OCIMF, MEPC 57/4/3.
- IMO (2010), “Report of the Working Group on Energy Efficiency Measures for Ships. Annex 2. Guidelines for calculation of reference lines for use with the Energy Efficiency Design Index. Paper MEPC 61/WP.10 Annex 2”, International Maritime Organization, London, UK.
- Khoo, Y. K. K., & Ölçer A. İ. (2011). “Life-cycle impact analysis of green ship design/operation alternatives based on environmental and monetary aspects”. International
- Kristian O. et al. (2011) “Yearbook of International Environmental Law 2009”, pp. 307.
- Kurukulasuriya L., N.A. Robinson, (2006). “Training manual on international environmental Law”. pp. 238.
- Moller A. P. – Maersk Vessels (2007), “Environmental Report”

- Patel M. R. (2012). “Shipboard Propulsion, Power Electronics and Ocean Energy”, pp. 254.
- Rawson K. J. and E.C. Tupper, “Basic Ship Theory”, Volume 1, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. Sands P. et.al. (2012). “Principles of International Environment Law”, pp. 385.
- Shipping world & Shipbuilder (2004) Vol. 205, pp. 85
- Spyrou A.G. (2010) “Global Climate Change and the Shipping Industry”. pp. 229
- Stevens H. (2009) “The Institutional Position of Seaports: An International Comparison”. pp. 76
- Tzannatos S. Ernestos, “Ship Technical Efficiency”, University of Piraeus
- Wartsila (2007) “Alternative fuels for medium speed diesel engines”

#### Διαδικτυακές πηγές

- Bimco(2012)[https://www.bimco.org/en/Reports/Market\\_Analysis/2012/0912\\_ECOshipsFinancing.aspx](https://www.bimco.org/en/Reports/Market_Analysis/2012/0912_ECOshipsFinancing.aspx),
- Department of Economics and Social Affairs, 2011. “Balancing the pillars for sustainable development”  
<http://www.un.org/en/development/desa/news/sustainable/sustainable-development-pillars.html>
- Green Ship of the Future (2010) “Green Ship Technology Book”:  
<http://tefles.eu/wpcontent/uploads/downloads/EM%20Green%20Ship%20Technology%20Book.pdf>>.
- Green Ship Technology Book. (2010):  
<http://tefles.eu/wpcontent/uploads/downloads/EMEC-%20Green%20Ship%20Technology%20Book.pdf>>.
- ICS (2009) “Shipping, World Trade and the Reduction of CO2 Emissions”. International Chamber of Shipping, London, UK.
- IMO (2011) “Ballast Water Management”,

[www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx](http://www.imo.org/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx)

- IMO (2010) “Flag State Implementation” Chapter V. pp. 92
- IMO (2009) “Greenhouse Gas Emissions”  
<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx>.
- IMO (2012) “Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP). ANNEX 9MEPC63/23”, London, UK.
- IMO (2009) “Interim Guidelines on the Method of Calculation of the Energy Efficiency Design Index for New Ships”. Circular MEPC.1/Circ.681. International Maritime Organization, London, UK.
- ISRA. on line:I.S.R.A.<http://www.isra-dis.nl/>
- Khoo, Y. K. K., & Ölçer A. İ. (2011). “Life-cycle impact analysis of green ship design/operation alternatives based on environmental and monetary aspects”. International Conference on Technologies, Operations, Logistics and Modelling for Low Carbon Shipping, (LCS 2011), 22-24 Ιουνίου, Γλασκόβη, UK.
- MAN Diesel (2007), “DieselFacts“, <http://www.manbw.com>.
- Mc Farlane James, (2008) “Address Speech on 3<sup>rd</sup> International Intercessional Meeting of the IMO Working Group on Ship Recycling in Nantes”, France (21-25January 2008) I.S.R.A. <[http:// www.isradis.com/documents/Speech%20by%20 member%20 Kames\\$20Mc%20Farlane.pdf](http://www.isradis.com/documents/Speech%20by%20member%20Kames$20Mc%20Farlane.pdf)>
- NYK (2009) [www.nyk.com/english/csr/envi/ecoship/](http://www.nyk.com/english/csr/envi/ecoship/).
- OECD (2011), “Green Growth in Korea” July 2011.  
<http://www.oecd.org/sti/industryandglobalisation/48328071.pdf>>
- Pike K. et al. (2011) “Global Sustainable Shipping Initiatives: Audit and Overview 2011.A report for WWF”, Southampton Solent University, School of Maritime and Technology.
- Professor Yonghwan Kim, (11 July – 2 September 2011), “Green ship design and technology”, the LRET Research Collegium Southampton.

- Timlen Thomas, BIMCO, (25 March 2010), “Reduction of the global environment impact of seagoing transportation, how does international shipping contribute?” GSF Conference, Singapore.
- [www.ecomarinepower.com/en/wind-and-solar-power-for-ships](http://www.ecomarinepower.com/en/wind-and-solar-power-for-ships)
- [www.environmentalshipindex.org/Public/Home](http://www.environmentalshipindex.org/Public/Home)
- [www.greenship.org/fpublic/greenship/dokumenter/Downloads%20-%20maga/Concept%20studies%20-%20FINAL/GSF%20Bulk%20Carrier%20Concept%20Study%20-%20FINAL.pdf](http://www.greenship.org/fpublic/greenship/dokumenter/Downloads%20-%20maga/Concept%20studies%20-%20FINAL/GSF%20Bulk%20Carrier%20Concept%20Study%20-%20FINAL.pdf)
- [www.marinediesels.info/2\\_stroke\\_engine\\_parts/Other.../dual\\_fuel.html](http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/Other.../dual_fuel.html)
- [www.grontmij.dk/en/Pages/Default.aspx](http://www.grontmij.dk/en/Pages/Default.aspx)
- [www.marineinsight.com/sports-luxury/futuristic-shipping/maersk%E2%80%99s-triple-e-vessels-the-worlds-largest-container-ships-might-change-the-face-of-shipping-industry/](http://www.marineinsight.com/sports-luxury/futuristic-shipping/maersk%E2%80%99s-triple-e-vessels-the-worlds-largest-container-ships-might-change-the-face-of-shipping-industry/)
- [www.polb.com/greenship](http://www.polb.com/greenship)