

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**στην**

**ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**«Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης: Τεχνο-  
οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση»**

**ΠΟΛΙΤΗΣ ΞΕΝΟΦΩΝ**

**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 2016**

## **ΔΗΛΩΣΗ COPYRIGHT**

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

## **ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

«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:

- Καθηγητής, Τζανάτος Ερνέστος (Επιβλέπων)
- Καθηγητής, Παπαδημητρίου Ευστράτιος
- Καθηγητής, Πολέμης Διονύσιος

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

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, καθηγητή Ερνέστο Τζαννατο για την πολύτιμη καθοδήγηση του την εμπιστοσύνη και κατανόηση που μου έδειξε. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φίλο μου Ζαννή Κωστάλα (ναυπηγός)τον πατέρα μου Φραγκούλη Πολίτη (1<sup>ος</sup> μηχανικός) και Κατερίνα Στάμου(Δασκάλα) οι οποίοι με τα πλούσια πνευματικά προσόντα και τις γνώσεις τους συνέβαλαν ουσιαστικά στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Τις ευχαριστίες μου εκφράζω και στους καθηγητές Παπαδημητρίου Ευστράτιο και Πολέμη Διονύσιο που δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής εργασίας.Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Φραγκούλη και Άννα, καθώς και τον αδερφό μου Γεωργιο, που με υπομονή και κουράγιο πρόσφεραν την απαραίτητη ηθική συμπαράσταση για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ABSTRACT .....	10
1. Εισαγωγή.....	11
1.1. Θεωρητικό υπόβαθρο .....	11
2.Ανάλυση οικονομικών επιπτώσεων της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) .....	12
2.1. Σχέση ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμου: .....	12
2.2 Ναυτιλιακή αγορά.....	14
2.2.1. Ζήτηση .....	14
2.2.2 Προσφορά .....	17
2.2.3 Η πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα: .....	18
2.3 Μεθοδολογία.....	20
3.Οικονομική επίδραση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) .....	22
3.1. Εμπορικές διαδρομές και οι αποστάσεις των λιμένων.....	22
3.2. Χαρακτηριστικά Ταχύτητας:.....	26
3.3 Σχέση ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμων .....	28
3.3.1. Η ταχύτητα και η κατανάλωση καυσίμων με βάση τον εκθέτη $n = 3.3$ .....	29
3.4. Αποτελέσματα.....	30
3.4.1. Αποτελέσματα Κατανάλωσης καυσίμου .....	30
3.4.2. Η Επίδραση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) για το συνολικό χρόνο ταξιδιού.....	30
3.4.3 Εύρεση αριθμού πλοίων σε κάθε γραμμή.....	32
3.4.4. Κατανάλωση καυσίμου Αποτελέσματα στην διαδρομή Κίνα - Ηνωμένο Βασίλειο.....	33
3.4.5. Η διαφορά στην κατανάλωση καυσίμου .....	34
3.4.6. Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης(Χ.Τ.Π.) και η επίδραση στο συνολικό κόστος καυσίμου.....	35
3.4.7. Εξοικονόμηση από την χρήση Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)..	37
3.5 Το κόστος της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.).....	38
3.5.2. Το κόστος αποθεμάτων για τις επιπλέον ημέρες.....	41
3.6. Τα καθαρά αποτελέσματα της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) .....	43
4.Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) και περιβάλλον .....	44
4.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.). (εκπομπές).....	44

4.1.1.Οξείδια του Θείου-Sox .....	48
4.1.2 Οξείδια του Αζώτου-NOx .....	51
4.1.3 Διοξείδιο του Άνθρακα CO <sub>2</sub> .....	54
4.2. Κίνητρα Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.).....	56
<b>5. Τεχνικοί Περιορισμοί Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.).....</b>	<b>58</b>
5.1. Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) -Προβλήματα κατά την χρήση.....	58
5.2 Αντιμετώπιση προβλημάτων .....	59
<b>6. Συμπεράσματα.....</b>	<b>62</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>65</b>

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Αποστάσεις σε ναυτικά μίλια .....	25
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά ταχύτητας για διάφορους τύπους containerships.....	27
Πίνακας 3: Κατανάλωση καυσίμου για πλοίο 3000 TEU .....	30
Πίνακας 4: Κατανάλωση καυσίμου για πλοίο 10000TEU .....	30
Πίνακας 5: Απαιτούμενες ημέρες ταξιδιού.....	32
Πίνακας 6: Αριθμός απαιτούμενων πλοίων.....	33
Πίνακας 7: Συνολική εξοικονόμηση καυσίμου .....	34
Πίνακας 8: Διαφορά συνολικής κατανάλωσης καυσίμου για 3000TEU .....	35
Πίνακας 9: Διαφορά συνολικής κατανάλωσης καυσίμου για 10000TEU .....	35
Πίνακας 10: Διαφορά κόστους καυσίμου για 3000TEU .....	37
Πίνακας 11: Διαφορά κόστους καυσίμου για 10000TEU.....	37
Πίνακας 12: Κέρδη από την χρήση Χ.Τ.Π. ....	38
Πίνακας 13: Κόστη λειτουργίας πλοίου .....	39
Πίνακας 14: Επιπλέον κόστη .....	40
Πίνακας 15: Συνολικά κόστη για 3000TEU.....	42
Πίνακας 16: Συνολικά κόστη για 10000TEU.....	42
Πίνακας 17: Καθαρά οικονομικά οφέλη για 3000TEU.....	43
Πίνακας 18: Καθαρά οικονομικά οφέλη 10000TEU.....	44
Πίνακας 19: Επίπτωση Χ.Τ.Π. στην ετήσια κατανάλωση καυσίμου ανά πλοίο.....	47
Πίνακας 20: Πλεόνασμα Sox για 3000TEU .....	51
Πίνακας 21: Πλεόνασμα Sox για 10000TEU.....	51
Πίνακας 22: Πλεόνασμα CO2 για 3000TEU.....	55
Πίνακας 23: Πλεόνασμα CO2 για 10000TEU.....	55

## ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Παράδειγμα ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμου .....	13
Εικόνα 2: Ανάπτυξη του ΑΕΠ (ΚΙΝΑ-ΗΠΑ-ΕΥΡΩΠΗ) .....	15
Εικόνα 3: Βιομηχανική παραγωγή .....	16
Εικόνα 4: Παγκόσμιες παραδώσεις και παραγγελίες εμπορευματοκιβωτίων.....	19
Εικόνα 5: Ανάπτυξη της μεταφορικής ικανότητας των εμπορευματοκιβωτίων .....	19
Εικόνα 6: Παγκόσμιες εξαγωγές .....	23
Εικόνα 7: Εξαγωγές Άπω Ανατολή – Ευρώπη , Ευρώπη - Άπω Ανατολή .....	24
Εικόνα 8: Γραμμές δρομολογίων Άπω Ανατολή – Ευρώπη. ....	26
Εικόνα 9: Τιμές ναυτιλιακών καυσίμων.....	36
Εικόνα 10: Εκπομπές Co2 ανα κατηγορία πλοίου .....	47
Εικόνα 11: Όρια εκπομπών θείου 2008-2020.....	49

Εικόνα 12: Όρια εκπομπών Νοx.....	52
Εικόνα 13: Ποσοστό λειτουργίας μηχανής κατά την διάρκεια των διάφορων λειτουργιών της Χ.Τ.Π. ....	60
Εικόνα 14: Πλοίο Triple-E.....	62
Εικόνα 15: Προπέλες σε πλοίο Triple-E.....	62





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από το 2009 που έχει εφαρμοστεί η διαδικασία της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.), πολλές ναυτιλιακές εταιρίες και πλοιοκτήτες έχουν υιοθετήσει αυτή την μέθοδο πλεύσης προκειμένου να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμων και να περιορίσουν τις εκπομπές αέριων ρύπων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από την άλλη μεριά, αρκετοί είναι αυτοί που έχουν ενστάσεις ως προς την συγκεκριμένη μέθοδο πλεύσης εξαιτίας της αύξησης του χρόνου του ταξιδιού αλλά κυρίως εξαιτίας των προβλημάτων που προκαλούνται στις κύριες μηχανές των πλοίων εξαιτίας της λειτουργίας αυτών σε χαμηλότερες στροφές από τις προβλεπόμενες που δίνει ο κατασκευαστής. Στην εργασία αυτή θα αναλυθούν τα τεchnο-οικονομικά και περιβαντολογικά οφέλη της Χ.Τ.Π., θα παρουσιαστούν οι τρόποι με τους οποίους ένα εμπορικό πλοίο μπορεί να πλεύσει με χαμηλή ταχύτητα, θα αναφερθούν τα μηχανικά προβλήματα που προκαλούνται εξαιτίας της μεθόδου Χ.Τ.Π. και θα παρουσιαστούν οι νέες τεχνολογίες στις μηχανές των πλοίων με τις οποίες ξεπερνιούνται τα προβλήματα και μπορεί ένα πλοίο να πλέει σε χαμηλές ταχύτητες χωρίς προβλήματα. Τέλος θα προσπαθήσουμε να υπολογίσουμε το κόστος της Χ.Τ.Π. και την εξοικονόμηση από την χρήση του ώστε να καταλήξουμε στα καθαρά οικονομικά αποτελέσματα μέσα από την μελέτη των σχέσεων της Χ.Τ.Π. με την κατανάλωση καυσίμου και της κατανάλωσης καυσίμου με την ταχύτητα για συγκεκριμένα δρομολόγια, συγκεκριμένους τύπους πλοίων σε διάφορες ταχύτητες πλεύσης.

## ABSTRACT

Since 2009 that the slow steaming procedure has been applied, many maritime corporations and ship owners have established this sailing method in order to reduce fuel consumption and air pollution which cause global warming. On the other hand some are opposed to this sailing method due to the augmentation of the duration of traveling but mainly because of the problems caused to the main engines of the ship because of their working in slower rotations than those predicted by the designer. In this paper the techno-economical and environmental benefits of slow steaming will be analyzed and ways of slow steaming of merchant ships will be presented, mechanical problems which are caused by the slow steaming method will be referred to and new technologies -with which problems caused by slow steaming in ship engines are resolved so that a ship can sail in slow speed without problems- will be presented. Finally we will try to estimate the cost of slow steaming and the savings thanks to it in order to end up with the clear economic results through the study of relations of slow streaming and the use of fuel and the relation of fuel consumption and the speed for certain routes, certain kinds of ships and in various sailing speeds.

## 1. Εισαγωγή

### 1.1. Θεωρητικό υπόβαθρο

Πολλές μελέτες έχουν προσπαθήσει να αποτυπώσουν το πώς η ταχύτητα του πλοίου επιδρά στη βελτιστοποίηση των υπηρεσιών των τακτικών θαλάσσιων μεταφορών. Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) είναι η πρακτική της λειτουργίας ενός πλοίου ή στόλου πλοίων με ταχύτητα μικρότερη από την ταχύτητα σχεδιασμού ή την μέγιστη (σταθερή) ταχύτητα λειτουργίας, προκειμένου να υπάρξει όφελος από την οικονομία καυσίμου και μείωση του κόστους λειτουργίας" (Γραμμένος 2010)<sup>1</sup>. Εάν θέλαμε να δώναμε έναν ακόμα ορισμό, αυτός θα ήταν ο εξής: Χ.Τ.Π. είναι η διαδικασία της μείωσης της ταχύτητας πλεύσης ενός εμπορικού πλοίου έτσι ώστε να εξοικονομήσει καύσιμα και να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Ο τρόπος που λειτουργεί ένα ατμόπλοιο εκφράζεται στην αγγλική γλώσσα ως "steaming". Ο όρος συνηθίζεται πλέον να χρησιμοποιείται γενικότερα, ακόμα και για μηχανές ντίζελ και για άλλα μηχανικά μέσα πρόωσης. Ουσιαστικά η χρήση της λέξης "steaming" έχει ευρέως αντικαταστήσει το συνώνυμο της "sailing". Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) σε καμία περίπτωση δεν επινοήθηκε ή χρησιμοποιήθηκε πρόσφατα. Εφαρμοζόταν στα πλαίσια του ναυλοσύμφωνου (Charter Party) και σε ειδικές περιπτώσεις για την υπηρεσιακή ταχύτητα των πλοίων, συμπεριλαμβανομένων: χωρικών υδάτων και εκβολών ποταμών, σε δρομολόγια επιστροφής (ballast leg) και γενικότερα σε περιόδους χαμηλών ναύλων. Δεν είναι όμως η πρώτη φορά που η Χ.Τ.Π. εμφανίζεται στο πλαίσιο που το μελετάμε τώρα. Πλοία ταξίδευαν σε χαμηλότερες ταχύτητες και κατά την διάρκεια των πετρελαϊκών κρίσεων του 1973 και 1979. Σύμφωνα με την σημερινή χρήση του, ο όρος Χ.Τ.Π. περιλαμβάνει περισσότερα από την κυριολεκτική σημασία του. Η ταχύτητα των πλοίων επιβραδύνεται μεν και τα πλοία παραμένουν εν πλω περισσότερο χρόνο, αλλά οι υπηρεσίες που παρέχουν γίνεται προσπάθεια να μην αποκλίνουν από την αρχική τους συχνότητα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με την προσθήκη ενός ή περισσότερων επιπλέον πλοίων (πανομοιότυπων κατά προτίμηση για μεγαλύτερη αποδοτικότητα), ανάλογα με το ποσοστό μείωσης της ταχύτητας που αποφασίζεται ή με μειώσεις του χρόνου παραμονής στα λιμάνια. Αυτό, λοιπόν, είναι το γενικότερο πλαίσιο στο οποίο αναφέρεται ο συγκεκριμένος όρος. (Λέγοντας, επομένως, λειτουργικό μέτρο μείωσης ταχύτητας πλεύσης - όρος που χρησιμοποιείται συχνά από εδώ και στο εξής - εννοούμε την σκόπιμη μείωση ταχύτητας με σκοπό την μείωση του κόστους καυσίμου, και όχι κάποιο μέτρο επιβολής.)

Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) δεν είναι μία διαδικασία με μονομερή σημασία. Όπως είναι γνωστό, η κατανάλωση καυσίμων των μεγάλων φορτηγών

---

<sup>1</sup> Grammenos, C. T. (2010). The handbook of maritime economics and business. London, Lloyd's List.

πλοίων αυξάνεται εκθετικά με την ταχύτητα των πλοίων (Stahlbock 2012)<sup>2</sup> και ως εκ τούτου, η Χ.Τ.Π. επηρεάζει πολλές πτυχές της ναυτιλιακής οικονομίας. Παρακάτω ακολουθούν οι βασικές και πιο δημοφιλείς από τις πτυχές αυτές:

- Ο υπολογισμός της βέλτιστης ταχύτητας σε σχέση με τους ναύλους ή / και τις τιμές των καυσίμων (συμπεριλαμβανομένης της επίδρασης των άλλων μεταβλητών της ταχύτητας)
- Η σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα και την κατανάλωση καυσίμου.
- Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και η συμμόρφωση με τους κανονισμούς.
- Ο τεχνικός περιορισμός και τα προβλήματα από τη χρήση του.

## **2.Ανάλυση οικονομικών επιπτώσεων της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.).**

### **2.1. Σχέση ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμου:**

Κατά τη διάρκεια των ετών της υπερπροσφοράς (χαμηλά επίπεδα ναύλων) οι υψηλές τιμές των καυσίμων οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι η σχέση μεταξύ της ταχύτητας του σκάφους και της κατανάλωσης καυσίμου δεν είναι γραμμική. "Ένα μέσο σκάφος που καίει 40 τόνους καυσίμων ανά ημέρα για τις κύριες μηχανές στην ονομαστική ταχύτητα, μπορεί να εξοικονομήσει 20 τόνους ημερησίως, μειώνοντας την ταχύτητα κατά 20%" (Ronen 1982).<sup>3</sup> Η ανωτέρω δήλωση σημαίνει ότι η μείωση της ταχύτητας κατά 20% μπορεί να οδηγήσει σε μείωση κατά 50% στην κατανάλωση καυσίμων. Λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική σημασία του κόστους των καυσίμων στο συνολικό λειτουργικό κόστος (συμπεριλαμβανομένων των εξόδων ταξιδιού), δεδομένου ότι αποτελούν το 75% από αυτό,<sup>4</sup> είναι σαφές γιατί αυτή η ιδιαίτερη σχέση της ταχύτητας και της κατανάλωσης καυσίμων έχει χρησιμοποιηθεί ως ένα μέτρο μείωσης του κόστους από τους πλοιοκτήτες.

Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν την γραμμική σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα και την κατανάλωση, ενώ άλλοι προτείνουν το γενικότερα αποδεκτό «νόμο της έλικας»<sup>5</sup>.

---

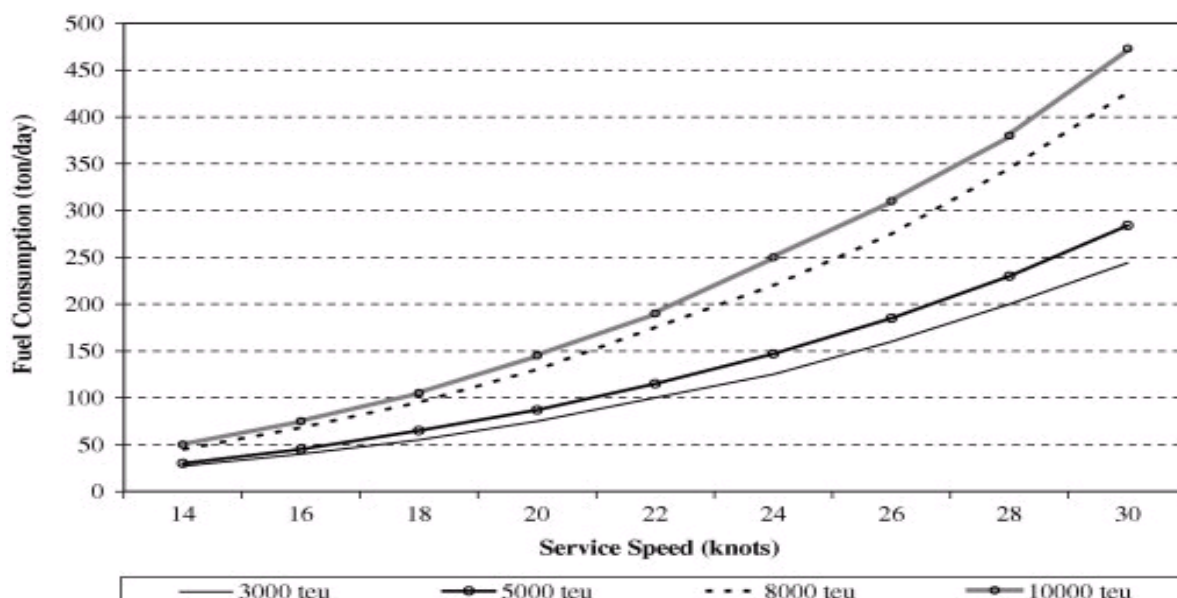
<sup>2</sup> Stahlbock, R., Meyer, J., Voß, S. (2012). (Χ.Τ.Π.) in Container Shipping Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: 1306-1314

<sup>3</sup> Ronen, D. (1982). "The effect of oil process on the optimal ship speed " Journal of the Operational Research Society **33**: 1035-1040.

<sup>4</sup> Ronen, D. (2011). "The effect of oil price on containership speed and fleet size." Journal of the Operational Research Society **62**(1): 211-216.

<sup>5</sup> Brown, G. G., G. W. Graves, et al. (1987). "Scheduling Ocean Transportation of Crude-Oil." Management Science **33**(3): 335-346.

Οι Stahlbock (2012)<sup>6</sup> και Yao, Ng et al. (2012)<sup>7</sup> υποστηρίζουν την εγγενώς γραμμική σχέση. Ο Notteboom και Vernimmen (2009) υποστήριξαν την αρχική εμπειρική τους έρευνα και ο Wang και Meng (2012)<sup>8</sup> δοκίμασαν τη γενικευμένη σχέση (third power) στα δικά τους δεδομένα..



Εικόνα 1: Παράδειγμα ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμου

Πηγή: Alphaliner<sup>9</sup>

Σε γενικές γραμμές οι περισσότερες επιστημονικές εργασίες υποστηρίζουν και προτείνουν τον «νόμο της έλικας» .

Πριν συνεχίσουμε με την κύρια ανάλυση, είναι σημαντικό να διερευνηθεί το γενικό πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται η liner ναυτιλιακή βιομηχανία. Αυτό θα βοηθήσει τον αναγνώστη να κατανοήσει καλύτερα τα κίνητρα των φορέων της αγοράς, καθώς και τις σοβαρές συνέπειες που έπληξαν τη ναυτιλία και την παγκόσμια οικονομία γενικότερα. Τι περιγράφει καλύτερα την αγορά από μια ανάλυση της ζήτησης και της

<sup>6</sup> Stahlbock, R., Meyer, J., Voß, S. (2012). (Χ.Τ.Π.) in Container Shipping Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: 1306-1314

<sup>7</sup> Yao, Z. S., S. H. Ng, et al. (2012). "A study on bunker fuel management for the shipping liner services." Computers & Operations Research **39**(5): 1160-1172.

<sup>8</sup> Wang, S. A. and Q. Meng (2012). "Sailing speed optimization for container ships in a liner shipping network." Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review **48**(3): 701-714.

<sup>9</sup> Notteboom, T. E. and B. Vernimmen (2009). "The effect of high fuel costs on liner service configuration in container shipping." Journal of Transport Geography **17**(5): 325-337.

προσφοράς. Για το σκοπό αυτό, σε αυτό το μέρος της εργασίας, θα επιχειρήσουμε να εξετάσουμε και να εξηγήσουμε την ανάπτυξη αυτών των δύο δυνάμεων στο χρόνο και να καθορίσουμε τις επιπτώσεις στην πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα.

## 2.2 Ναυτιλιακή αγορά

### 2.2.1. Ζήτηση

Η πλεονάζουσα μεταφορική ικανότητα είναι η διαφορά μεταξύ της υψηλής προσφοράς και της χαμηλής ζήτησης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η ναυτιλιακή αγορά είναι εξαιρετικά άκαμπτη και ως εκ τούτου είναι δύσκολο να ελεγχθεί αρκετά αποτελεσματικά. Όποια μέτρα και αν ληφθούν, οι επιπτώσεις τους στη διαφορά μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης θα είναι περιορισμένες. Με άλλα λόγια, όσο και αν προσπαθήσουμε να μειώσουμε την προσφορά αυτό δεν θα είναι αρκετό για να ξεπεράσει το πλεόνασμα των πλοίων. Το άλλο μέρος της εξίσωσης, η ζήτηση είναι αυτή που θα καθορίσει την ακριβή περίοδο ύπαρξης του προβλήματος.

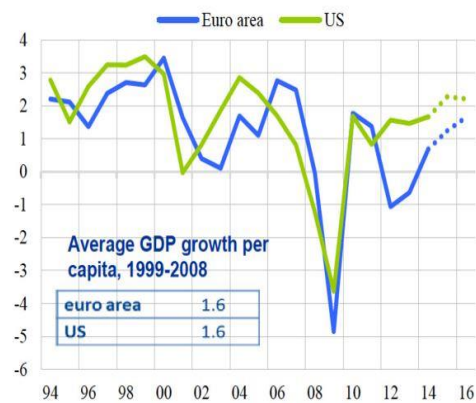
Η ναυτιλιακή ζήτηση καθορίζεται σύμφωνα με τον Stopford (2009)<sup>10</sup> από την παγκόσμια οικονομία, τις θαλάσσιες συναλλαγές των βασικών προϊόντων, τη μέση απόσταση, οποιαδήποτε τυχαία "σοκ" και το κόστος μεταφοράς. Η μέση απόσταση μπορεί να θεωρηθεί σταθερή σε βάθος χρόνου, η κρίση του 2008 και οι συνέπειές της μπορούν να περιγραφούν μεταξύ άλλων ως ένα τυχαίο "σοκ" και το κόστος μεταφοράς, με το οποίο αλληλεπιδρά συνήθως καθορίζεται από την ισορροπία προσφοράς και ζήτησης. Αυτό το μέρος της εργασίας θα επικεντρωθεί στην απόδοση της παγκόσμιας οικονομίας και του θαλάσσιου εμπορίου.

Κατ' αρχάς, μια καλή εικόνα για τη μέτρηση των επιδόσεων της παγκόσμιας οικονομίας είναι το ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν). Το σχήμα 2 που ακολουθεί παρουσιάζει την εξέλιξη των ρυθμών αύξησης του ΑΕΠ στις επιλεγμένες περιοχές (Κίνα, ΕΕ, ΗΠΑ):

---

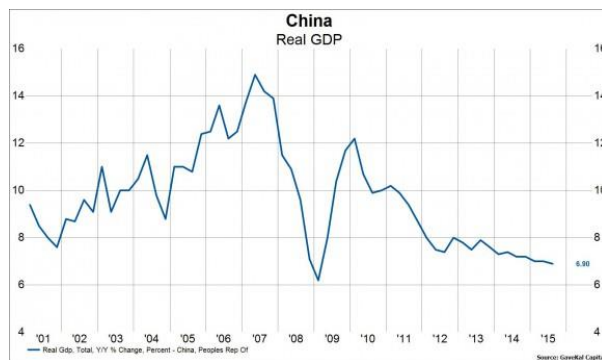
<sup>10</sup> Stopford, M. (2009). Maritime economics. London ; New York, Routledge.

Figure 1: GDP per capita growth comparison



Source: Spring 2015 European Commission forecast

Εικόνα 2: Ανάπτυξη του ΑΕΠ (ΚΙΝΑ-ΗΠΑ-ΕΥΡΩΠΗ)



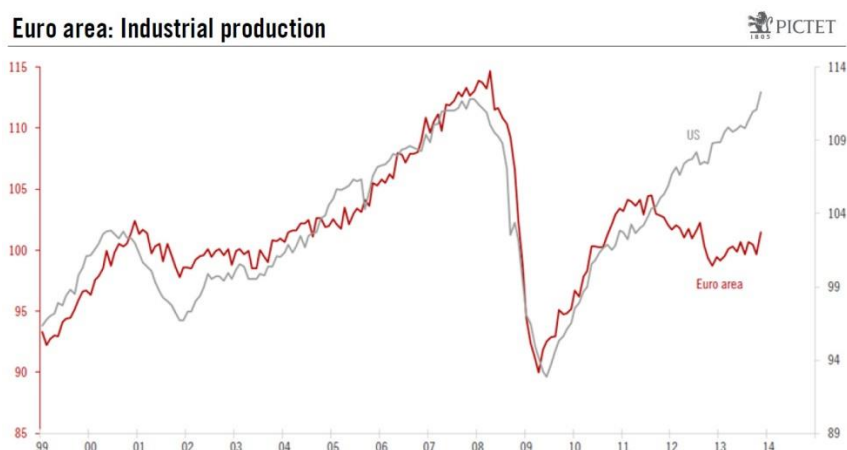
Όπως μπορεί να φανεί από το Σχήμα 2 όλες οι μεγάλες οικονομικές περιοχές έχουν βιώσει εξαιρετικά υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης από τις αρχές του 2000 μέχρι το 2007. Ο ηγέτης αυτής της τεράστιας ανάπτυξης ήταν η αύξηση του ΑΕΠ της Κίνας το οποίο είχε τεράστια αύξηση στο 14.4%. Η δεύτερη αξιοπρόσεκτη παρατήρηση είναι η σημαντική πτώση που όλες οι οικονομίες παρουσίασαν μετά την κρίση του 2008. Το 2009, τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην ΕΕ πραγματοποιείται πτώση (σε πραγματικούς αριθμούς) σε σχέση με το προηγούμενο έτος από 4 έως και 5% αντίστοιχα. Η Κίνα είχε μια μέτρια πτώση κατά 8.4%, αλλά αυτό μπορεί να εξηγηθεί κυρίως από το γεγονός ότι η μοναδική επίδοση του προηγούμενου έτους ήταν δύσκολο να επαναληφθεί.<sup>11</sup>

Τα στοιχεία του ΑΕΠ είναι πολύ καλές εκτιμήσεις της παγκόσμιας οικονομικής απόδοσης, αν και δεν είναι τόσο καλά για να περιγράψουν την απόδοση της ναυτιλίας. Τα βιομηχανικά στοιχεία για την παραγωγή παρέχουν μια καλύτερη ένδειξη για τη ναυτιλία, δεδομένου ότι δεν περιλαμβάνουν υπηρεσίες (που το ΑΕΠ περιλαμβάνει) που δεν υπόκεινται σε μεταφορά.

<sup>11</sup> <http://www.bbc.com/news/business-36051327>



Το Σχήμα 3 παρουσιάζει τις έντονες διακυμάνσεις της βιομηχανικής παραγωγής Κίνας, Ευρώπης και US.



Εικόνα 3: Βιομηχανική παραγωγή<sup>12</sup>

Όπως και στο ΑΕΠ οι τιμές της βιομηχανικής παραγωγής δείχνουν επίσης ότι η Κίνα είναι την τελευταία δεκαετία, ο κύριος οικονομικός παράγοντας σε όλο τον κόσμο. Η βιομηχανική παραγωγή της Κίνας παραμένει σταθερά σε μια μέση αύξηση σχεδόν 8% ετησίως φτάνοντας σχεδόν στο 20% το 2007 ενώ από το 2010 και μετά έχουμε μια μίξη αυξήσεων και μειώσεων. Το υπόλοιπο των μεγάλων οικονομικών ζωνών ακολούθησε σχεδόν τις ίδιες τάσεις στην ανάκαμψη και ύφεση.

Είναι ενδιαφέρον να δώσουμε επιπλέον προσοχή σε στοιχεία της ΕΕ. Αυτή τη στιγμή η ΕΕ από το 2014 συνεχίζει να βρίσκεται κάτω από τα προ κρίσης επίπεδα λόγω των αρνητικών ποσοστών της παραγωγής και συνεχώς χαμηλότερων ρυθμών από το 2010. Πρόκειται για μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση εξαιρετικής σημασίας για την παγκόσμια οικονομία και ειδικότερα για τη ναυτιλία των επιχειρήσεων. Η ΕΕ βιώνει σοβαρά προβλήματα που μπορεί να έχουν τεράστιο αντίκτυπο στο παγκόσμιο εμπόριο. Πολλές χώρες-μέλη της ΕΕ έχουν μεγάλα προβλήματα χρέους (Ελλάδα, ,

<sup>12</sup> <http://perspectives.pictet.com/2014/01/15/eurozone-industrial-production-rebounds-markedly-in-november/>

Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία) που σε συνδυασμό με την αποχώρηση του Ηνωμένου Βασιλείου η εξέλιξη αυτών θα καθορίσει τη διάρθρωση και το μέλλον της ίδιας της ΕΕ. Μια πιθανή αναδιάρθρωση του σε ένα τόσο μεγάλο οικονομικό παράγοντα, όπως η Ευρώπη θα προκαλέσει διαδοχικά προβλήματα στον κόσμο της ζήτησης που είναι δύσκολο να προβλεφθούν.<sup>13</sup>

Οποιοσδήποτε προβλέψεις για τη ζήτηση πλοίων σύμφωνα με το (Platou 2012)<sup>14</sup> «υπόκεινται σε πολλούς κινδύνους δυσμενέστερων εξελίξεων που μπορεί να εκτροχιάσουν την ανάπτυξη». Τέτοιοι κίνδυνοι σε πληθώρα παρατηρήθηκαν το 2011, όπως η κρίση χρέους της ΕΕ, οι πλημμύρες στην Αυστραλία, η φυσική καταστροφή που έλαβε χώρα στην Ιαπωνία από το τσουνάμι, η πολιτική αναταραχή στη Βόρεια Αφρική, οι πάντα υψηλές τιμές του πετρελαίου είναι μερικά παραδείγματα. Αυτοί οι εξωγενείς παράγοντες είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο κάθε πρόβλεψη κατά το μέλλον στον τομέα της ναυτιλίας είναι εξαιρετικά εύθραυστη στην πάροδο του χρόνου.

### 2.2.2 Προσφορά

Η δεύτερη κινητήρια δύναμη της ναυτιλιακής αγοράς είναι η προσφορά. Σύμφωνα με τον Stopford (2009)<sup>15</sup> η λειτουργία της προσφοράς καθορίζεται από το μέγεθος του παγκόσμιου στόλου, την παραγωγικότητα του στόλου, τη ναυπηγική παραγωγή, τη διάλυση, τις απώλειες και τα έσοδα των εμπορευματικών μεταφορών.

Ο τομέας της ναυτιλίας προσπάθησε να ταιριάξει με τα τεράστια πρότυπα ζήτησης που υπήρχαν πριν από το 2008 στην ναυπηγική βιομηχανία. Ακολουθώντας τη γενική τάση της παγκόσμιας οικονομικής ανάπτυξης επεκτάθηκε σημαντικά, προκειμένου να ικανοποιηθεί η ζήτηση για μεταφορά. Ειδικότερα, ο στόλος εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε όπως έχουμε επισημάνει κατά σχεδόν 143% από το 2000 μέχρι το 2008. Από τον Ιούλιο του 2012, το σύνολο του τομέα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είχε φτάσει σχεδόν 15εκ. TEU ή 5097 πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Clarksons SIN). Ενώ το Δεκέμβριο του 2018 εκτιμάται ότι το σύνολο του τομέα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είχε φτάσει σχεδόν τα 23εκ. TEU.<sup>16</sup>

Το (2008) ο τομέας της ναυπηγικής βιομηχανίας παρουσιάζει ένα ρεκόρ υψηλής χωρητικότητας 6.5 εκατομμύρια TEU. Το ίδιο έτος, η παγκόσμια οικονομία άρχισε να συρρικνώνεται ενώ ο στόλος εμπορευματοκιβωτίων επεκτάθηκε σε τεράστια ποσοστά, δεδομένου ότι πολλές παραγγελίες για πλοία που είχαν γίνει από το 2008 με χρονική υστέρηση τελικά παραδόθηκαν.

<sup>13</sup> <http://www.bbc.com/news/business-36051327>

<sup>14</sup> Platou (2012). The Platou Report 2012, RS Platou ASA.

<sup>15</sup> Stopford, M. (2009). *Maritime economics*. London ; New York, Routledge.

<sup>16</sup> ([www.statista.com](http://www.statista.com))

Προκειμένου να αποφευχθούν οι σοβαρές συνέπειες της υπερπροσφοράς σημειώθηκαν πολλές καθυστερήσεις στις παραδόσεις των συμβάσεων νέο υποδομώμενων πλοίων (ιδιαίτερα στον τομέα ξηρού φορτίου) από το 2009. Στον τομέα των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων μόνο το 60% των παραγγελιών παραδόθηκε το 2009 (Platou 2009).<sup>17</sup> Από εκεί και μετά ο αριθμός πλοίων που παραδόθηκαν ακολουθεί επίπεδα προ κρίσης ενώ το 2015 οι παραδόσεις έφτασαν σε νέα ρεκόρ 212 πλοία.

Είναι προφανές ότι το κύριο πρόβλημα είναι το τεράστιο μέγεθος του παγκόσμιου στόλου (σε σύγκριση με το μέγεθος της ζήτησης για πλοία) σε συνδυασμό με ένα βιβλίο παραγγελιών από πλοία που θα εισαχθούν στον υφιστάμενο στόλο. Έτσι, μια κύρια λύση ήταν να μειωθεί το μέγεθος του στόλου της με την καταστροφή πλοίων. Όλα τα παλιά πλοία ή τα λιγότερο αποδοτικά (τεχνικής ανεπάρκειας, με υψηλό κόστος συντήρησης, με υψηλή κατανάλωση καυσίμου) άρχισαν να διαλύονται, όταν πρωτοεμφανίστηκε η ανισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Μόνο το 2009 και το 2012 σχεδόν 377χιλ. TEU και 133χιλ. TEU αντίστοιχα οδηγήθηκαν στα διαλυτήρια. Τέλος για το πρώτο εξάμηνο του 2016 τα νούμερα είναι τρεις φορές μεγαλύτερα από το πρώτο εξάμηνο του 2015. Μέχρι στιγμής 265χιλ. TEU ανακυκλώθηκαν σε σχέση με τα 61 πλοία των 136χιλ. TEU του 2015.<sup>18</sup>

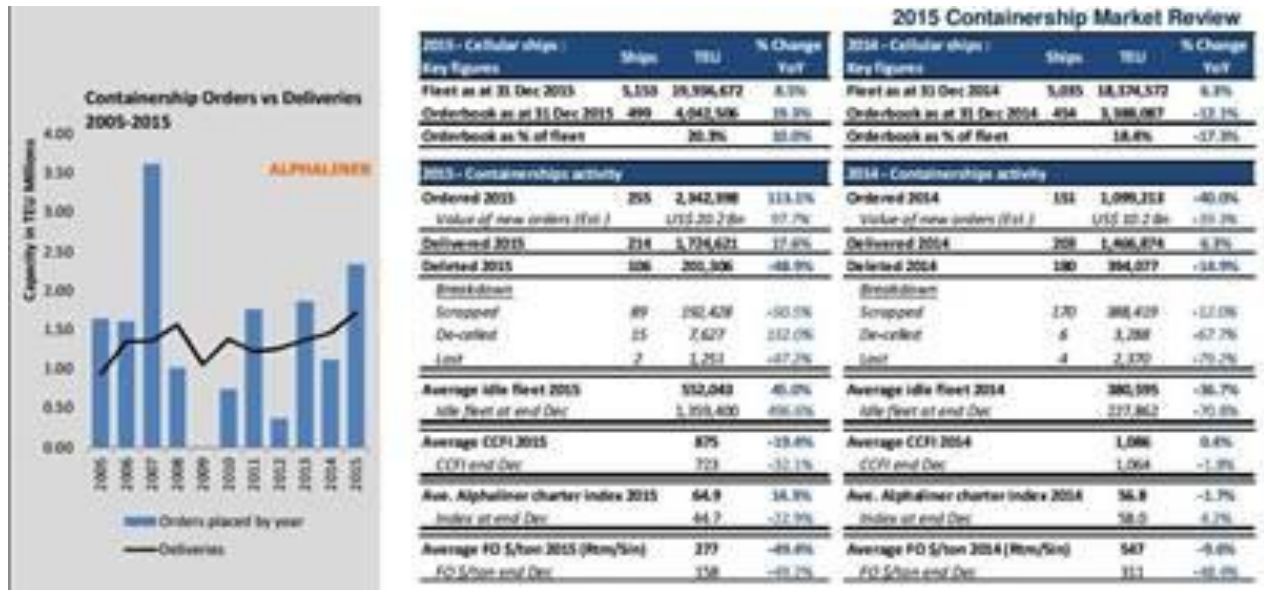
### **2.2.3 Η πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα:**

Η ατυχής σύμπτωση της μείωσης της ζήτησης για τα πλοία με τη συνεχή αύξηση του παγκόσμιου στόλου δημιούργησε ένα τεράστιο ζήτημα πλεονάζουσα παραγωγικής ικανότητας που εξακολουθεί να προβληματίζει τους εφοπλιστές και πλοία-φορείς σε όλο τον κόσμο. Πριν από το 2008 η ζήτηση για τη μεταφορά ήταν τόσο μεγάλη που ο υφιστάμενος στόλος τότε δεν ήταν αρκετός για να την καλύψει. Με την έναρξη της κρίσης, τα επίπεδα η ζήτησης μειώθηκαν, αλλά η άκαμπτη ναυτιλιακή βιομηχανία ήταν ακόμα σε φάση προσθήκης σκαφών στο στόλο, προβλέποντας ότι η οικονομική ανάπτυξη θα συνεχιστεί με τους ίδιους ρυθμούς ανάπτυξης. Η έλλειψη των πλοίων πριν από το 2008 μετατράπηκε σε πλεόνασμα των πλοίων που είχε το αποκορύφωμά του κατά τη διάρκεια του 2009. Μέχρι τότε η διαφορά μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης έχει μειωθεί λόγω της ακαμψίας της παγκόσμιας ζήτησης και την ανταπόκριση της προσφοράς προς τα νέα πρότυπα. Άμεση επίπτωση της πλεονάζουσας μεταφορικής ικανότητας είναι η κατάρρευση των ναύλων, δεδομένου ότι η μείωση της ζήτησης θα οδηγήσει σε χαμηλότερο σημείο ισορροπίας με την προσφορά. Η κατάρρευση των ναύλων συνέβη σε ολόκληρο σχεδόν το ναυτιλιακό τομέα (τομέας μεταφοράς χύδην φορτίου, δεξαμενόπλοια κ.λπ.). Η τιμή των ναύλων στον τομέα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ακολούθησε επίσης έντονες διακυμάνσεις, πολλά πλοία έμειναν παροπλισμένα (lay-up), ενώ άλλα διαλύθηκαν

<sup>17</sup> Platou (2009). "Delays and Cancellations of Newbuilding Contracts." Retrieved 14 February 2012.

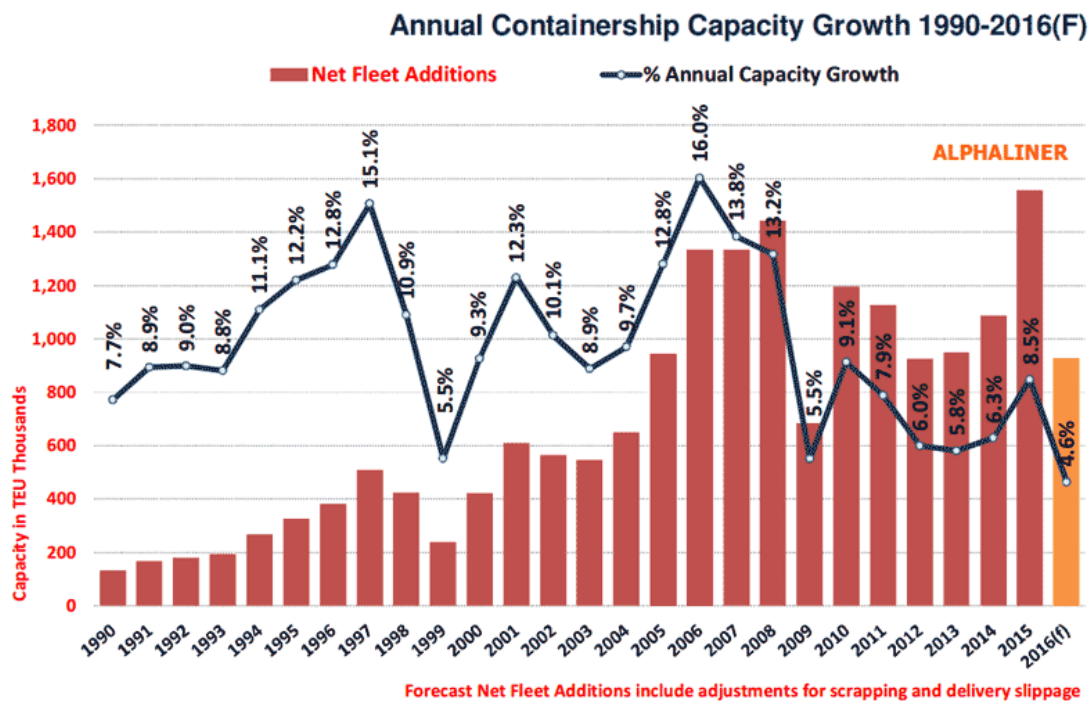
<sup>18</sup> <http://www.hellenicshippingnews.com/ship-owners-kept-on-scrapping-older-bulkers-during-first-half-of-2016-but-will-this-prove-enough-to-turn-market-around/>

(scrapping). Το Διάγραμμα 4 δείχνει τον αριθμό των πλοίων που παραδόθηκαν και παραγγέλθηκαν από το 2005 έως το 2015..



Εικόνα 4: Παγκόσμιες παραδόσεις και παραγγελίες εμπορευματοκιβωτίων

Το 2011, 129 πλοία συνολικής χωρητικότητας 270χιλ. TEU παρέμειναν αδρανή, το 1,8% του συνολικού στόλου των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Ο ενεργός στόλος των εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε κατά 6,5% το 2011, καθώς 966χιλ. TEU παραδόθηκαν, ενώ μειώθηκε μόνο κατά 30χιλ. TEU από διάλυση πλοίων.



Εικόνα 5: Ανάπτυξη της μεταφορικής ικανότητας των εμπορευματοκιβωτίων

Οι τελευταίες παραδόσεις έχουν φέρει το σύνολο του στόλου των εμπορευματοκιβωτίων πέρα από το όριο των 15 εκ. TEU. Μετά τις άστατες χρονιές του 2009 και του 2010, η προσφορά στα εμπορευματοκιβώτια επανέρχεται, σε μεγέθη πριν από την κρίση του 2006-2008, με επίπεδα εισροής 1.3-1.4 εκ. TEU ετησίως για την περίοδο 2011-2013. Οι πλοιοκτήτες και τα ναυπηγεία κατάφεραν να εξομαλύνουν τις προγραμματισμένες παραδόσεις και να αποφύγουν με μαζικές αναβολές των προγραμματισμένων (2010 και 2011) παραδόσεων μετά από ενάμιση χρόνο απουσίας από παραγγελίες κατά τη διάρκεια της χρηματοπιστωτικής κρίσης, τη μαζική παράδοση 2εκ. TEU από την αρχή της περιόδου αυτής. Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (X.T.Π.) ήταν η αντίδραση τους στο πρόβλημα<sup>19</sup>. Οι παραδόσεις πλοίων το 2015 έφτασαν σε ένα νέο ρεκόρ 212 νέα πλοία, με συνολική χωρητικότητα 1.7εκ. TEU, εντάχθηκαν στον παγκόσμιο στόλο κατά τη διάρκεια του τρέχοντος έτους, σύμφωνα με την έρευνα της Alphaliner.

Η μεταφορική ικανότητα από νέες ναυπηγήσεις υπερέβη τα προηγούμενα επίπεδα των 1.5εκ. TEU, που καταγράφηκαν το 2008, και των 1.4εκ. TEU, που παραδόθηκαν το 2014. Οι μεταφορείς ήταν απτόητοι από την αποδυνάμωση της αγοράς το περασμένο έτος και συνέχισαν τις στρατηγικές τους για μεγάλα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που αντιπροσωπεύουν το 24% του βιβλίου παραγγελιών.

Ως αποτέλεσμα της σοβαρής πλεονάζουσας μεταφορικής ικανότητας, η αδράνεια του στόλου εμπορευματοκιβωτίων έχει σημειώσει άνοδο κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2015. Ο «συνεχής αγώνας» μεταξύ των μεταφορέων εντός των τεσσάρων Ανατολής-Δύσης συμμαχιών διαμοιρασμού σκαφών για να έχουν χαμηλότερα κόστη ανά μονάδα, λόγω της υψηλότερης ονομαστικής χωρητικότητας, θα προσθέσει περαιτέρω πιέσεις στην πλεονάζουσα μεταφορική ικανότητα, λόγω του μεγάλου αριθμού των ULCVs που πρέπει να παραδοθούν εντός των προσεχών ετών. Η υψηλή αύξηση του στόλου αποδείχθηκε μη βιώσιμη, και η αδράνεια εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε σε 1.36εκ. TEU στο τέλος του 2015, σε σύγκριση με μόνο 0,23εκ. TEU στην αρχή του έτους. Ωστόσο, αυτές οι συνθήκες της αγοράς δεν κατάφεραν να αποτρέψουν τους ιδιοκτήτες από την παραγγελία περισσότερων εμπορευματοκιβωτίων. Ένα σύνολο 255 σκαφών διατάχθηκε το 2014, με συνολική χωρητικότητα 2,34 εκ. TEU. Η αξία όλων των εμπορευματοκιβωτίων κατά τη διάρκεια του τελευταίου έτους εκτιμάται ότι ανήλθε σε 20,2 δισεκ. δολάρια, 98% υψηλότερα από ό, τι το 2014.<sup>20</sup>

### 2.3 Μεθοδολογία

Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας είναι να μελετήσει και να αξιολογήσει από οικονομικής –τεχνικής και περιβαλλοντικής άποψης Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (X.T.Π.). Αν ερευνούσαμε όλους τους τομείς ναυτιλίας (φορτηγά φορτίου χύδην,

<sup>19</sup> Clarksons-SIN (2012). "Clarksons Shipping Intelligence Network." Retrieved 20 July 2012,

<sup>20</sup> <http://www.marinelink.com/news/deliveries-container403141.aspx>



εμπορευματοκιβώτια) το αντικείμενο της εργασίας θα ήταν θα ήταν εξαιρετικά περίπλοκο, λόγω των ειδικών εμπορικών χαρακτηριστικών ορισμένων από αυτούς τους τομείς. Αντί γι 'αυτό θα χρησιμοποιηθεί μια πιο εστιασμένη εξέταση για τον τομέα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στα τακτικά δρομολόγια.

Προς την εξέταση της ναυτιλίας τακτικών γραμμών θα προσδιοριστεί μια συγκεκριμένη διαδρομή. Η επιλογή αυτής της διαδρομής θα χρησιμεύσει για να γνωρίζουμε κάποια κύρια χαρακτηριστικά:

Η επιλογή των διαφορετικών μεγεθών σκαφών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξετάσει μια ρεαλιστική γενίκευση των αποτελεσμάτων της Χ.Τ.Π. και το αντίκτυπο για το σύνολο του τομέα των τακτικών γραμμών.

Μια διαδρομή θα πρέπει να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό δείγμα του συνόλου του τομέα εμπορευματοκιβωτίων. Μετά τη διαδρομή πρέπει να προσδιοριστούν τα τυπικά (από άποψη μεγέθους) σκάφη σε αυτή τη διαδρομή. Η ανάλυση θα βασίζεται σε αυτά τα τυπικά σκάφη και στη σχέση της κατανάλωσης καυσίμου και ταχύτητας του κάθε ένα από αυτά.

Προκειμένου να εξετάσει τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα και την κατανάλωση καυσίμων αυτή η διατριβή θα χρησιμοποιήσει μια παραλλαγή του γνωστού 3ου κανόνα της δύναμης που προτείνει ο Notteboom και Carriou (2009) για να περιγράψει αυτή την σχέση.

Η ζήτηση για TEU θα παραμείνει σταθερή σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, έτσι οποιαδήποτε προσθήκη επιπλέον σκαφών δεν θα έχει καμία επίπτωση στον όγκο TEU που διαπραγματεύονται.

Η ανάλυσή μας θα έχει ένα σημείο εκκίνησης για τη μείωση της ταχύτητας. Αυτό το σημείο εκκίνησης μπορεί να είναι είτε η μέγιστη απόδοση της ταχύτητας του σκάφους ή μια ταχύτητα κοντά στο επίπεδο Χ.Τ.Π.. Οι χαμηλότερες ταχύτητες θα έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου (και συνεπώς του κόστους των καυσίμων), του χρόνου διέλευσης (περισσότερες ημέρες στη θάλασσα), και περισσότερα σκάφη που απαιτούνται (προκειμένου να διατηρηθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο υπηρεσιών).

Αφού ορίσουμε την κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με την ταχύτητα θα υπολογιστεί η εξοικονόμηση χρημάτων για ολόκληρο το πλοίο, που θα περιλαμβάνει την εξοικονόμηση κόστους καυσίμων των αρχικών σκαφών που απαιτούνται με την ταχύτητα (π.χ. 25-23 κόμβων, 23-21 κόμβων και ούτω καθεξής).

Η χρήση της Χ.Τ.Π. συνεπάγεται κόστη που έρχονται, κυρίως από τις επιπλέον ημέρες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του ταξιδιού και τα επιπλέον πλοία που απαιτούνται για να διατηρηθεί το ίδιο επίπεδο υπηρεσιών. Οι δαπάνες αυτές θα πρέπει επίσης να μετρηθούν από το σημείο εκκίνησης της ταχύτητας όπως και η εξοικονόμηση.

### **3.Οικονομική επίδραση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.).**

#### **3.1. Εμπορικές διαδρομές και οι αποστάσεις των λιμένων.**

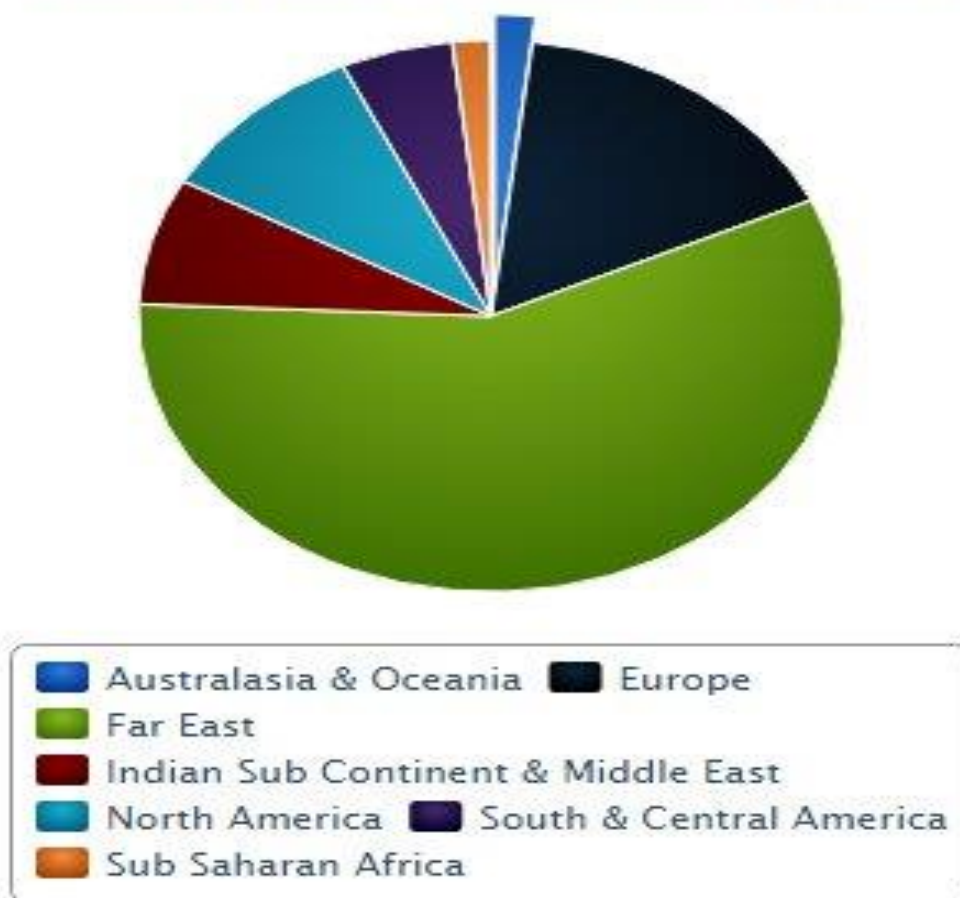
Σε αυτό το μέρος της εργασίας θα επιχειρήσουμε να εξετάσουμε την πραγματική οικονομική επίδραση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.). Δεδομένου ότι ο υπολογισμός της Χ.Τ.Π. για όλα τα πλοία όλων των τύπων και όλων των δρομολογίων θα είναι εξαιρετικά δύσκολο (ή πρακτικά αδύνατο, δεδομένου ότι θα απαιτήσει περίπλοκους υπολογισμούς και εξαιρετικά λεπτομερή δεδομένα τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά) όπως αναφέραμε και παραπάνω θα προσπαθήσουμε, να επικεντρωθούμε στο τομέα του πλοίου μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Η επιλογή του τομέα εμπορευματοκιβωτίων, δεν είναι τυχαίο δεδομένου ότι Η Χ.Τ.Π. έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στο ναυτιλιακό τομέα των τακτικών γραμμών και στα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων προγραμματισμένων δρομολογίων

Για λόγους απλότητας μελέτη αυτή θα περιορίσει επίσης σε συγκεκριμένους τύπους πλοίων και σε συγκεκριμένα TEU αλλά και σε συγκεκριμένη διαδρομή. Από τις 20 πιο πολυσύχναστες διαδρομές πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που εξάγεται από την Containerization-International, η διαδρομή μεταξύ της Άπω Ανατολής και της Ευρώπης είναι στην κορυφή της λίστας με ετήσια κίνηση εμπορευματοκιβωτίων από 2.9εκ. TEU, που αποτελεί το μεγάλο ποσοστό αυτών των 20 γραμμών. Επίσης, τα 356 πλοία τα οποία χρησιμοποιούνται σε αυτή τη διαδρομή την κάνουν την δεύτερη πιο «εντατική» διαδρομή με το 10% των πλοίων τα οποία χρησιμοποιούνται σε αυτές τις 20 γραμμές. Τα χαρακτηριστικά της διαδρομής, Άπω Ανατολή - Ευρώπη την ορίζουν ως ένα καλό παράδειγμα του συνόλου του τομέα των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> [containerstatistics.com](http://containerstatistics.com)

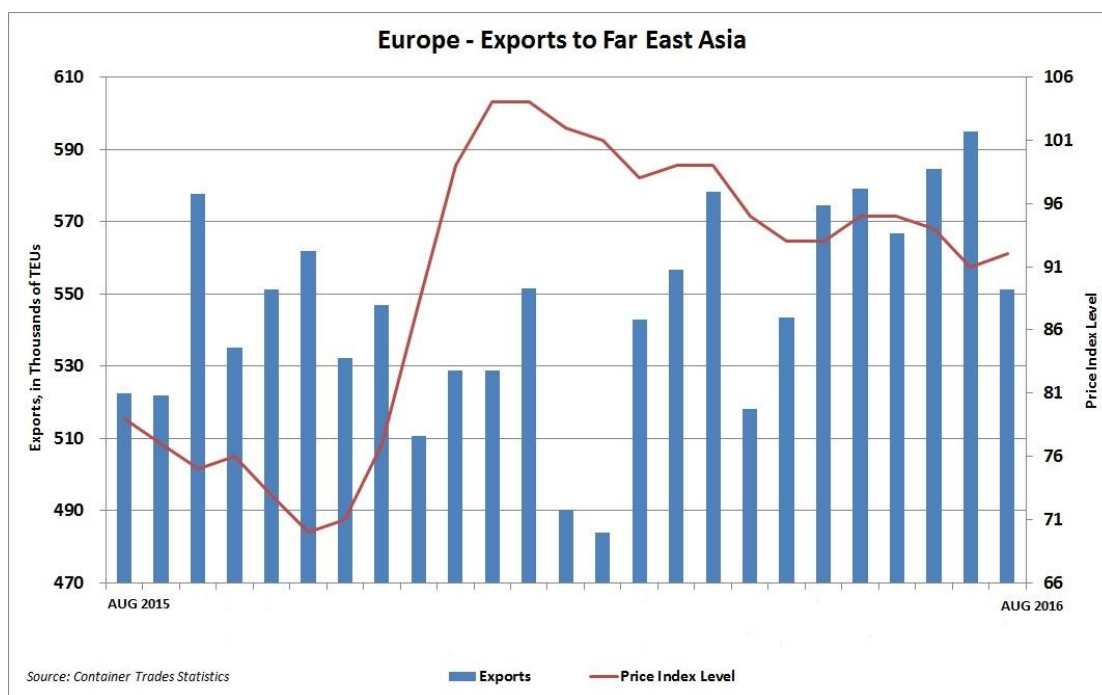
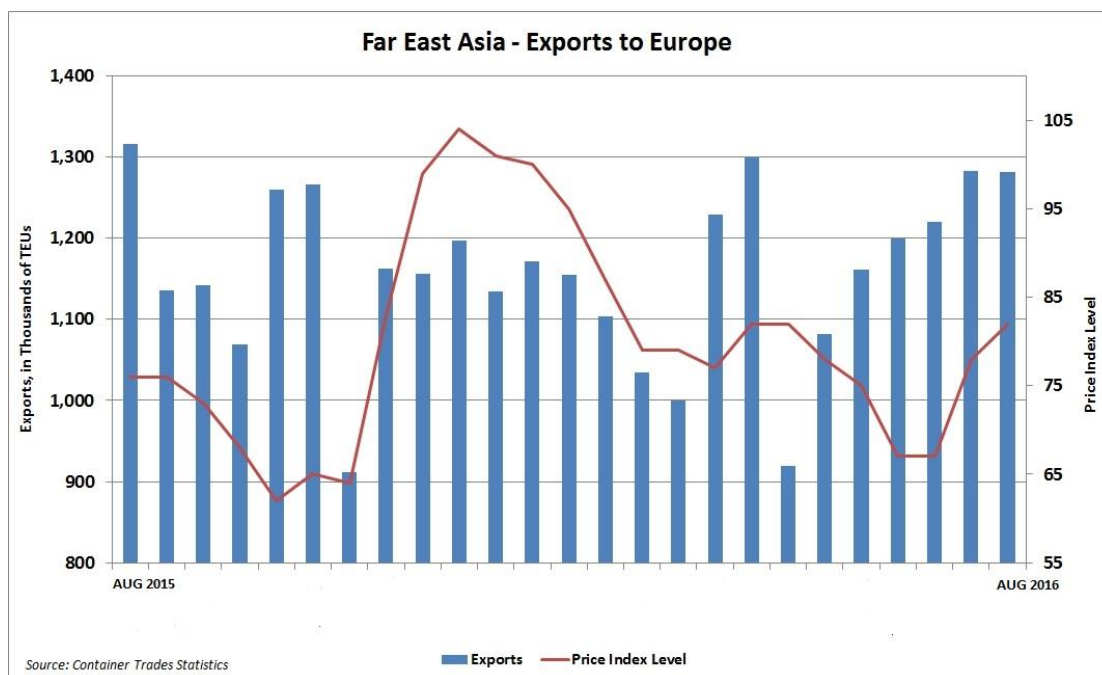
## Global Exports split by Region Aug 2016



Εικόνα 6: Παγκόσμιες εξαγωγές



Εικόνα 7: Εξαγωγές Άπω Ανατολή – Ευρώπη , Ευρώπη - Άπω Ανατολή



Αντί να χρησιμοποιήσουμε αυτή την διαδρομή μια διαδρομή από χώρα σε χώρα θα ήταν πιο κατάλληλη και ενδιαφέρουσα. Η διαδρομή από χώρα σε χώρα θα περιλαμβάνει δύο από τους σημαντικότερους οικονομικούς παίκτες της διαδρομής Άπω Ανατολή- Ευρώπη, την Κίνα και το Ηνωμένο Βασίλειο. Αυτή τη στιγμή είναι 215 πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για τη διαδρομή Κίνας-UK σύμφωνα με

Containerization-International.<sup>22</sup> Αυτά τα 215 πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων έχουν πολλά διαφορετικά μεγέθη κατατάσσονται από μικρά σκάφη 3000 TEU σε μεγάλα 15.000+ TEU. Αυτή η μακρά λίστα των 215 σκαφών μπορούν να χωριστούν σε 4 μεγάλες κατηγορίες:

- 37: 3000-5000 TEU, τα οποία αποτελούν το 17% του στόλου της Άπω Ανατολής-Ευρώπης,
- 37: 5000-8000 TEU, τα οποία αποτελούν το 17%,
- 84: 8000-9000 TEU, τα οποία αποτελούν το 39%, και
- 58: 9000 + TEU, τα οποία αποτελούν το τελικό 27% του στόλου.

Για τους σκοπούς μας, τα 3000 TEU και τα 10000 TEU θα πρέπει να θεωρούνται τα τυπικά μεγέθη των σκαφών που εκτελούν διαδρομή από την Κίνα στο Ηνωμένο Βασίλειο. Για να συνεχίσετε περαιτέρω με την κύρια ανάλυση πρέπει να κάνουμε τρεις πολύ σημαντικές υποθέσεις:

- α) Τα πλοία από αυτές τις κατηγορίες θα θεωρούνται πανομοιότυπα με τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά,
- β) Η ταχύτητα όλων των πλοίων που ανήκουν σε μια κατηγορία θα πρέπει να είναι η ίδια,
- γ) Η μέγιστη ταχύτητα που θα χρησιμοποιηθεί δεν θα υπερβαίνει τις δυνατότητες του κάθε τύπου

Η θαλάσσια απόσταση μεταξύ των δύο χωρών θα πρέπει να υπολογίζεται από την μέση απόσταση μεταξύ τριών μεγάλων κινέζικων λιμένων και τριών μεγάλων λιμένων του Ηνωμένου Βασιλείου. Τα λιμάνια του Ningbo, Shanghai και Yantian θα θεωρούνται ως τα σημαντικότερα λιμάνια της Κίνας, ενώ Southampton, Felixstowe, Thamesport εκείνα του Ηνωμένου Βασιλείου.

**Πίνακας 1: Αποστάσεις σε ναυτικά μίλια**

<b>China/UK</b>	<b>Southampton</b>	<b>Felixstowe</b>	<b>Thamesport</b>	<b>Average</b>
<b>Shanghai</b>	10,208	10,328	10,323	10,286
<b>Ningbo</b>	10,136	10,256	10,251	10,214
<b>Yantian</b>	9507	9627	9622	9585
<b>Average</b>	9950	10,070	10,065	<b>10,030</b>

Source: Sea-Rates (2016)<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Containerization-International (2012). Containerization International. **2012**.

<sup>23</sup> Sea-Rates (2012). "searates.com." from <http://www.searates.com/reference/portdistance/>.

Από τώρα η απόσταση μεταξύ της Κίνας και του Ηνωμένου Βασιλείου θα είναι ίση με 10.030 ναυτικά μίλια.



Εικόνα 8: Γραμμές δρομολογίων Άπω Ανατολή – Ευρώπη.<sup>24</sup>

### 3.2. Χαρακτηριστικά Ταχύτητας:

Για τη συγκεκριμένη διαδρομή, θεωρείται ότι τα 3000 TEU και τα 10000 TEU είναι οι τυπικές χωρητικότητες για σκάφη. Τα διαφορετικά μεγέθη των σκαφών συνεπάγονται διαφορετικά τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που αφορούν την ταχύτητα. Το κατώτερο και το ανώτερο όριο της ταχύτητας των πλοίων, καθώς και η ταχύτητα μελέτης διαφέρουν. Ο Πίνακας παρακάτω παρουσιάζει την χαρακτηριστική ταχύτητα των διαφόρων τύπων πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων:

<sup>24</sup> asiabreakbulk (2011). "Routes." Retrieved 26 June 2012, from [www.asiabreakbulk.com/index.php?page=routes](http://www.asiabreakbulk.com/index.php?page=routes)

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά ταχύτητας για διάφορους τύπους containerships

	3000 TEU	10000 TEU
Ελ.ταχύτητα	15 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>
Μεγ.ταχύτητα	23 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>
Μέση ταχ.	20.9 <sup>c</sup> - 21.7 <sup>d</sup>	24.6 <sup>d</sup>
Ταχύτητα σχεδιασμού	21.2 <sup>e</sup>	22.5 <sup>b</sup> - 24.2- 23.6 <sup>e</sup>
Μέση τιμή ταχ.	<b>21.3</b>	<b>23.7</b>

a: Source: [Wang and Meng \(2012\)](#)<sup>25</sup>

b: Source: [Notteboom \(2006\)](#)<sup>26</sup>

c: Source: [Buhaug and Markowska \(2009\)](#)<sup>27</sup>

d: Source: [Cariou \(2011\)](#)<sup>28</sup>

e: Source: [Notteboom and Carriou \(2009\)](#)<sup>29</sup>

Η μέση γραμμική ταχύτητα έχει υπολογιστεί από την μέση τιμή των ταχυτήτων.

<sup>25</sup> Wang, S. A. and Q. Meng (2012). "Sailing speed optimization for container ships in a liner shipping network." *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review* **48**(3): 701-714.

<sup>26</sup> Notteboom, T. (2006). "The time factor in liner shipping services." *Maritime economics & logistics* **8**(1): 19-39.

<sup>27</sup> Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., and A. Z. Markowska, Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W., Yoshida, K. (2009). Second IMO GHG Study 2009, International Maritime Organization (IMO)

<sup>28</sup> Cariou, P. (2011). "Is (X.T.Π.) a sustainable means of reducing CO2 emissions from container shipping?" *Transportation Research Part D-Transport and Environment* **16**(3): 260-264.

<sup>29</sup> Notteboom, T. and P. Carriou (2009). *Fuel Surcharge Practices of Container Shipping Lines: Is it About Cost Recovery or Revenue Making?* 2009 IAME Conference, Copenhagen, Denmark.

### 3.3 Σχέση ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί πριν υπάρχει μεγάλη διαφωνία στον ναυτιλιακό κόσμο πάνω στη σχέση της ταχύτητας και της κατανάλωσης καυσίμων, βέβαια είναι γενικά αποδεκτό ότι ο «νόμος της έλικας» περιγράφει καλύτερα αυτή τη σχέση. Πολλές επιστημονικές εργασίες και θαλάσσια βιβλία, όπως ο Ronen (1982) Corbet (2009) Notteboom και Carriou (2009) Stopford (2009) Kontovas και Psaraftis (2011) Ronen (2011), Kontovas και Psaraftis (2011b) καθορίζουν τη σχέση κατανάλωσης ταχύτητας και καυσίμων με τον παρακάτω τύπο<sup>30</sup>.

$$F = F_0 \left(\frac{V}{V_0}\right)^n \quad (1)$$

Όπου  $V_0$  = ταχύτητα σχεδιασμού,

$V$  = ταχύτητα λειτουργίας,

$F_0$  = Ημερήσια κατανάλωση καυσίμου σε ταχύτητα σχεδιασμού, και

$F$  = Ημερήσια κατανάλωση καυσίμου σε ταχύτητα λειτουργίας.

Σύμφωνα με τους Ronen (1982), Corbet (2009), Stopford (2009), Ronen (2011) ο εκθέτης "n" είναι ίσος με 3 (third power relationship). Για τους Notteboom και Carriou (2009) ο εκθέτης έχει υπολογιστεί στο 3.3 και βασίζεται σε 2245 διαφορετικές παρατηρήσεις των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Ο παραπάνω τύπος μπορεί να εκφραστεί ως:

$$F = aV^n \quad (2) \quad , \text{ όπου } a = (F_0/V_0^n)$$

Για τους σκοπούς αυτής της εργασίας, η κατανάλωση καυσίμου θα πρέπει να υπολογίζεται από τον τύπο (2) με τον εκθέτη που προτείνει ο Notteboom και Carriou

<sup>30</sup> Corbet, J., Wang, H., Winebrake, J. (2009). "The effectiveness and cost of speed reduction on emissions from international shipping." Transportation Research **14 (8)**: 593-598.

Ronen, D. (1982). "The effect of oil price on the optimal ship speed" Journal of the Operational Research Society **33**: 1035-1040.

Ronen, D. (2011). "The effect of oil price on containership speed and fleet size." Journal of the Operational Research Society **62(1)**: 211-216.

Stopford, M. (2009). Maritime economics. London ; New York, Routledge.

Notteboom, T. and P. Carriou (2009). Fuel Surcharge Practices of Container Shipping Lines: Is it About Cost Recovery or Revenue Making? 2009 IAME Conference, Copenhagen, Denmark.

(2009) (n= 3.3), χωρίς όμως να λάβουμε υπόψη ότι «η σχέση μεταξύ ρυθμού κατανάλωσης καυσίμων πλοίων και ταχύτητας του πλοίου μπορεί να είναι διαφορετική (με διαφορετικούς συντελεστές) για διαφορετικά πλοία»

### 3.3.1. Η ταχύτητα και η κατανάλωση καυσίμων με βάση τον εκθέτη n = 3.3

Για να υπολογίσουμε την κατανάλωση καυσίμου με βάση τον εκθέτη 3,3 θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν:

$$F = aV^{3.3} \quad (3)$$

Γνωρίζουμε ήδη την τιμή του εκθέτη η οποία είναι ίση με 3.3. Ο συντελεστής "α" είναι ίσος, με το κλάσμα της αξίας της κατανάλωσης καυσίμων με την ταχύτητα σχεδιασμού (εδώ n = 3.3). Ως εκ τούτου, προκειμένου να υπολογιστεί η τιμή "α" πρέπει να γνωρίζουμε την ταχύτητα σχεδιασμού του σκάφους και την κατανάλωση καυσίμου σε αυτή τη συγκεκριμένη ταχύτητα. Ο πίνακας που παρουσιάστηκε νωρίτερα σε αυτή την ανάλυση παρέχει την ταχύτητα των διαφόρων τύπων πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Οι τολμηρές μέσες ταχύτητες της μελέτης παρουσιάζονται στην κάτω σειρά του πίνακα είναι οι ταχύτητες που απαιτούνται για τον υπολογισμό αυτό. Από τον πίνακα παίρνουμε:

- 3000 TEU: ταχύτητα σχεδίασης = **21.3**
- 10000 TEU: ταχύτητα σχεδίασης = **23.7**

Όσον αφορά την κατανάλωση καυσίμου με την ταχύτητα σχεδιασμού, θα χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία για την κατανάλωση καυσίμου που παρουσιάστηκαν από τους Notteboom και Carriou (2009)<sup>31</sup>: Σύμφωνα με τους Notteboom και Carriou (2009) πλοίο 3000 TEU καταναλώνει σε 21 κόμβους περίπου 91.3 τόνους καυσίμων ανά ημέρα, και ένα πλοίο 10,000 TEU 278.7 στους 23 κόμβους. Για τους σκοπούς του παρόντος εγγράφου θα χρησιμοποιείται η προσέγγιση της ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμου κατά την ταχύτητα μελέτης που παρουσιάστηκε παραπάνω. Η κατανάλωση καυσίμου των διαφόρων τύπων σκαφών θεωρείται ως ακολούθως:

- 3000 TEU: ημερήσια κατανάλωση καυσίμου στους 21.3 κόμβους= **92.6**
- 10000 TEU: ημερήσια κατανάλωση καυσίμου στους 23.7 κόμβους = **287.1**

Η τιμές της κατανάλωσης καυσίμου και της ταχύτητας σχεδίασης έχουν καθοριστεί και η τιμή του "α" μπορεί να υπολογιστεί

- 3000 TEU:  $a = 92.6/21.3^{3.3} = 0.00383$
- 10,000 TEU:  $a = 287.1/23.7^{3.3} = 0.00834$

---

<sup>31</sup> Notteboom, T. and P. Carriou (2009). Fuel Surcharge Practices of Container Shipping Lines: Is it About Cost Recovery or Revenue Making? 2009 IAME Conference, Copenhagen, Denmark.

Η κατανάλωση καυσίμου μπορεί να υπολογιστεί τώρα για όλες τις δυνατές ταχύτητες και για όλους τους τύπους πλοίων.

- 3000 TEU:  $FC = 0.00383 V^{3.3}$
- 10,000 TEU:  $FC = 0.00834 V^{3.3}$

### 3.4. Αποτελέσματα

#### 3.4.1. Αποτελέσματα Κατανάλωσης καυσίμου

Με βάση τη σχέση κατανάλωσης καυσίμου που υπολογίσαμε πριν, οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν μία επισκόπηση των τιμών κατανάλωσης σε διάφορες ταχύτητες του πλοίου.

Πίνακας 3: Κατανάλωση καυσίμου για πλοίο 3000 TEU

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
FC <sub>1</sub> (τόνοι/ημέρα)	11	19	30	45	65	89	118	156*

\*: Τιμή πέραν της Μέγιστης ταχύτητας

FC<sub>1</sub>: Υποδηλώνει την κατανάλωση καυσίμου βάσει του εκθέτη 3.3

Πίνακας 4: Κατανάλωση καυσίμου για πλοίο 10000TEU

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
FC <sub>1</sub> (τόνοι/ημέρα)	24	41	64	97	137	192	261	343

FC<sub>1</sub>: Υποδηλώνει την κατανάλωση καυσίμου βάσει του εκθέτη 3.3

#### 3.4.2. Η Επίδραση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) για το συνολικό χρόνο ταξιδιού

Προκειμένου να διερευνηθεί η συνολική κατανάλωση καυσίμου που απαιτείται για την εκτέλεση του ταξιδιού από την Κίνα προς το Ηνωμένο Βασίλειο πρέπει να γνωρίζουμε πόσο καιρό ένα πλοίο πρέπει να εκτελέσει μια πλήρη μετ'επιστροφής διαδρομή. Ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για ένα πλοίο είναι το άθροισμα του χρόνου στη θάλασσα και του χρόνου στο λιμάνι ή και του χρόνου εκφόρτωσης.

$$\text{Συνολικός χρόνος ταξιδιού} = T_{as} + T_{ap} \quad (4)$$

Όπου  $T_{as}$  = χρόνος στη θάλασσα και

$$T_{ap} = \text{χρόνος στο λιμάνι}$$

Για να υπολογίσετε την περίοδο που ένα σκάφος περνά στη θάλασσα οι Ronen (1982); Notteboom και Vernimmen (2009); Kontovas και Psaraftis (2011); Ronen (2011); Kontovas και Psaraftis (2011b) παρουσίασαν έναν απλό υπολογισμό, όπου ο χρόνος στη θάλασσα είναι συνάρτηση της απόστασης και της ταχύτητας. Ο υπολογισμός περιγράφεται ως εξής<sup>32</sup>:

$$T_{as} = \frac{L}{24V_0} \quad (5)$$

Όπου L = απόσταση και

$V_0$  = ταχύτητα λειτουργίας

Ο χρόνος τους στο λιμάνι δεν μπορεί να επηρεαστεί από τις αλλαγές στην ταχύτητα, δεδομένου ότι επηρεάζεται μόνο από τις εξελίξεις στις λιμενικές εγκαταστάσεις ή με προηγμένους εξοπλισμούς χειρισμού φορτίου. Επειδή αυτοί οι παράγοντες μπορούν να αλλάξουν μόνο σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, το λιμάνι θα θεωρηθεί ως σταθερά βραχυπρόθεσμα και έτσι ο συνολικός χρόνος του ταξιδιού μπορεί να αλλάξει μόνο με μείωση της ταχύτητας.

Ως εκ τούτου ο τύπος (4) μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

$$\text{Συνολικός χρόνος ταξιδιού} = T_{as} = L / 24V_0 \quad (6)$$

Πού  $T_{as}$  = ο χρόνος που απαιτείται για την ταχύτητα λειτουργίας  $V_0$  και

L = Απόσταση

Όταν ένα σκάφος κάνει χρήση Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) και μειώσει την ταχύτητα  $V_0$  κατά ένα κλάσμα, ( η νέα ταχύτητα θα είναι:  $V < V_0$ ) η συνολική διάρκεια του ταξιδιού θα αυξηθεί αντίστοιχα.

Όπου T είναι ο χρόνος που απαιτείται κατά τη μειωμένη ταχύτητα V », και όπου  $T_0$  ο χρόνος που απαιτείται σε ταχύτητα  $V_0$

Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω η υποτιθέμενη απόσταση μεταξύ της Κίνας και του Ηνωμένου Βασιλείου είναι 10,030 ναυτικά μίλια ή καλύτερα εκφρασμένη 20,060

---

<sup>32</sup> Notteboom, T. E. and B. Vernimmen (2009). "The effect of high fuel costs on liner service configuration in container shipping." *Journal of Transport Geography* **17**(5): 325-337.  
Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." *Maritime Policy & Management* **38**(4): 451-469.  
Ronen, D. (1982). "The effect of oil price on the optimal ship speed " *Journal of the Operational Research Society* **33**: 1035-1040.

Ronen, D. (2011). "The effect of oil price on containership speed and fleet size." *Journal of the Operational Research Society* **62**(1): 211-216.



ναυτικά μίλια για ένα πλήρες ταξίδι. Σε αυτή την περίπτωση ο τύπος (6) μετατρέπεται σε:

$$\text{Συνολικός χρόνος ταξιδιού} = T_{as} = 20,060 / 24V_0 \quad (7)$$

Λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο (7), ο πίνακας 10 παρουσιάζει τις ημέρες που απαιτούνται για την εκτέλεση της διαδρομής Άπω Ανατολής - Ευρώπης σε διάφορες ταχύτητες:

**Πίνακας 5: Απαιτούμενες ημέρες ταξιδιού**

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
Ημέρες	76.0	64.2	55	50	44.3	40	36.2	33.3
Επιπλέον ημέρες*	43	30	22.7	15.7	11	6.7	2.9	-
Επιπλέον ημέρες**	40	28	19.8	14	8	3.8	-	-

\*: Σε σύγκριση με την απαίτηση 25 κόμβων

\*\* : Σε σύγκριση με την απαίτηση 23 κόμβων

### 3.4.3 Εύρεση αριθμού πλοίων σε κάθε γραμμή.

Για τον επιλεγμένο και επιθυμητό αριθμό πλοίων και τη συχνότητα μεταφοράς, ο χρόνος ταξιδιού δεν θα πρέπει να ξεπερνάει ένα συγκεκριμένο όριο που καλύπτεται από τον παρακάτω τύπο:

$$T_T \leq \frac{S \cdot 7}{F} \quad (8)$$

Όπου:

F: συχνότητα της λειτουργίας με βάση τον αριθμό κατάπλου σε κάθε λιμάνι σε διάστημα μιας εβδομάδας

S: αριθμός πλοίων στη γραμμή

Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω τύπων μας δίνει την ελάχιστη επιθυμητή ταχύτητα του πλοίου που χρειάζεται για να λειτουργήσει στη γραμμή σε συγκεκριμένη συχνότητα, αριθμό λιμανιών, απόσταση ταξιδιού (round trip) και αριθμό πλοίων:

$$S = \frac{L}{24 \cdot 7 \cdot V_0} = \frac{20060}{24 \cdot 7 \cdot V_0}$$

Πίνακας 6: Αριθμός απαιτούμενων πλοίων

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
πλοία*	11	9	8	7	6	6	5	5
Επιπλέον πλοία**	6.0	4.4	3.2	2.3	1.5	0.9	0.4	-
Επιπλέον πλοία***	5.7	4.0	2.8	1.8	1.1	0.5	-	-

\*:τιμή κατά προσέγγιση

\*: Σε σύγκριση με την απαίτηση 25 κόμβων

\*\* : Σε σύγκριση με την απαίτηση 23 κόμβων

#### 3.4.4. Κατανάλωση καυσίμου Αποτελέσματα στην διαδρομή Κίνα - Ηνωμένο Βασίλειο

Οι πληροφορίες που δίνονται παραπάνω παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τη συνέχιση της ανάλυσής μας. Η καθημερινή κατανάλωση καυσίμου και η διάρκεια του ταξιδιού (στη θάλασσα) θεωρούνται γνωστά για τις διάφορες ταχύτητες. Έτσι, η συνολική κατανάλωση καυσίμου μπορεί να ληφθεί με τον τύπο που δίνεται παρακάτω:

$$TFC_0 = FC_0 * T_0 \quad (9)$$

Όπου  $TFC_0$  = Συνολική κατανάλωση καυσίμου στην ταχύτητα λειτουργίας  $V_0$

$FC_0$  = Ημερήσια κατανάλωση καυσίμου με την ταχύτητα λειτουργίας  $V_0$

$T_0$  = Ημέρες που απαιτούνται για την εκτέλεση δρομολογίου μετ'επιστροφής με ταχύτητα λειτουργίας  $V_0$

Ο τύπος (9) μπορεί να δώσει τη συνολική κατανάλωση καυσίμων στα δύο διαφορετικά μεγέθη σκαφών στη διαδρομή Άπω Ανατολή- Ευρώπη:

Πίνακας 7: Συνολική εξοικονόμηση καυσίμου

	Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
	Ημέρες	76.0	64.2	55	50	44.0	40	36.2	33.3
3000 TEU	FC (τόνοι/ημέρα)	11	19	30	45	65	89	118	156
	TFC (τόνοι/ταξίδι)	836	1220	1650	2250	2860	3560	4271	5195
10000 TEU	FC (τόνοι/ημέρα)	24	42	64	97	137	192	261	343
	TFC (τόνοι/ταξίδι)	1824	2697	3520	4850	6028	7680	9450	11.422

### 3.4.5. Η διαφορά στην κατανάλωση καυσίμου

Η πιο σημαντική πτυχή της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) είναι η μείωση της ποσότητας των καυσίμων που καίγονται. Δεδομένου ότι η συνολική κατανάλωση καυσίμου είναι γνωστή για διάφορες ταχύτητες πλοίων, είναι εύκολο να μετρηθεί η εξοικονόμηση καυσίμου, χρησιμοποιώντας τον τύπο που προτείνουν οι Κοντοβάς και Ψαράυτη (2011):<sup>33</sup>

$$\Delta \text{Total Trip Fuel consumption} = F' * T' - F_0 * T_0 = \frac{L}{24 \cdot V_0} (a^n F_0 * \frac{1}{a} - F_0) \quad (10)$$

Όπου F '= η ημερήσια κατανάλωση καυσίμου κατά την αρχική ταχύτητα V'

V '= η αρχική ταχύτητα

F<sub>0</sub> = η ημερήσια κατανάλωση καυσίμου στην μειωμένη ταχύτητα λειτουργίας V<sub>0</sub>

V<sub>0</sub> = η μειωμένη ταχύτητα λειτουργίας

"a" = το ποσοστό της μείωσης από την ταχύτητα αρχικής λειτουργίας ((V' / V<sub>0</sub>) · 100)

<sup>33</sup> Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." *Maritime Policy & Management* 38(4): 451-469.

**Πίνακας 8: Διαφορά συνολικής κατανάλωσης καυσίμου για 3000TEU**

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
TFC (τόνοι/ταξίδι)	836	1220	1650	2250	2860	3560	4271	5195
ΔTFC (τόνοι/ταξίδι)**	4359	3997	3545	2945	2335	1635	-	-

\*\* : Σε σύγκριση με την απαίτηση 23 κόμβων

**Πίνακας 9: Διαφορά συνολικής κατανάλωσης καυσίμου για 10000TEU**

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
TFC (τόνοι/ταξίδι)	1824	2697	3520	4850	6028	7680	9450	11.422
ΔTFC (τόνοι/ταξίδι)*	9598	8725	7902	6572	5394	3742	1972	-

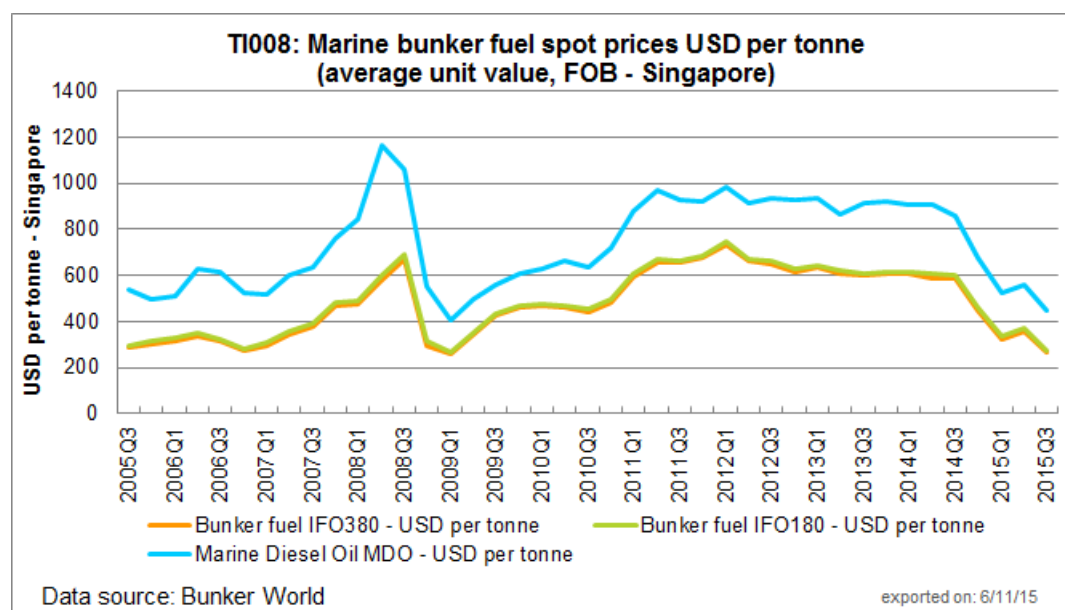
\*: απαίτηση 25 κόμβων

### **3.4.6.Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης(X.T.Π.) και η επίδραση στο συνολικό κόστος καυσίμου.**

Η εξοικονόμηση κόστους καυσίμων, είναι ένας από τους πλέον προφανείς λόγους για την χρήση Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (X.T.Π.). Οι ανωτέρω πίνακες προσφέρουν το βαθμό στον οποίο αυτή η χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή χαμηλότερης ταχύτητας λειτουργίας. Έτσι, προκειμένου να συνεχίσουμε με την ανάλυση της εξέλιξης των δαπανών των καυσίμων, η τιμές των καυσίμων που χρησιμοποιούνται πρέπει να προσδιοριστούν.

Το παρακάτω γράφημα παρουσιάζει την εξέλιξη των τιμών καυσίμων κατά τη διάρκεια των τελευταίων δέκα ετών. Για τους σκοπούς της παρούσας έκθεσης ελήφθησαν υπόψη (MDO, 180cst, 380cst, και το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης) οι τέσσερις βασικές τιμές ναυσιπλοΐας. Η μέση τιμή αυτών των καυσίμων υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές που παρέχονται από το Ρότερνταμ, τη Σιγκαπούρη, τη Busan, και το λιμάνι Fujairah. Επιλέχθηκαν οι τιμές αυτών των συγκεκριμένων λιμένων, επειδή είναι όλα διαθέσιμα στην διαδρομή Άπω Ανατολή-Ευρώπη.

Εικόνα 9: Τιμές ναυτιλιακών καυσίμων



Source: [Clarksons-SIN \(2012\)](#)<sup>34</sup>

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από το Σχήμα 13, η τιμή όλων των τύπων καυσίμων παρουσίασε δύο κορυφές. Η μία είχε λάβει χώρα το 2008 και η δεύτερη στις αρχές του 2012. Τόσο το MDO όσο το πετρέλαιο εσωτερικής καύσης είχαν την υψηλότερη τιμή τους (1133 \$ / τόνο και 1167 \$ / τόνο, αντίστοιχα) μεταξύ Μαρτίου και Μάιο του 2008, ενώ 380cst και 180cst (720 \$ / τόνο και 743 \$ / τόνο, αντίστοιχα) μεταξύ Ιανουαρίου και Μαρτίου του 2012. Για τον τομέα μας, το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιείται συνήθως είναι 380cst. Σήμερα η τιμή του βρίσκεται στα 313.24(2/11/16) αλλά εμείς θα ακολουθήσουμε την ίδια τακτική χρησιμοποιώντας δεδομένα από τέσσερα μεγάλα λιμάνια<sup>35</sup>.

Port IFO 380

Singapore 266.00

Rotterdam 246.00

Fujairah 271.50

Busan 294.00

<sup>34</sup> Clarksons-SIN . "Clarksons Shipping Intelligence Network." Retrieved 20 July 2012, from <http://www.clarksons.net/sin2010/Default.aspx>.

<sup>35</sup> [http://www.bunkerindex.com/prices/bixfree.php?priceindex\\_id=2](http://www.bunkerindex.com/prices/bixfree.php?priceindex_id=2)

Η μέση τιμή της 380cst με βάση αυτά τα λιμάνια είναι 270 \$ / τόνο το οποίο θα είναι από τώρα και στο εξής η τιμή των καυσίμων μας για τους επερχόμενους υπολογισμούς.

$\Delta \text{Total Fuel cost} = p * \Delta \text{Total Trip Fuel Consumption}$

$$= p * \left( \frac{L}{24 \cdot v_o} (a^n F_o \cdot \frac{1}{a} - F_o) \right)$$

$$= 270 * \left( \frac{L}{24 \cdot v_o} (a^n F_o \cdot \frac{1}{a} - F_o) \right) \quad (11)$$

Όπου “p” είναι η τιμή καυσίμου

“a” =  $((V'/V_o) \cdot 100)$

F<sub>o</sub> = η κατανάλωση καυσίμου στην ταχύτητα V<sub>o</sub>

Πίνακας 10: Διαφορά κόστους καυσίμου για 3000TEU

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25*
Total Fuel Cost (\$1000/ταξίδι)	225	329	445	607	772	961	1153	1402*
$\Delta$ Fuel Cost (\$1000/ταξίδι)**	1177	1073	957	795	630	441	-	-

\*\* : Σε σύγκριση με την απαίτηση 23 κόμβων

Πίνακας 11: Διαφορά κόστους καυσίμου για 10000TEU

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
Total Fuel Cost (\$1000/ταξίδι)	492	728	950	1309	1627	2073	2551	3078
$\Delta$ Fuel Cost (\$1000/ταξίδι)*	2586	2350	2128	1769	1451	1005	527	-

\* : Σε σύγκριση με την απαίτηση 25 κόμβων

### 3.4.7. Εξοικονόμηση από την χρήση Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, τα κέρδη από τη Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) θα υπολογίζονται από την εξοικονόμηση του κόστους των καυσίμων που παράγονται από τον αριθμό των σκαφών που απαιτούνται (23 κόμβοι για το σκάφος 3000TEU και 25 κόμβων για το σκάφος 10,000TEU). Δεδομένου ότι έχει βρεθεί η διαφορά στο συνολικό κόστος των καυσίμων (ανά πλοίο) και τα σκάφη που απαιτούνται σε κάθε ταχύτητα, είναι εύκολο να μετρήσουμε τις αποταμιεύσεις που μπορούμε να επιτύχουμε σε διαφορετικές ταχύτητες. Ο πίνακας 12 παρουσιάζει αυτές τις εξοικονομήσεις σε κάθε μείωση ταχύτητας:

Πίνακας 12: Κέρδη απο την χρήση Χ.Τ.Π.

	Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
3000 TEU	Original vessels**	5	5	5	5	5	5	5	5
	ΔFuel Cost (\$1000/ταξίδι)*	1177	1073	957	795	630	441	-	-
	Συνολικά έσοδαΧ.Τ.Π. (1000\$/ταξίδι)*	5885	5365	4785	3976	3150	2205	-	-
10000 TEU	Original vessels **	5	5	5	5	5	5	5	5
	ΔFuelCost (\$1000/ταξίδι)*	2586	2350	2128	1769	1451	1005	527	-
	Συνολικά έσοδαΧ.Τ.Π. (000\$/ταξίδι)*	12,930	11,750	10,640	8845	7255	5025	2635	-

\*:σε σύγκριση με τους 23 κόμβους για τα 3000TEU πλοία και 25 για τα υπόλοιπα

\*\* : κατά προσέγγιση(5.2 για το 3000TEU πλοίο και 4.7 για τα υπόλοιπα)

### 3.5 Το κόστος της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)

Στη βάση της τρέχουσας ανάλυσης γίνεται μία σημαντική υπόθεση. Όλα τα σκάφη που πιθανώς θα εισέλθουν στο στόλο ήταν προηγουμένως σε lay-up ή είχαν παράγει απώλειες σε άλλη διαδρομή. Έτσι, δεν θα υπάρχουν πρόσθετες επενδύσεις ναυπήγησης πλοίων που θα ληφθούν υπόψη ως επιπλέον κόστος. Ομοίως δεν υπολογίζονται κεφαλαιουχικές δαπάνες διότι είτε έχουν ήδη καταβληθεί. Τα λιμενικά τέλη και τα έξοδα διακίνησης φορτίου έχουν θεωρηθεί ήσσονος σημασίας παράγοντες. Έτσι κανένα από τα προαναφερθέντα κόστη δεν θα συμπεριληφθούν στην ανάλυση αυτή, δεδομένου ότι δεν έχουν σχέση με την Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.). Οι δαπάνες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη αν θα είναι οι επιπλέον δαπάνες λειτουργίας και το κόστος ταξιδιού που απαιτείται για να διατηρηθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο εξυπηρέτησης και το κόστος απογραφής (που αντιμετωπίζουν οι φορτωτές) και ότι ο μεγαλύτερος χρόνος διέλευσης συνεπάγεται.

#### 3.5.1. Το πρόσθετο κόστος λειτουργίας

Για να υπολογίσει αυτή την κατηγορία δαπανών θα πρέπει κατ'αρχάς να καθορίσουν ποια είναι τα λειτουργικά έξοδα και ποια τα έξοδα ταξιδιού. Αρχίζουμε με τα λειτουργικά έξοδα, αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν:

##### 1) Manning costs:

- τους μισθούς του πληρώματος
- Τα λοιπά έξοδα πληρωμάτων

2)Stores:

- Λιπαντικά (θεωρούνται σταθερά)
- Άλλα stores
- Ανταλλακτικά

3) Επισκευή και συντήρηση:

4) Ασφάλειες:

- P & I (Προστασία και Αποζημίωση)
- Άλλες Ασφάλειες (H & M (Hull and machinery), FD & D (Freight, Επισταλίες, Άμυνα))

5) Διοικητικά κοστη:

- Οι δαπάνες καταχώρισης
- Έξοδα διαχείρισης
- Διάφορα

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα διάφορα κόστοι από διάφορες πηγές

Πίνακας 13: Κόστη λειτουργίας πλοίου

Source/Size	>3000	10000+
<a href="#">Stephens (2009)</a> <sup>36</sup>	8200	-
<a href="#">Stephens (2010)</a> <sup>37</sup>	7473	-
<a href="#">Nordbank (2009)</a> <sup>38</sup>	6100	8400
<a href="#">Stopford (2009)</a> <sup>39</sup>	5707	7500

Για τους σκοπούς της παρούσας ανάλυσης, οι καθημερινές δαπάνες λειτουργίας θα είναι ένας σταθμισμένος μέσος όρος των ανωτέρω: \$ 6.550 για ένα σκάφος 3000TEU και \$ 7950 για ένα σκάφος 10,000TEU.

<sup>36</sup> Stephens, M. (2009). OpCost 2009 : benchmarking vessel running costs. London, Moore Stephens LLP.

<sup>37</sup> Stephens, M. (2010). OpCost 2010 : benchmarking vessel running costs. London, Moore Stephens LLP.

<sup>38</sup> Nordbank, H. (2009). "Operating Costs 2009: A study on the operating costs of German container ships." Retrieved 23 June 2012, from [http://www.hsh-nordbank.com/media/en/pdf/kundenbereiche/schiffahrt/research/betriebskosten\\_studie09/Kurzfasung\\_Betriebskostenstudie2009.pdf](http://www.hsh-nordbank.com/media/en/pdf/kundenbereiche/schiffahrt/research/betriebskosten_studie09/Kurzfasung_Betriebskostenstudie2009.pdf)

<sup>39</sup> Stopford, M. (2009). Maritime economics. London ; New York, Routledge.



Από την άλλη πλευρά, οι δαπάνες ταξιδιού περιλαμβάνουν το κόστος των καυσίμων, τα λιμενικά τέλη τα (canal fees) κλπ. Για την ανάλυση αυτή θα περιλαμβάνονται μόνο οι πρόσθετες δαπάνες καυσίμων, δεδομένου ότι είναι το μεγαλύτερο ποσοστό των εξόδων ταξιδιού.

Η νέα κατάσταση θα απαιτήσει περισσότερες ημέρες για να ολοκληρωθεί το ταξίδι και περισσότερα πλοία να διατηρήσει ένα δεδομένο επίπεδο παρεχόμενων υπηρεσιών. Ως εκ τούτου, οι επιπλέον δαπάνες θα περιλαμβάνουν:

1. Τα λειτουργικά έξοδα των αρχικών πλοίων που απαιτούνται (πριν τη Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)) για τις επιπλέον ημέρες: Πράγματι, όταν στους 25 κόμβους, σχεδόν 5 σκάφη \* είναι απαραίτητα για ένα ταξίδι 33 ημερών, στους 24 κόμβους αυτό το ταξίδι θα ολοκληρωθεί 3 ημέρες αργότερα. Αυτές οι επιπλέον 3 ημέρες σημαίνουν επιπλέον κόστος λειτουργίας για αυτά τα 5 πλοία
2. Οι δαπάνες λειτουργίας των επιπλέον σκαφών που απαιτούνται για να διατηρηθεί το επίπεδο εξυπηρέτησης: Και πάλι, στους 25 κόμβους 5 σκάφη απαιτούνται, ενώ στους 21 απαιτούνται περίπου 6 σκάφη. Αυτό το ένα επιπλέον σκάφος σημαίνει επιπλέον κόστος λειτουργίας για όσες ημέρες το νέο ταξίδι θα διαρκέσει (σε αυτή την περίπτωση των 21 κόμβων, αυτό θα είναι περίπου 40 ημέρες)
3. Το επιπλέον κόστος καυσίμων των επιπλέον σκαφών που απαιτούνται: Όταν με την Χ.Τ.Π. πάμε από τους 25-21 κόμβους, τα επιπλέον σκάφη που απαιτούνται θα δημιουργήσουν ένα κόστος που ισούται με τον αριθμό τους επί το συνολικό κόστος των καυσίμων ταξιδιού ανά σκάφος στους 21 κόμβους.

Κατά συνέπεια, το ανωτέρω κόστος μπορεί να υπολογιστεί με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Εξτρα κόστη} = \text{I. Ημερ.Κόστος λειτουργίας} * \text{επιπλέον ημέρες} * \text{αριθμό πλοίων} +$$

$$2. \text{ημερ.Κόστος λειτουργίας} * \text{επιπλέον πλοία} * \text{ημέρες ταξιδιού} +$$

$$3. \text{TfuelC} * \$270 * \text{επιπλέον πλοία}$$

όπου: O.P. = κόστος λειτουργίας(ημερήσιο) \$270 = τιμή καυσίμου.

Πίνακας 14: Επιπλέον κόστη

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
Ημέρες	76	64.2	55	50	44.3	40	36.2	33.3
Επιπλέον ημέρες	43	30	22.7	15.7	11	6.7	2.9	-
Επιπλέον πλοία	6.0	4.4	3.2	2.3	1.5	0.9	0.4	-

	Τιμή καυσίμου/τόν ο	270	270	270	270	270	270	270	270
3000TEU	TFC	836	1220	1650	2,250	3,860	3,560	4271	5,195
	Daily operating costs	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600
	Extra costs (000\$/trip)	5506	4013	2943	1976	959	416	-	-
10000 TEU	TFC	1,824	2,697	3,520	4,850	6028	7680	9450	11.422
	Daily operating costs	7950	7950	7950	7950	7950	7950	7950	7950
	Extra costs (000\$/trip)	6705	5760	4118	3735	2126	1280	627	-

### 3.5.2. Το κόστος αποθεμάτων για τις επιπλέον ημέρες.

Οι χαμηλότερες ταχύτητες που χρησιμοποιούνται έχουν ως αποτέλεσμα, όπως ήδη αναφέρθηκε, μεγαλύτερο χρόνο στη θάλασσα. Αυτός ο επιπλέον χρόνος δεν είναι αποδεκτός από την πλευρά των φορτωτών, εφόσον τα φορτία τους θα παραμείνουν στοιβαγμένα σε πλοία περισσότερο από ό, τι αναμενόταν. Ενώ το φορτίο παραμένει στο πλοίο, χάνει σταδιακά την αξία του και επηρεάζει τις στρατηγικές της εφοδιαστικής αλυσίδας των φορτωτών. Ως εκ τούτου, το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα διέλευσης δημιουργεί κόστος για τους φορτωτές οι οποίοι στη συνέχεια θα απαιτήσουν κάποιο είδος αποζημίωσης για τα έξοδα αυτά, που συχνά μεταφράζεται σε απαίτηση για χαμηλότερες χρεώσεις ναύλων από τους πλοιοκτήτες. Η έκπτωση ναύλων πρέπει να είναι τουλάχιστον σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορεί να καλύψει τα έξοδα. Με άλλα λόγια, το κόστος των αποθεμάτων μπορεί έμμεσα να θεωρηθεί ως κόστος για τον πλοιοκτήτη λόγω της απόφασής του να επιβραδύνουν. «Ο αυξημένος χρόνος διέλευσης αυξάνει το κόστος αποθέματος για τον ιδιοκτήτη των μεταφερομένων εμπορευμάτων, και αυτές οι πρόσθετες δαπάνες (καθώς και το κόστος των πλοίων) μπορεί να προστεθεί στο ημερήσιο κόστος των πλοίων». (Ronen 2011)<sup>40</sup>

Στην διατριβή του ο Van Elswijk (2011)<sup>41</sup> υπολόγισε την αξία ενός πλήρως φορτωμένου TEU σε 27,000 \$. Επιπλέον, χρησιμοποίησε μια υποτίμηση συντελεστή 23% (περιλαμβάνει τα opportunity costs και το κόστος απόσβεσης) και έναν παράγοντα φόρτωσης TEU 70% και κατάφερε να υπολογίσει το κόστος.

<sup>40</sup> Ronen, D. (2011). "The effect of oil price on containership speed and fleet size." *Journal of the Operational Research Society* 62(1): 211-216.

<sup>41</sup> Van Elswijk, J. (2011). (Χ.Τ.Π.) in the liner shipping industry, Erasmus University of Rotterdam.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα, το κόστος ανά επιπλέον ημέρα ταξιδιού είναι:

$$Inv. Cost/TEU = (27000 \cdot 23\% \cdot 70\%) / 365 = 11.9\$$$

Ο αριθμός των TEU για κάθε κατηγορία σκάφους θα είναι ως εξής: 15,000 TEUs για σκάφη 3000TEU και 50,000 TEU για σκάφη 10,000TEU.

- \$ 172,500 για κάθε επιπλέον ημέρα λειτουργίας για τα σκάφη 3000TEU
- \$ 595,500 για κάθε επιπλέον ημέρα λειτουργίας για το 10,000TEU

Τα συνολικά κόστη για κάθε κατηγορία σε διάφορες ταχύτητες παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 15: Συνολικά κόστη για 3000TEU

	Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
	Επιπλέον ημέρες	40	28	19.8	14	8	3.8	-	-
<b>3000 TEU</b>	Inventory costs (000\$/trip)	7140	5000	3500	2305	1300	590	-	-

Πίνακας 16: Συνολικά κόστη για 10000TEU

	Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
	Επιπλέον ημέρες	43	30	22.7	15.7	11	6.7	2.9	-
<b>10000 TEU</b>	Inventory costs (000\$/ταξίδι)	25,000	18,300	13,310	9320	6300	3360	1800	-

Κατ' αρχάς και οι δύο κατηγορίες κόστους αυξάνονται όταν το μέγεθος του σκάφους γίνεται μεγαλύτερο. Δεύτερον, το κόστος των αποθεμάτων αυξάνεται με ρυθμό αύξοντα όσο τα πλοία γίνονται μεγαλύτερα. Για το σκάφος 3000TEU το κόστος

απογραφής ισούται σχεδόν με το επιπλέον κόστος λειτουργίας για το ταξίδι σε 10 κόμβους. Τα έξοδα απογραφής, στα 10000 TEU γίνονται αρκετές φορές μεγαλύτερα.

### 3.6. Τα καθαρά αποτελέσματα της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)

Σε μικρο-επίπεδο ενός μόνο πλοίου, που λειτουργεί σε χαμηλότερη ταχύτητα το αποτέλεσμα είναι τεράστια εξοικονόμηση πόρων που προέρχονται από την εκθετική σχέση μεταξύ της ταχύτητας και της κατανάλωσης καυσίμου. Οι παραπάνω πίνακες παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την εξοικονόμηση του κόστους των καυσίμων, το επιπλέον λειτουργικό κόστος και το κόστος των αποθεμάτων ανά σκάφος ως αποτελέσματα της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.).

Η εξοικονόμηση κόστους καυσίμου υπολογίζεται για τα 5 πρωτότυπα σκάφη που απαιτούνται για την κατηγορία των 3000 TEU στους 23 κόμβους (η μέγιστη δυνατή ταχύτητα σκαφών αυτού του τύπου) και από τα 5 πρωτότυπα σκάφη που απαιτείται με ταχύτητα 25 κόμβους για την κατηγορία 10,000TEU. Η ταχύτητα των 23 και των 25 κόμβων θεωρούνται ως οι αρχικές ταχύτητες πριν την Χ.Τ.Π..

Οι επιπλέον δαπάνες λειτουργίας υπολογίζονται από τις πρόσθετες ημέρες και τα σκάφη που απαιτούνται. Το κόστος των αποθεμάτων υπολογίζεται σε σχέση με τις επιπλέον ημέρες που απαιτούνται σε κάθε στάδιο της αναγωγής.

Τα καθαρά αποτελέσματα της Χ.Τ.Π. παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 17: Καθαρά οικονομικά οφέλη για 3000TEU

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
Συνολέσοδα Χ.Τ.Π. (000\$/ταξίδι)*	5885	5365	4785	3976	3150	2205	-	-
Extra costs (000\$/ταξίδι)	5506	4013	2943	1976	959	416	-	-
Inventory costs (000\$/ταξίδι)	6458	4821	3343	2212	1318	597	-	-
Καθαρά αποτελέσματα Χ.Τ.Π. (000\$/ταξίδι)	-	-	-	-212	873	1192	-	-

\*συνολικά κέρδη για 5 (=5.2) πλοία.

Πίνακας 18: Καθαρά οικονομικά οφέλη 1000ΤΕΥ

Ταχύτητα(κόμβους)	11	13	15	17	19	21	23	25
Συνολ.έσοδα Χ.Τ.Π. (000\$/ταξίδι)*	12,930	11,750	10,640	8845	7255	5025	2635	-
Extra costs (000\$/ταξίδι)	6705	5760	4118	3735	2126	1280	627	-
Inventory costs (000\$/ταξίδι)	25,313	18,359	13,260	9360	6281	3788	1729	-
Καθαρά αποτελέσματα Χ.Τ.Π. (000\$/ταξίδι)	- <b>19,088</b>	- <b>12,369</b>	- <b>6738</b>	- <b>4250</b>	- <b>1152</b>	<b>43</b>	<b>279</b>	-

\*συνολικά κέρδη για 5 (=4.7) πλοία

## 4.Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) και περιβάλλον

### 4.1. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.). (εκπομπές)

Θαλάσσιο περιβάλλον και άνθρωπος είναι δύο μεταβλητές στην ίδια εξίσωση. Οι δραστηριότητες του ανθρώπου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το θαλάσσιο περιβάλλον, ενώ παράλληλα ασκούν και μεγάλη επιρροή στη διατήρησή του. Σήμερα η ρύπανση από τη ναυτιλία έχει καταστροφικά **αποτελέσματα** στο θαλάσσιο περιβάλλον

Ως μία κατεξοχήν ναυτιλιακή χώρα, η Ελλάδα έχει μεγάλο μέρος της ευθύνης για τη μείωση της ρύπανσης που προκαλείται από πλοία. Προβληματισμούς και ανησυχίες που σχετίζονται με τις υψηλές εκπομπές ρύπων πλοίων της ποντοπόρου ναυτιλίας, εκφράζονται τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Οι ευρωπαίοι εφοπλιστές ελέγχουν ένα τεράστιο ποσοστό του παγκόσμιου στόλου και η Ελλάδα είναι στην κορυφή της σχετικής λίστας ανάμεσα στα κράτη της ΕΕ. Σημειώθηκε, επίσης, ότι η ελληνική ναυτιλιακή βιομηχανία μπορεί και πρέπει να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για τη μείωση των εκπομπών ρύπων και της θαλάσσιας ρύπανσης. Με το 90% των εμπορευμάτων να μεταφέρονται μεταξύ των κρατών με πλοία και με 200.000 εμπορικά πλοία κάθε χρόνο στη Μεσόγειο, η ναυτιλιακή βιομηχανία έχει σημαντική ευθύνη για τη ρύπανση των ωκεανών και την υποβάθμιση του πλανήτη. Η ΕΕ διαθέτει την πιο ολοκληρωμένη ναυτιλιακή νομοθεσία και έμφαση θα πρέπει τώρα να δοθεί στην αποτελεσματική εφαρμογή των ισχυόντων μέτρων.

Τον Σεπτέμβριο του 1997, το διεθνές συνέδριο των μελών για την σύμβαση MARPOL (Marine Pollution) υιοθέτησε το ψήφισμα 8 που καλούσε την επιτροπή για την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee-MEPC) να συσχεφτεί για το ποιες θα είναι οι εφικτές στρατηγικές μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα και των λοιπών ατμοσφαιρικών και θαλάσσιων ρύπων. Το 2000, εκδόθηκε η πρώτη μελέτη του IMO για τις εκπομπές, η οποία και υπολόγισε ότι η διεθνής ναυτιλία συμμετείχε στις συνολικές παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με ποσοστό 1.8%. Το 2003, η συνέλευση υιοθέτησε πολιτικές και πρακτικές σχετικές με την μείωση των εκπομπών από πλοία, κάτι που ώθησε την MEPC να αναπτύξει τον απαραίτητο μηχανισμό για να πετύχει την επιθυμητή μείωση εκπομπών στην διεθνή ναυτιλία.

Από το 2005 η MEPC, ενέκρινε τις οδηγίες για τον υπολογισμό σε εθελοντικό επίπεδο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τη χρήση αυτών σε δοκιμές για την ανάπτυξη ενός απλού συστήματος, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από τα πλοία κατά την διάρκεια μιας δοκιμαστικής περιόδου. Μέχρι το 2008 ενέκρινε οδηγίες για τον έλεγχο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία, για τη μέθοδο υπολογισμού του Δείκτη Σχεδίασης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency Design Index-EEDI) αλλά και δοκιμαστικά τεχνικά και λειτουργικά εθελοντικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών GHG όπως προσωρινές οδηγίες για τον υπολογισμό του EEDI για νέα πλοία, οδηγίες για την ανάπτυξη ενός πλάνου διαχείρισης ενεργειακής απόδοσης (Ships Energy Efficiency Management Plan-SEEMP και οδηγίες για την εθελοντική χρήση του EEOI (Energy Efficiency Operations Indicator). Το 2011, συζητήθηκαν και παρουσιάστηκαν θέματα που αφορούσαν την κατηγοριοποίηση των MBMs, τα υπέρ και τα κατά των κατηγοριών, οι σχέσεις τους με διεθνείς συμβάσεις και οι πιθανές επιπτώσεις.<sup>42</sup>

Σήμερα το Διεθνές Ναυτιλιακό Επιμελητήριο (ICS) πιέζει τον IMO να υιοθετήσει όσο το δυνατόν πιο σύντομα το νέο σύστημα συλλογής δεδομένων εκπομπών (monitoring reporting and verification-MRV) από τα πλοία, ώστε να προχωρήσει στη λήψη πρόσθετων μέτρων μείωσης των εκπομπών. Η MEPC θα συζητήσει το σύστημα συλλογής δεδομένων με τον IMO αλλά το ICS δεν θα ήθελε νέες καθυστερήσεις που θα είναι εις βάρος της διεθνούς ναυτιλίας. Η ναυτιλία θα ευθύνεται για το 17% των συνολικών εκπομπών ρύπων μέχρι το 2050 αν δεν υπάρξουν νομοθετικές ρυθμίσεις σύμφωνα με το Ευρωκοινοβουλίου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη υιοθετήσει έναν περιφερειακό κανονισμό σχετικά με την υποβολή εκθέσεων παρακολούθησης και επαλήθευσης των εκπομπών από κάθε πλοίο ξεχωριστά που αποφασίστηκε τον Ιούλιο του 2015 και θα τεθεί σε λειτουργία το 2018, λόγω πιέσεων από τα περιβαλλοντικά lobby της Ευρώπης που ζητούν άμεση λήψη μέτρων από την ΕΕ για την μείωση των ρύπων στη ναυτιλία. Τέλος η ESCA εγκρίνει τη συμφωνία του Παρισιού και δεσμεύεται για μεγάλες μειώσεις των αέριων ρύπων.<sup>43</sup>

Όπως αναφέραμε, προκειμένου να εξοικονομηθούν καύσιμα και να μειωθούν οι εκπομπές των αέριων ρύπων, τα τελευταία χρόνια τα πλοία κάνουν εκτεταμένη χρήση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.). Ωστόσο, ορισμένες οργανώσεις, όπως

<sup>42</sup> Marine-Environmental-Protection-Comitee (2009). "Prevention of Air Pollution from Ships: Analysis on the appropriate values of the reduction rates of the required EDDI." from <http://www.epa.gov/nonroad/marine/ci/marpol-propose-revision-4-05.pdf>.

<sup>43</sup> Nafteboriki.gr

αναφέρει η Lloyds List, υποστηρίζουν ότι η πολιτική της Χ.Τ.Π. που ακολουθούν οι ναυτιλιακές εταιρείες ούτε μόνιμη είναι ούτε υποχρεωτική και προειδοποιούν ότι η πολιτική αυτή είναι μια εμπορική απόφαση η οποία μπορεί να ανατραπεί στην περίπτωση που βελτιωθεί η παγκόσμια οικονομική κατάσταση. Εφαρμόστηκε πρώτη φορά από την ναυτιλιακή εταιρία MAERSK και σύντομα έγινε μια διαδεδομένη διαδικασία στα πλοία μεταφοράς container και όχι μόνο.

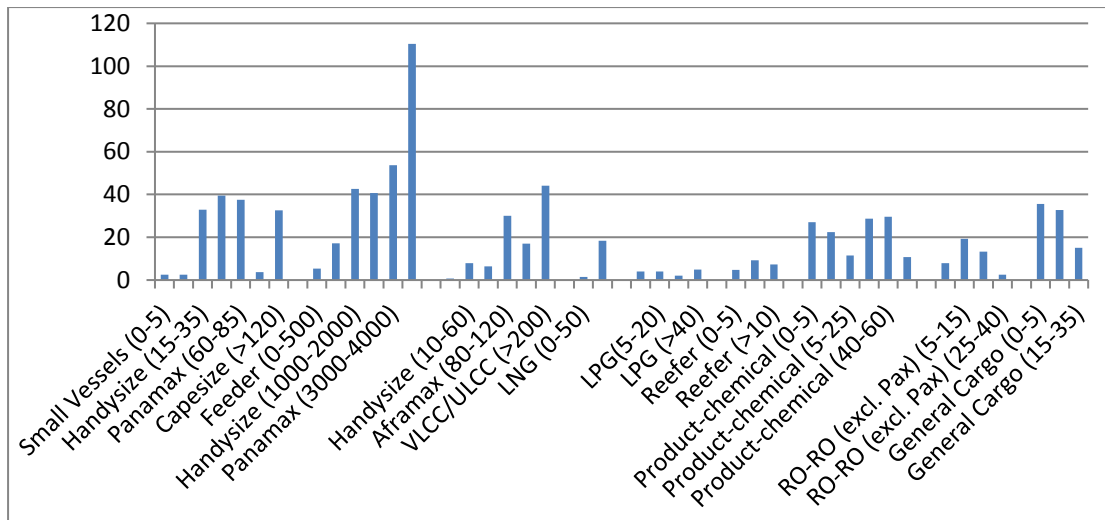
Θέλοντας να αποσαφηνιστούν όλες οι μεταβολές που επιφέρει η χαμηλή ταχύτητα πλεύσης στο περιβάλλον και σε μια προσπάθεια αποτύπωσης όλων των επιδράσεων σε ένα ευρύτερο φάσμα, σκοπός της μελέτης έγινε και η διευκρίνιση της **θετικής ή αρνητικής επιρροής** του. Βασικό στοιχείο της ανάλυσης αυτής, θα είναι η έκλυση επιβλαβών ουσιών στο περιβάλλον από τη δραστηριότητα των πλοίων και η επίδραση της Χ.Τ.Π. στις εκπομπές των ρυπογόνων ουσιών.

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, όμως, παρόλο που θεωρούνται βασικές για την επιβάρυνση του περιβάλλοντος, δεν είναι οι μοναδικές που οφείλονται στη δραστηριότητα των πλοίων. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) συνεισφέρει στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, ενώ τα οξείδια αζώτου (NO<sub>x</sub>) και θείου (SO<sub>x</sub>) έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Οι εκπομπές αέριων ρύπων από την παγκόσμια ναυτιλία ανέρχονται σε 1 δισεκατομμύριο τόνους τον χρόνο, στο 3% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και στο 4% των εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (E.E.). Χωρίς περιοριστικές δράσεις, οι εκπομπές αυτές αναμένεται να υπερδιπλασιαστούν μέχρι το 2050. Στην Ευρώπη, για παράδειγμα, έχει ήδη θεσπιστεί ειδική νομοθεσία σχετικά με τα επιτρεπόμενα επίπεδα εκπομπής από τα πλοία κατά την είσοδο τους στα χωρικά ύδατα των χωρών της. Τα σκάφη εμπορευματοκιβωτίων ιδίως αντιπροσωπεύουν το 5% του παγκόσμιου στόλου, αλλά συμβάλλουν στο 20% των εκπομπών από τη διεθνή ναυτιλία<sup>44</sup>. "Η Χ.Τ.Π. έχει γίνει ένα νέο πρότυπο για τη ναυτιλιακή βιομηχανία εμπορευματοκιβωτίων, συμβάλλοντας θετικά στο παγκόσμιο περιβάλλον" (A.P.-Moller-Maersk-Group 2011)<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> <http://www.kathimerini.gr>

<sup>45</sup> A.P.-Moller-Maersk-Group (2011). "Annual Report 2010." from <http://www.maerskoil.com/Media/NewsAndPressReleases/Documents/Annual%20Report%202010.pdf>



Εικόνα 10: Εκπομπές Co2 ανα κατηγορία πλοίου

Ο τομέας των εμπορευματοκιβωτίων είναι μακράν η μεγαλύτερη γεννήτρια εκπομπών μεταξύ των τομέων της ναυτιλίας. Στην ενότητα αυτή η αναφορά μας θα επικεντρωθεί στη δραστηριότητα των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και την επίδραση που αυτός ο τύπος πλοίου επιφέρει στο περιβάλλον.

Τον Ιανουάριο του 2010, 42.9% των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ταξίδευαν με μειωμένες ταχύτητες, ένα ποσοστό που μεγάλωνε με την αύξηση του μεγέθους του πλοίου (75.5% για 8000+ TEU containerships) και αυξήθηκε και άλλο τα επόμενα έτη.

Πίνακας 19: Επίπτωση Χ.Τ.Π. στην ετήσια κατανάλωση καυσίμου ανά πλοίο

Vessel size (in TEU)	Characteristics (of 2051 vessels) <sup>a</sup>				Days at sea		Average fuel consumption/ship (in 000 tons/year)		
	No of vessels	% vessels X.T.Π.	Mean size (TEU)	Design speed	2007 <sup>b</sup> & 2008	2010	2007 <sup>b</sup>	2008	2010
1000-2000	278	19.4	1481	19.5	241	244	9700	8997	8759
2000-3000	398	22.6	2542	21.7	247	250	15,600	15,409	14,666



3000-5000	677	37.2	4087	23.6	250	255	25,200	24,698	22,789
5000-8000	432	65.7	5948	24.9	251	260	37,500	36,695	31,541
8000+	266	75.5	9175	24.6	259	270	46,400	46,727	38,777

A: Με βάση την Alphaliner (2010)<sup>46</sup>

Το 2008, η συνολική κατανάλωση καυσίμου για τα 2051 containers ήταν σύμφωνα με υπολογισμούς 53.6 εκ.τόνοι. Πάρα την χρήση 137 επιπλέον πλοίων σαν αποτέλεσμα της Χ.Τ.Π., είχαμε μείωση της τάξης του 11.1% (47.6 εκ τόνοι). Τον Ιανουάριο του 2008 στο 78.6% των διαδρομών Europe/Far East παρατηρήθηκαν χαμηλές ταχύτητες πλεύσης.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις ως προς τις ναυτιλιακές μεταφορές τα συνολικά τόνο-μίλια θα αυξηθούν από 30 μέχρι 46% μέχρι το 2020, ενώ μέχρι το 2050 το ποσοστό θα κυμανθεί από 150 μέχρι 300%. Από στοιχεία του IMO η δραστηριότητα στο χώρο διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων αναμένεται να αυξηθεί κατά 65-95% μέχρι το 2020 και κατά 425- 800% κατά το 2050. Από τα παραπάνω μπορεί εύκολα να ανακύψει το συμπέρασμα πως οι επιβλαβείς εκπομπές θα αυξηθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό στο μέλλον, με άμεσο αποτέλεσμα την επιτακτικότητα για πιο άμεση και αυστηρή λήψη μέτρων.

Υπάρχουν ορισμένοι κανονισμοί σχετικά με τις εκπομπές NOx και SOx, σε κείμενες διατάξεις περί των οξειδίων του θείου και του αζώτου. Οι κανονισμοί για την προστασία της εναέριας ρύπανσης (παράρτημα VI), στόχευαν στη μείωση των εναέριων εκπομπών από πλοία (SOx, NOx, ODS, VOC).

#### 4.1.1.Οξείδια του Θείου-Sox

Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η επίδραση των εκπομπών SOx που προέρχονται από τη ναυτιλία στο περιβάλλον, θα γίνει μια αναφορά στην εξέλιξη των κανονισμών για τον περιορισμό τους. Οι έλεγχοι και τα όρια που αναφέρονται, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- 1) Εκτός των περιοχών ελέγχου εκπομπών.

#### Picture 2.1:IMO ECA

<sup>46</sup> www.alphaliner.com

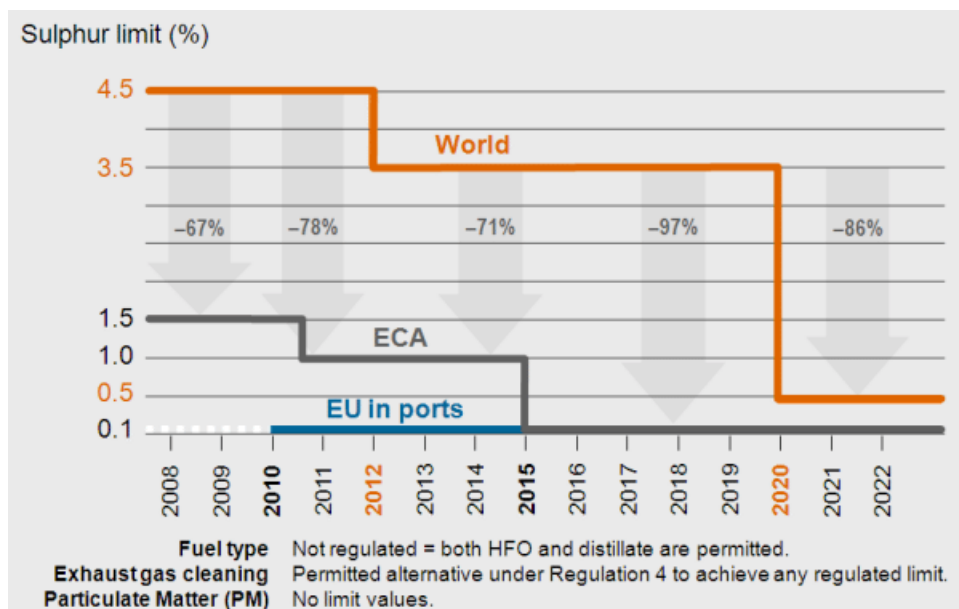
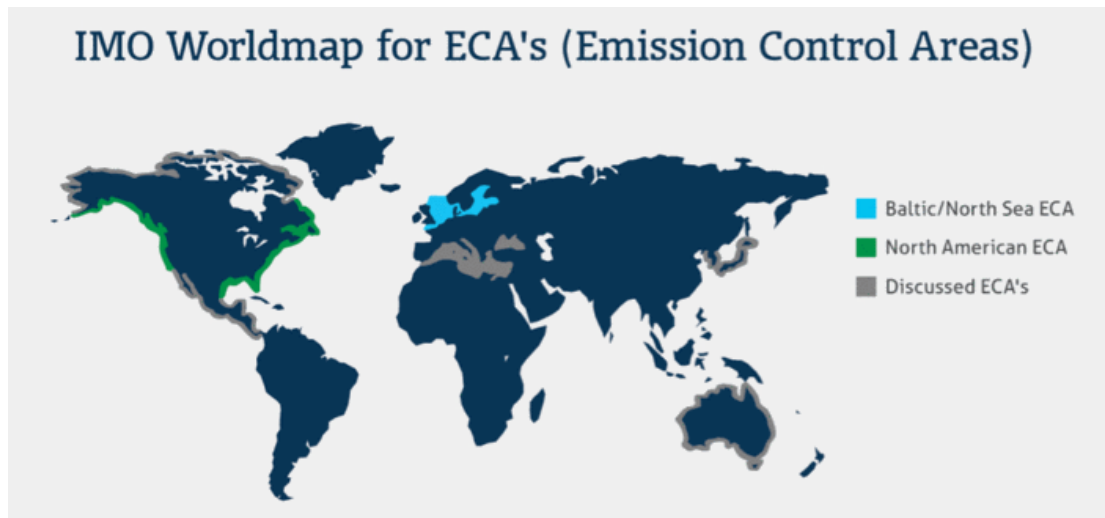


Figure 2. IMO sulphur limits for years 2008-2020 (% mass).

Εικόνα 11: Όρια εκπομπών θείου 2008-2020

Ανώτατο όριο περιεκτικότητας σε θείο, οποιουδήποτε καυσίμου πετρελαίου, ήταν αρχικά το 4.5% κατά βάρος το 2008 με προτεινόμενες τροποποιήσεις πήγε στο 3,50% και σήμερα βρίσκεται στο 2.50%.

2) Εντός των περιοχών ελέγχου εκπομπών-Emission Control Areas (ECA).

(Βαλτική, Βόρεια Θάλασσα, περιοχή της Βορείου Αμερικής και θάλασσα της Καραϊβικής. Αυστηρότερες απαιτήσεις ίσχυαν για τα πλοία που κινούνται εντός περιοχών ελέγχου εκπομπών SO<sub>x</sub> (SO<sub>x</sub> Emission Control Area-SECA). Σημειώνεται, ότι για την είσοδο του πλοίου σε περιοχή ελέγχου εκπομπών SO<sub>x</sub> θα καταγράφονται στοιχεία που αφορούν στον όγκο του καυσίμου πετρελαίου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο σε κάθε δεξαμενή, την ημερομηνία, την ώρα και τη θέση του πλοίου, όταν

ολοκληρώνεται η λειτουργία εναλλαγής του καυσίμου. Ενδεικτικά γνωρίζουμε, ότι η σχετική εγγραφή μπορεί να γίνεται στο ημερολόγιο γεφύρας ή μηχανής του πλοίου. Το ανώτατο όριο εντός των περιοχών αυτών ήταν 1.5% και τώρα είναι 0.1%.

Στις 28/10 στο Λονδίνο οι 170 χώρες του IMO συμφώνησαν στην καθιέρωση σημαντικών περιορισμών στις εκπομπές θείου μέχρι το 2020. Ο IMO ανέφερε ότι το περιεχόμενο θείου στα καύσιμα θα περιορισθεί στο 0.5% έναντι 2.5% κατά μέσον όρο σήμερα.

Οι μειώσεις αυτές αναμένεται να έχουν ευεργετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και στην ανθρώπινη υγεία κυρίως των παράκτιων πληθυσμών και των ανθρώπων που ζούν κοντά σε λιμάνια. Υπολογίζεται ότι 70,000 περίπου πλοία θα επηρεαστούν και τα κόστη μετατροπών (καταλύτες) για τους πλοιοκτήτες που δεν θα χρησιμοποιήσουν τα συγκεκριμένα καύσιμα θα είναι αυξημένα (έως και 25% περισσότερα λειτουργικά κόστη). Με την χρήση του συγκεκριμένου καυσίμου υπολογίζεται ότι θα υπερδιπλασιαστούν οι τιμές των καυσίμων και το κόστος μεταφοράς.

Βέβαια, οι παραπάνω διατάξεις θα γίνουν καλύτερα αντιληπτές μόνο εφόσον γίνουν γνωστοί και οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται. Οι εκπομπές SO<sub>x</sub> εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του πετρελαίου καύσης (Psaraftis, 2011)<sup>47</sup> που χρησιμοποιείται. Παρακάτω ακολουθούν δύο παραδείγματα για την εύρεση της ποσότητας των εκπομπών. Για να γίνει ο υπολογισμός θα πρέπει να είναι γνωστά τόσο η κατανάλωση καυσίμου σε τόνους / ημέρα, όσο και η ποιότητα του πετρελαίου ως προς το ποσοστό θείου που περιέχει. Η ποιότητα πετρελαίου έχει άμεση σχέση με τη σύστασή του. Για την εύρεση των εκπομπών SO<sub>x</sub> θα πρέπει να πολλαπλασιαστεί η συνολική κατανάλωση καυσίμου με το ποσοστό θείου του πετρελαίου και στη συνέχεια με τον ανάλογο παράγοντα εκπομπών που για τα συγκεκριμένα αέρια προϊόντα είναι ίσος με 0.02 λόγω της χημικής αντίδρασης του θείου με το οξυγόνο (Kontovas, 2011)<sup>48</sup>.

Θα χρησιμοποιήσουμε μια τιμή ποσοστού θείου στη σύσταση του IFO 380 της τάξεως του 2.5%, με δεδομένο ότι το 0.5% δεν μπορεί να θεωρηθεί διαδεδομένο ακόμα.

Για την εύρεση των εκπομπών θα χρησιμοποιήσουμε το πλεόνασμα καυσίμου από την χρήση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) σύμφωνα με τους πίνακες **8 και 9** θα υπολογίσουμε το πλεόνασμα SO<sub>x</sub>.

Σύμφωνα με τα «Κοντοβάς και Ψαραύτη (2011)» και «Κοντοβάς και Ψαραύτη (2011β)», η διαφορά στην ποσότητα των εκπομπών μπορεί να υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta (\text{εκπομπές}) = F * \Delta (\text{κατανάλωση καυσίμου (V)})$$

<sup>47</sup> Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." *Maritime Policy & Management* **38**(4): 451-469.

<sup>48</sup> Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." *Maritime Policy & Management* **38**(4): 451-469.

Όπου F είναι οι εκπομπές και η κατανάλωση καυσίμου είναι συνάρτηση της ταχύτητας.<sup>49</sup>

**Πίνακας 20: Πλεόνασμα Sox για 3000TEU**

ταχύτητα(knots)	11	13	15	17	19	21	23	25
TFC (τόνοι/ταξίδι)	836	1220	1650	2250	2860	3,560	4271	5,195*
ΔTFC (τόνοι/ταξίδι)**	4359	3997	3545	2945	2335	1635	-	-
Πλεόνασμα Sox	2.17	1.99	1.77	1.47	1.16	0.81		

\*: μέγιστη ταχύτητα

\*\* : σε σύγκριση με τους 23 κόμβους

**Πίνακας 21: Πλεόνασμα Sox για 10000TEU**

ταχύτητα (knots)	11	13	15	17	19	21	23	25
TFC (τόνοι/ταξίδι)	1824	2697	3520	4850	6028	7680	9450	11,422
ΔTFC (τόνοι/ταξίδι)*	9598	8725	7902	6572	5394	3742	1972	-
Πλεόνασμα Sox	4.79	4.35	3.95	3.28	2.69	1.86	0.98	

Πλοία 3000 TEU:  $\Delta$  (emissions) = 4359 0.02 2.5% = 2.17 τόνοι SO<sub>2</sub> για τη μετάβαση από τους 23 στους 11 κόμβους

Πλοία 10,000 TEU:  $\Delta$  (emissions) = 9598 0.02 2.5% = 4.79 τόνοι SO<sub>2</sub> για τη μετάβαση από τους 25 στους 11 κόμβους.

#### 4.1.2 Οξείδια του Αζώτου-NO<sub>x</sub>

Ο έλεγχος των μηχανών diesel για τις εκπομπές NO<sub>x</sub>, επιτυγχάνεται μέσω των απαιτήσεων μελέτης και διαπίστευσης, οι οποίες οδηγούν στην έκδοση του πιστοποιητικού EIAPP (Engine International Air Pollution Prevention Certificate).

<sup>49</sup> Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." *Maritime Policy & Management* **38**(4): 451-469.

Ο Κανονισμός αυτός εφαρμόζεται σε:

Κάθε μηχανή diesel με ισχύ μεγαλύτερη από 130 KW, η οποία εγκαθίσταται σε ένα πλοίο το οποίο κατασκευής μετά την 1η Ιανουαρίου 2000 και κάθε μηχανή diesel με ισχύ μεγαλύτερη από 130 KW, που έχει υποστεί μετασκευή.

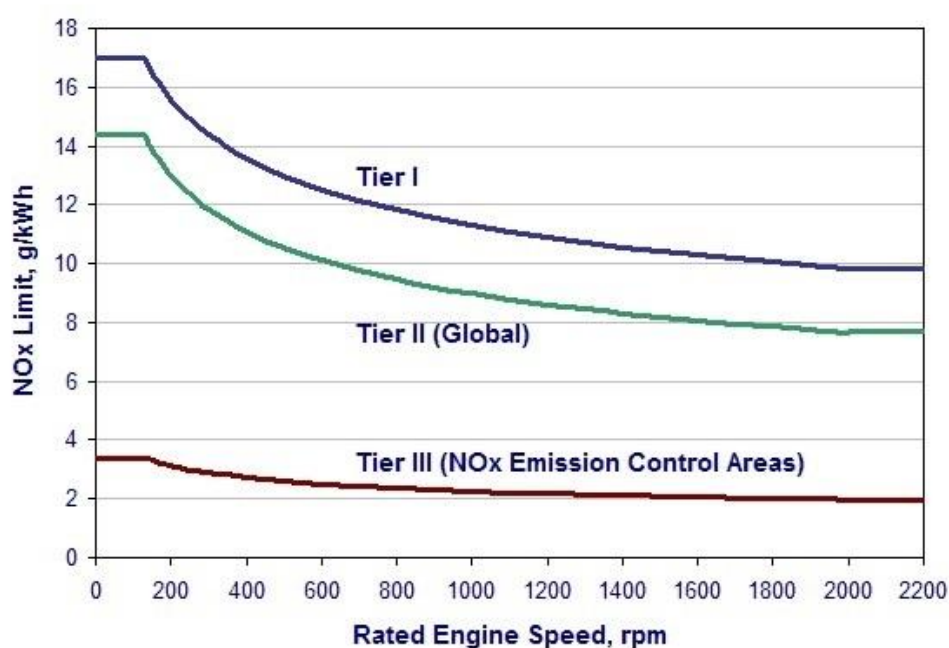
Ο Κανονισμός αυτός δεν εφαρμόζεται σε :

Οποιαδήποτε συσκευή ή εξοπλισμό έκτακτης ανάγκης. Ο υπολογισμός του ορίου (σε g/Kwh) γίνεται κάθε φορά σύμφωνα με τις στροφές (rpm) της μηχανής. Η λειτουργία κάθε μηχανής diesel, στην οποία εφαρμόζεται αυτός ο Κανονισμός, επιτρέπεται εφόσον οι εκπομπές NOx βρίσκονται κάτω από τα ακόλουθα όρια :

**Table 3.** MARPOL Annex VI NOx Emission Limits

Tier	Date	NOx Limit, g/kWh		
		n < 130	130 ≤ n < 2000	n ≥ 2000
Tier I	2000	17.0	$45 \cdot n^{-0.2}$	9.8
Tier II	2011	14.4	$44 \cdot n^{-0.23}$	7.7
Tier III	2016+	3.4	$9 \cdot n^{-0.2}$	1.96

† In NOx Emission Control Areas (Tier II standards apply outside ECAs).



**Figure 3.** MARPOL Annex VI NOx Emission Limits

Εικόνα 12: Όρια εκπομπών Nox

n = η ονομαστική ταχύτητα της μηχανής (περιστροφές στροφαλοφόρου ανά λεπτό). Το επίπεδο III αναφέρεται σε πλοία που πλέουν εντός περιοχών ECA, όπως αυτές περιεγράφηκαν προηγουμένως (International Maritime Organization).<sup>50</sup>

Η λειτουργία μιας μηχανής diesel επιτρέπεται, επίσης, όταν λειτουργεί ένα σύστημα καθαρισμού καυσαερίων εγκεκριμένο ή εφαρμόζεται κάποιος άλλος τρόπος για τη μείωση των εκπομπών NO<sub>x</sub> στο πλοίο, τουλάχιστον μέσα στα όρια που προαναφέρθηκαν.

## Όρια NO<sub>x</sub> για τις υπάρχουσες μηχανές

### Τεχνικός κώδικας NO<sub>x</sub>

Το τροποποιημένο σχέδιο του τεχνικού κώδικα NO<sub>x</sub>, περιλαμβάνει ένα νέο κεφάλαιο βασισμένο στη συμφωνηθείσα προσέγγιση για τον κανονισμό NO<sub>x</sub> υπαρχουσών μηχανών<sup>51</sup>, περιλαμβάνει τις διατάξεις για τις άμεσες μεθόδους μέτρησης και ελέγχου, μια διαδικασία πιστοποίησης για τις υπάρχουσες μηχανές και τους κύκλους δοκιμής που εφαρμόζονται στις σειρές μηχανών II και III.

### Έλεγχος εφαρμογής

Αρμόδιες αρχές για τον έλεγχο στην Ελλάδα είναι το ΥΕΝ/ΚΕΕΠ και οι Λιμενικές αρχές και στο εξωτερικό οι προξενικές λιμενικές αρχές. Στους παραβάτες των διατάξεων του Νόμου επιβάλλονται κυρώσεις .

Τροποποιήσεις (Annex VI, Regulation 13).

- Η **σειρά I (Tier I)**, ισχύει για μηχανή diesel που εγκαθίσταται σε ένα σκάφος που κατασκευάστηκε από την 1η Ιανουαρίου 2000 και πριν από την 1η Ιανουαρίου 2011, τα επίπεδα εκπομπής είναι 17.0 g/kWh
- Για τη **σειρά II (Tier II)**, τα επίπεδα εκπομπής NO<sub>x</sub> θα μειώνονται σε 14.4 g/kWh. για μια μηχανή diesel σε ένα σκάφος που κατασκευάζεται από την 1η Ιανουαρίου 2011 και μετά.
- Για τη **σειρά III (Tier III)**, τα επίπεδα εκπομπής NO<sub>x</sub> θα μειώνονται σε 3.4 g/kWh (για έτος κατασκευής την 1ης Ιανουαρίου 2016), όταν το πλοίο κινείται σε μια οριζόμενη περιοχή ελέγχου εκπομπής. Έξω από μια οριζόμενη περιοχή ελέγχου εκπομπής, ισχύει το όριο της σειράς.
- Επίσης όριο εκπομπής NO<sub>x</sub> 17.0 g/kWh για μια μηχανή diesel με ισχύ μεγαλύτερη από 5000 kW και εκτόπισμα 90 λίτρα ανά κύλινδρο ή περισσότερο, που εγκαταστάθηκε σε ένα πλοίο κατασκευής 1ης Ιανουαρίου 1990 και μετά, αλλά πριν από την 1η Ιανουαρίου 2000<sup>52</sup>.

<sup>50</sup> IMO (2008). "PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS Liaison with the Secretariats of UNFCCC and IPCC concerning the Carbon to CO<sub>2</sub> conversion factor." from <http://www.sjofartsverket.se/pages/14228/58-4-3.pdf>.

<sup>51</sup> MARPOL VI: [http://www.elinyae.gr/el/item\\_details.jsp?item\\_id=8906&cat\\_id=919](http://www.elinyae.gr/el/item_details.jsp?item_id=8906&cat_id=919)

<sup>52</sup> ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 13 NO<sub>x</sub>:

<http://www.sigmahellas.gr/index.php?lang=1&thecatid=6&thesubcatid=229&thesubsubcatid=324>



Το αναθεωρημένο παράρτημα VI θα επιτρέψει τον καθορισμό μίας περιοχής ελέγχου και για τους τρεις τύπους εκπομπών από τα πλοία.

#### 4.1.3 Διοξείδιο του Άνθρακα CO<sub>2</sub>

Όσον αφορά τις εκπομπές CO<sub>2</sub> ο IMO απέδειξε την αποτελεσματικότητά του, καθώς η ναυτιλία έχει μειώσει σε πέντε χρόνια τους συνολικούς ρύπους CO<sub>2</sub> κατά 20%. Από το 2007 μέχρι το 2012 παρά το γεγονός ότι την ίδια περίοδο έχει αυξηθεί το μεταφορικό έργο η διεθνής ναυτιλία έχει μειώσει τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα πλοία κατά 10%. Τα πλοία μεταφέρουν περίπου το 90% του παγκόσμιου εμπορίου, παρόλα αυτά μειώνουν τις εκπομπές τους σε 2,2% CO<sub>2</sub> σε σχέση με το 2,8% του 2007, σύμφωνα με σχετική μελέτη του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO). Επίσης έχει τεθεί ο στόχος για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 20% μέχρι το 2020.

Παράλληλα με την σωστή διαχείριση της ταχύτητας του πλοίου με την χρήση καλύτερων καυσίμων και με την κατασκευή καλύτερων μηχανών και μεγαλύτερων πλοίων ο IMO στοχεύει στην μείωση κατά 50% των εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2050. Στα μέτρα που θα εφαρμοστούν από το 2018 για την μείωση των εκπομπών είναι και η συλλογή στοιχείων για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από όλα τα πλοία. Τέλος η Ευρώπη μελετά την δυνατότητα να αγοράσουν οι πλοιοκτήτες δικαιώματα εκπομπών ETS από το 2021 κι μετά, ή να καταβάλλουν ένα αντίστοιχο ποσό σε ένα νέο γενικό περιβαλλοντικό ταμείο που θα αγοράζει δικαιώματα εκπομπών συλλογικά εκ μέρους τους. Το 20% των εσόδων θα χρησιμοποιούνται στην αύξηση της αποδοτικότητας της ναυτιλίας και των λιμανιών. Έτσι θα βοηθηθούν οι μετασκευές μείωσης διοξειδίου του άνθρακα και την χρήση καινοτόμων τεχνολογιών.<sup>53</sup>

Για την περίοδο των δύο ετών μεταξύ 2008 και 2010 η μείωση των εκπομπών μόνο από τη Χαμηλή Ταχύτητα Πλευσης (X.T.Π.) ήταν περίπου 11%, σύμφωνα με Cariou (2011)<sup>54</sup>. Σήμερα πολλές εταιρίες εμπορευματοκιβωτίων για να μειώσουν τα κόστη από τα καύσιμα και τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> μειώνουν ταχύτητα. Μια μείωση της ταχύτητας του στόλου κατά 10% μπορεί να μειώσει τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> κατά 7.9%, 98.7 εκ. τόνοι. Με άλλα λόγια, δεδομένου ότι υπάρχει μια ευθέως ανάλογη σχέση μεταξύ του κόστους των καυσίμων και των εκπομπών καυσίμων, η X.T.Π. μπορεί να είναι μια λύση win-to-win.<sup>55</sup>

Ένας από τους τύπους πλοίων που συμβάλλουν περισσότερο στις εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Ο αριθμός πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που δραστηριοποιείται στην παγκόσμια ναυτιλία ανέρχεται μόλις στα 5097 πλοία από τα 87,233 περίπου πλοία, αριθμός που αντιστοιχεί σε ένα ποσοστό της τάξεως του 5% του εγγεγραμμένου παγκόσμιου στόλου σύμφωνα με την EMSA και την statista. Παρά το μικρό ποσοστό που καταλαμβάνουν το 2015 κατανάλωσαν 70 εκατομμύρια μετρικούς τόνους πετρελαίου και δημιούργησαν εκπομπές 230 εκατομμυρίων μετρικών τόνων CO<sub>2</sub>. Αυτό αντιστοιχεί στο 22% περίπου της κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub> της παγκόσμιας ναυτιλίας. Σε σχέση με τους υπόλοιπους βασικούς τύπους πλοίων, πλοία μεταφοράς χύδην

<sup>53</sup> <http://www.e-nautilia.gr/to-dikaioma-agoras-ripon-meleta-i-ee/>

<sup>54</sup> Cariou, P. (2011). "Is (X.T.Π.) a sustainable means of reducing CO<sub>2</sub> emissions from container shipping?" *Transportation Research Part D-Transport and Environment* **16**(3): 260-264

<sup>55</sup> <http://energypress.gr>

ξηρών φορτίων, δεξαμενόπλοια και πλοία γενικού φορτίου, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι κατά 1.3, 2.2 και 2.5 φορές υψηλότερες, ενώ αναμένεται να είναι το πιο γρήγορα ανερχόμενο κομμάτι της παγκόσμιας ναυτιλίας

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα βασιστούν στα πλοία δύο διαφορετικών μεγεθών. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> εξαρτώνται από τον τύπο καυσίμου και από τη συνολική κατανάλωση καυσίμου, μετρούμενη σε τόνους/ημέρα (Psaraftis και λοιποί, 2011)<sup>56</sup>. Η σχέση εξάρτησης με την κατανάλωση καυσίμου δικαιολογεί απόλυτα τη σύνδεση τους με την Χ.Τ.Π. και την άμεση επιρροή που μπορεί να επιφέρει στο περιβάλλον. Για τον υπολογισμό του οφέλους από την Χ.Τ.Π. ως προς τους τόνους των εκλυόμενων εκπομπών, θα πρέπει να γνωρίζουμε τον κατάλληλο παράγοντα εκπομπών (emission factor).

Για την εύρεση της ποσότητας των εκπομπών χρειαζόμαστε και την κατανάλωση καυσίμου από τους πίνακες 8 και 9 του κεφαλαίου 3. Στην συνέχεια θα ακολουθήσουμε τον ίδιο τρόπο υπολογισμού που ακολουθήσαμε και για τον υπολογισμό τις μείωσης των εκπομπών του Sox.

Ο πιο διαδεδομένος παράγοντας εκπομπών που χρησιμοποιείται, είναι της τάξεως του 3.17 τον οποίο και θα χρησιμοποιήσουμε.

**Πίνακας 22: Πλεόνασμα CO<sub>2</sub> για 3000TEU**

ταχύτητα(knots)	11	13	15	17	19	21	23	25
TFC (τόνοι/ταξίδι)	836	1220	1650	2250	2860	3560	4271	5195*
ΔTFC (τόνοι/ταξίδι)**	4359	3997	3545	2945	2335	1635	-	-
Πλεόνασμα CO <sub>2</sub>	13,818	12,670	11,237	9335	7401	5182		

\*: μέγιστη ταχύτητα

\*\* : σε σύγκριση με τους 23 κόμβους

**Πίνακας 23: Πλεόνασμα CO<sub>2</sub> για 10000TEU**

ταχύτητα (knots)	11	13	15	17	19	21	23	25
TFC (τόνοι/ταξίδι)	1824	2697	3520	4850	6028	7680	9450	11,422
ΔTFC (τόνοι/ταξίδι)*	9598	8725	7902	6572	5394	3742	1972	-

<sup>56</sup> Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." *Maritime Policy & Management* **38**(4): 451-469.



Πλεόνασμα  
CO<sub>2</sub>

30,425 27,658 25,049 20,833 17,098 11,862 6251

Πλοία 3000 TEU:  $\Delta$  (emissions) = 4359  $\cdot$  3.17 = 13.818 τόνους CO<sub>2</sub> για τη μετάβαση από τους 23 στους 11 κόμβους

Πλοία 10.000 TEU:  $\Delta$  (emissions) = 9598  $\cdot$  3.17 = 30,425 τόνους CO<sub>2</sub> για τη μετάβαση από τους 25 στους 11 κόμβους

Από τα αποτελέσματα των δύο αυτών παραδειγμάτων μπορούμε να παρατηρήσουμε πως η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι αξιοσημείωτη και για τις δύο κατηγορίες πλοίων, αναλογικά με το μέγεθός τους και την κατανάλωση καυσίμου που παρουσιάζουν.

#### 4.2. Κίνητρα Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (X.T.Π.)

Οι εταιρείες ορίζουν στα πλοία τους να πλέουν σε χαμηλότερες ταχύτητες για τους εξής δύο λόγους: το κόστος των καυσίμων και τις εκπομπές ρύπων. Η μείωση των εκπομπών και του κόστους ταυτόχρονα καθιστά την μείωση της ταχύτητας πλεύσης ως λύση πολύ αποδοτική, όπως θα δούμε και παρακάτω, για τις εταιρείες. Τα **βασικά κίνητρα** λοιπόν για την μείωση της ταχύτητας πλεύσης είναι τα εξής:

1. Οι υψηλές τιμές καυσίμων που αυξάνει το κόστος καυσίμων και η υποχρέωση χρήσης ακριβών καυσίμων χαμηλών σε περιεκτικότητα
2. Η εξοικονόμηση από άλλα τρέχοντα κόστη όπως λιμενικά τέλη και τοπικοί φόροι και η πλεονάζουσα προσφορά πλοίων (overcapacity) με αποτέλεσμα την μείωση των ναύλων.
3. Οι υποχρεωτικοί κανονισμοί που σχετίζονται με τις εκπομπές ρύπων από τα πλοία, αλλά και εθελούσια μέτρα μείωσης εκπομπών ρύπων, στόχο την ενίσχυση του περιβαλλοντικού-κοινωνικού τους προφίλ.

Η χρήση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (X.T.Π.) λόγω των αυξημένων τιμών των καυσίμων δεν είναι, καινούργια. Παραδείγματα αύξησης στις τιμές των καυσίμων, όπως προείπαμε, είναι οι πετρελαϊκές κρίσεις που συνέβησαν στο παρελθόν. Το 1972, λίγο πριν ξεσπάσει η πετρελαϊκή κρίση του 1973, η τιμή του αργού πετρελαίου ήταν 3\$ το βαρέλι. Όταν άρχισε ο αραβοϊσραηλινός πόλεμος αρκετά αραβικά κράτη επέβαλαν εμπάργκο στις εξαγωγές πετρελαίου προς χώρες που υποστήριζαν το Ισραήλ, η τιμή του αργού πετρελαίου είχε τετραπλασιαστεί σε 12\$ μέχρι το τέλος του 1974. Παρομοίως, η δεύτερη πετρελαϊκή κρίση την Ιρανική επανάσταση (1978) και τον Πόλεμο μεταξύ Ιράν-Ιράκ που άρχισε το 1980 είχε σαν αποτέλεσμα η τιμή του πετρελαίου να αυξηθεί από 14\$ το 1978 σε 34\$ το βαρέλι το 1981. Ακόμα και σε μη

ευμετάβλητες αγορές, το κόστος καυσίμων αυξάνεται από την υποχρέωση για χρήση πιο ακριβών καυσίμων με μικρές περιεκτικότητες.

Κατά τη διαδικασία της Χ.Τ.Π., η ταχύτητα πλεύσης ενός καραβιού μειώνετε, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των μηχανών, αλλά και την μείωση εκπομπών αέριων ρύπων (Maersk).<sup>57</sup> Η διαδικασία της χαμηλής ταχύτητας υιοθετήθηκε τους πλοιοκτήτες, για να επιβιώσουν οικονομικά την στιγμή που οι τιμές των καυσίμων αυξάνονταν και το εμπόριο βρισκόταν σε ύφεση. Ταυτόχρονα, αυξήθηκε η αποδοτικότητα των πλοίων σε συνδυασμό με την μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων. Τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων διέπονται από ιδιαίτερα χαρακτηριστικά το σημαντικότερο από αυτά είναι η μεγάλη κατανάλωση καυσίμου λόγω των υψηλών ταχυτήτων που αναπτύσσουν για την επίτευξη της ανάλογης αποδοτικότητας στην αγορά στην οποία λειτουργούν. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, η μεγαλύτερη ποσότητα κατανάλωσης καυσίμου οδηγεί σε περισσότερες εκπομπές ρύπων. Όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα πλεύσης ενός πλοίου την ημέρα, τόσο πιο πολύ μπορεί να μειωθούν οι εκπομπές επιβλαβών ουσιών από τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου (Psaraftis και λοιποί, 2009)<sup>58</sup>. Η εταιρία Maersk παρουσίασε οικονομικά αποτελέσματα τα οποία αποδείκνυαν πως οι ταχύτητες χαμηλής πλεύσης είναι και οικονομικά βιώσιμες. Παράλληλα παρουσίασε ένα πιστοποιητικό, από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές μηχανών πως η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) εάν εφαρμοστεί με τον σωστό τρόπο, δεν θέτει σε κίνδυνο την κύρια μηχανή του πλοίου.. Σύμφωνα με τους Bonney και Leach (2010) εάν η ταχύτητα μειωθεί στους 21 κόμβους τότε αυτό αντιπροσωπεύει Η Χ.Τ.Π. ενώ σαν extra Χ.Τ.Π. αντιπροσωπεύεται η ταχύτητα των 18 κόμβων. Τέλος, σαν super Χ.Τ.Π. αντιπροσωπεύεται η ταχύτητα των 15 κόμβων. Σύμφωνα με τον Maloni et.all (2013) η μειωμένη ταχύτητα πλεύσης σημαίνει ότι οι πλοιοκτήτες εξοικονομούν καύσιμα. Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι το 50% των λειτουργικών εξόδων ενός πλοίου είναι τα καύσιμα και πιο συγκεκριμένα το μαζούτ.<sup>59</sup>

Η μειωμένη ταχύτητα πλεύσης αποτρέπει τη δημιουργία ουράς έξω από τα λιμάνια. Αυτός είναι άλλος ένας λόγος για τον οποίο οι πλοιοκτήτες προχωρούν στην διαδικασία της Χ.Τ.Π.. Με την δυνατότητα της αυξομείωσης της ταχύτητας οι καπετάνιοι μπορούν να τηρήσουν το χρονοδιάγραμμά τους. Εάν, για παράδειγμα, σε ένα λιμάνι υπάρχει συμφόρηση, το πλοίο μπορεί να ταξιδεύει σε διαδικασία Χ.Τ.Π. και όταν φτάσει στο λιμάνι να μην υπάρχει τόση μεγάλη συμφόρηση. Η μη τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων των ταξιδιών είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των μεταφορέων καθώς, μόνο ένα 50%-60% των πλοίων τηρεί τα χρονοδιαγράμματα του και φτάνει στην ώρα του στο λιμάνι.

---

<sup>57</sup> (Χ.Τ.Π.)-the full story, Maersk edition, Copenhagen, 2012

<sup>58</sup> Psaraftis, H. N., Kontovas, C., Kakalis, N. (2009). Speed reduction as an emissions reduction measure for fast ships. The 10th International Conference on Fast Transportation (FAST 2009), Athens, Greece.

<sup>59</sup> Bonney, J. and Leach, P.T, Slow boat from China. The Journal of Commerce Online, <http://www.joc.com/maritime/slow-boat-china>, accessed 27 May 2014.

Στην προσπάθεια βελτίωσης της εικόνας τους κάποιες εταιρίες ασπάζονται πολιτικές που σχετίζονται με το περιβάλλον και δημοσιεύουν τις περιβαλλοντικές τους εκθέσεις. Οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην αγορά Container είναι οι πιο ένθερμοι υποστηρικτές τέτοιων πολιτικών μάλλον λόγω του ότι θεωρούνται οι μεγαλύτεροι ρυπαντές μεταξύ των τύπων πλοίων στην ναυτιλία. Όλα αυτά γίνονται λόγω της “**Εταιρικής κοινωνικής ευθύνης**”. Παραταύτα, σημασία έχει πως κάθε μέτρο περιορισμού των επιπτώσεων στο περιβάλλον από πλευράς ναυτιλιακών εταιρειών, εθελοντικό ή μη, θα πρέπει να είναι καλοδεχούμενο<sup>60</sup>. Αρκετά λιμάνια δίνουν κίνητρα όπως εκπτώσεις στα τέλη μέσα από διάφορα προγράμματα στις ναυτιλιακές εταιρείες. Τα λιμάνια του Long Beach (POLB) και του Los Angeles (POLA με σκοπό να ενθαρρύνουν την χρήση καυσίμων με περιεκτικότητα θείου μικρότερη από 0.2% προσφέρουν έκπτωση 15% σε τέλη λιμενισμού στα πλοία που οικειοθελώς αποδέχονται το πρόγραμμα μείωσης ταχύτητας. Τα **μειωμένα λιμενικά τέλη** δεν είναι καινούργια τακτική κινήτρων. Το “**Green Award**” είναι το πιστοποιητικό που απονέμεται στις εταιρείες που χρησιμοποιούν αυτά τα προγράμματα.

Σε αντίθεση με το 2007 και 2008, όταν τα πρώτα πλοία μείωσαν ταχύτητα στα δρομολόγια Ευρώπη-Άπω Ανατολή, το 2009 λόγω της κρίσης είχε καταστεί επιτακτική ανάγκη για εξοικονόμηση από οπουδήποτε. Η αύξηση του στόλου των containerships των εταιρειών εν καιρώ κρίσης, υπερέβη την μεταφορική ζήτηση, με αποτέλεσμα η υπερπροσφορά να επιφέρει μείωση των ναύλων. Αυτή η υπερπροσφορά έγινε προσπάθεια να αντιμετωπιστεί με την μείωση της ταχύτητας πλεύσης.

## **5. Τεχνικοί Περιορισμοί Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)**

Όταν ένα πλοίο κάνει χρήση της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) πολλά μηχανικά προβλήματα μπορεί να εμφανιστούν. Για τον λόγο αυτό οι κατασκευάστριες εταιρίες προχώρησαν σε μελέτες για την εφαρμογή της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, μια μηχανή μπορεί να λειτουργήσει σε εύρος φορτίου 10% -100% μακροχρόνια χωρίς κάποιο πρόβλημα, εφόσον θα ληφθούν υπόψη κάποιες προφυλάξεις.

### **5.1. Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) -Προβλήματα κατά την χρήση**

Συμπερασματικά, η διαδικασία της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) είναι δυνατόν να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην μηχανή του πλοίου όπως αυξημένες δονήσεις, απώλεια θερμότητας, χαμηλή απόδοση του turbocharger, και της λειτουργίας της προπέλας του πλοίου πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη

<sup>60</sup> A.P.-Moller-Maersk-Group (2011). "Annual Report 2010." from <http://www.maerskoil.com/Media/NewsAndPressReleases/Documents/Annual%20Report%202010.pdf>.

ρύπανση της , προβλήματα λύπανσης,διάφορες φθορές όπως επίσης και φαινόμενα σπηλαιοσης στην προπέλα.Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα μπορούν να ξεπεραστούν η να αγνοηθούν άλλα όμως μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρά θέματα στην πλεύση του πλοίου.Για παράδειγμα, εάν όλες οι βοηθητικές μηχανές χαλάσουν, δεν θα είναι δυνατή η εκκίνηση της κύριας μηχανής του πλοίου.(Faber,et.al,2012)<sup>61</sup>

Τον Μάρτιο του 2009 η Maersk Line προσδιόρισε τα τεχνικά θέματα που προκύπτουν από Η Χ.Τ.Π., βασισμένη στην εμπειρία από την εφαρμογή του σε 110 από τα πλοία του στόλου της προτείνοντας τρόπους επίλυσης του κάθε θέματος ξεχωριστά<sup>62</sup>.

Τα παραπάνω προβλήματα οφείλονται στην Χ.Τ.Π.Οπως είναι προφανές,σε χαμηλότερα επίπεδα Χ.Τ.Π. οι πιθανές συνέπειες θα αυξηθούν σημαντικά. <sup>63</sup>Μόνο οι ηλεκτρονικά ελεγχόμενες μηχανές μπορούν να λειτουργήσουν σε χαμηλότερα επίπεδα, οι 2-χρονης μηχανές έχουν όριο στο 40% χωρίς μόνιμη χρήση των βοηθητικών φυσητήρων (auxiliary blowers), ενώ οι 4-χρονης 10% του MCR.Τα παραπάνω τα επιβεβαιώνουν και οι μεγαλύτεροι κατασκευαστές μηχανών: **«MAN Diesel: o Owners and operators of MAN B&W two-stroke marine diesel engines type MC/MC-C and ME/ME-C are advised that long-term load operation down to 10% engine load is generally possible with appropriate precautions and without major modifications - Wärtsilä: o Wärtsilä 2-stroke engines are optimised for operation in the load range above approximately 60% CMCR. Continuous running at lower loads down to CMCR is possible, but with special care».**Υπάρχουν συγκεκριμένες αναβαθμίσεις που επιτρέπουν την λειτουργία σε τόσο χαμηλά επίπεδα αλλα το κόστος τους είναι μεγάλο.<sup>64</sup>

## 5.2 Αντιμετώπιση προβλημάτων

Οι περισσότερες βλάβες στην μηχανή προκαλούνται όταν η μηχανή που αρχικά δούλευε σε χαμηλές στροφές(Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.)) μπει σε κανονική λειτουργία ξανά.Ο μόνος τρόπος για να προφυλάξουμε την μηχανή είναι οι τακτικοί έλεγχοι που πρέπει να γίνονται πριν και κατά την διάρκεια της Χαμηλής Ταχύτητας Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) όπως καθαρισμοί, έλεγχοι θερμοκρασιών, έλεγχος πληρότητας λιπαντικών και συχνότερες συντηρήσεις των μηχανών.

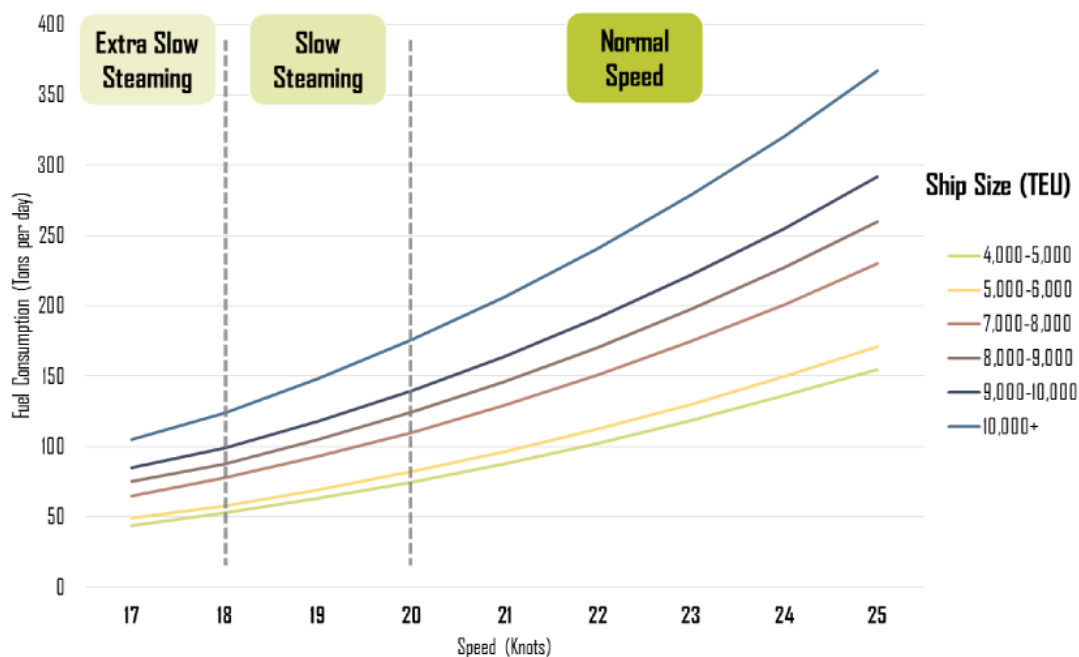
Η εφαρμογή της Χ.Τ.Π. στα σημερινά πλοία μπορεί να γίνει χωρίς μετατροπές στην μηχανή,με μετατροπες στην μηχανή, με χρήση νέας τεχνολογίας μηχανών και με την χρήση πλοίων triple e.

<sup>61</sup> Faber J,- Nelissen D,-Hon G,-Wang H,-Tsimplis M,Regulated (Χ.Τ.Π.) in Maritime Transport An Assessment of Options, Costs and Benefits,Delft,2012

<sup>62</sup> (Χ.Τ.Π.)-the full story, Maersk edition,Copenhagen,2012

<sup>63</sup> Maersk orders 10 green mega-boxships The Motorship, 21 February 2011, Accessed: 26 May, 2014

1) Τέσσερις διαφορετικοί τρόποι μπορούν να καταστήσουν εφικτή τη μείωση της ταχύτητας του πλοίου και την κίνηση του σε διαδικασίες Χ.Τ.Π., χωρίς να γίνουν μετατροπές στην μηχανή. Αυτοί είναι οι εξής: 1)Reduced speed: λειτουργία του κινητήρα κάτω του 60% της ισχύς του.2)Moderate: ισχύς μηχανής 40-60%,3)Deep: διακοπτόμενη περιοδική λειτουργία του λέβητα, Ultra: χρήση μηχανής στο 25% της ισχύς της και μεγάλη απώλεια θερμότητας.(Kowalak,2013) <sup>65</sup>



Εικόνα 13: Ποσοστό λειτουργίας μηχανής κατά την διάρκεια των διάφορων λειτουργιών της Χ.Τ.Π.

2) Το γεγονός ότι όλο και περισσότεροι πλοιοκτήτες και ναυτιλιακές εταιρείες οδηγούνται στη λειτουργία των μηχανών σε Χ.Τ.Π., σε συνδυασμό με την πρόοδο της τεχνολογίας, είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή μηχανών ειδικά σχεδιασμένων για συνθήκες λειτουργίας σε χαμηλές ταχύτητες, προκειμένου να εξλειφθούν τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Παραδείγματα τέτοιων μηχανών καινούριας τεχνολογίας, οι οποίες είναι σχεδιασμένες για λειτουργία Χ.Τ.Π. χωρίς να προκαλούνται προβλήματα είναι η μηχανή ME-C που κατασκευάστηκε από την εταιρία MAN με ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο ελέγχεται και χειροκίνητα εύχρηστη με σύστημα παρακολούθησης της απόδοσης του κινητήρα και εύκολη μετάβαση από τις χαμηλές στις κανονικές ταχύτητες και αντιστρόφως. (πηγή Man B&W)<sup>66</sup> Άλλο ένα παράδειγμα τέτοιας μηχανής είναι η RT-FLEX (συμβατή με Tier II) της Wartsila αποτελεί μια οικονομική και αξιόπιστη λύση για την πλεύση σε χαμηλές ταχύτητες με ηλεκτρονικά συστήματα λίπανσης και

<sup>65</sup> Kowalak P, Chief engineer's hands-on experience of (Χ.Τ.Π.) operation, Maritime University of Szczecin, Poland, 2013

<sup>66</sup> MAN B&W 98-50 ME/ME-C Engine Selection Guide, 1st edition, Copenhagen, 2010

έκχυσης καυσίμων και είναι συμβατή με όλους τους τύπους εμπορικών πλοίων.<sup>67</sup> Ένα τελευταίο παράδειγμα αποτελεί η UE Engine της (Mitsubishi-MHI) η οποία μπορεί να πετύχει την μικρότερη δυνατή κατανάλωση καυσίμου αφού μπορεί έως και 50% κατά την διάρκεια κανονικών και μειωμένων ταχυτήτων.<sup>68</sup>

3)Όπως προαναφέραμε οι εκάστοτε μηχανές των πλοίων παλίας τεχνολογίας για να μπορέσουν να λειτουργήσουν σε χαμηλές στροφές χωρίς να δημιουργηθούν τεχνικά προβλήματα με δεδομένο ότι τα μέτρα προφύλαξης και οι συχνοί έλεγχοι δεν έχουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα χρήζουν κάποιων απαραίτητων μετατοπών.Μερικές από αυτές παρουσιάζονται επιγραμματικά παρακάτω:

- Εγχυτήρες ολίσθησης
- Ηλεκτρονικό σύστημα λίπανσης κυλίνδρων
- Στρόβιλος μεταβλητής γεωμετρίας
- Συνδυαστική στροβιλο-υπερπλήρωση
- Σύστημα παράκαμψης καυσαερίων
- Αποκοπή στροβιλο-υπερπληρωτή

Τα οφέλη από τις μετασκευές είναι αρκετά ικανοποιητικά τόσο στην μείωση της καταναώσης καυσίμου όσο και στην μείωση των εκπομπών.Επιπλέον δίνουν την δυνατότητα στα πλοία να ταξιδεύουν σε χαμηλές ταχύτητες χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα στις μηχανές.Το κόστος επένδυσης είναι αρκετό αλλά αποσβέσιμο σε μερικά χρόνια. (De Boer,et.al,2011)<sup>69</sup>

4)Η εταιρία Maersk ξόδεψε δισεκατομύρια δολάρια σε ειδικά πλοία τα οποία είναι κατασκευασμένα για να πλέουν σε χαμηλές ταχύτητες 19 κόμβων χωρίς να παρουσιάζουν προβλήματα.Τα πλοία Triple-E (Economy of scale, Energy efficient and Environmentally improved) διαθέτουν δύο μηχανές μία για κάθε έλικα, έχουν διαφορετικό σχεδιασμό και έτσι επιτρέπουν την μεταφορά μεγαλύτερου αριθμού container σε σχέση με άλλα πλοία ίδιου μεγέθους.Εκπέμπουν 30% λιγότερο Co2 και είναι κατάλληλα για διαδρομές container με μεγάλη κίνηση.

---

<sup>67</sup> (<http://www.wartsila.com/en/engines/low-speed-engines/rt-flex50>)  
<http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/low-speed-rt-flex-engines/wartsila-rt-flex58t#>

<sup>68</sup> ([http://www.mhi-mme.com/solution/01/ue\\_engine.html](http://www.mhi-mme.com/solution/01/ue_engine.html))

<sup>69</sup> Muilwijk C,-De Boer W,-De Kooij L,-Stroomberg K, Good speed is low speed - Efficient low speed sailing, Shipping and Transport College Rotterdam, 2011





Εικόνα 14: Πλοίο Triple-E



Εικόνα 15: Προπέλες σε πλοίο Triple-E

(World Maritime News, Second Maersk Line's Triple E-Class Vessel to Call at EUROGATE in Wilhelmshaven,2013).<sup>70</sup>

Συμπερασματικά η Χ.Τ.Π. έκανε την εμφάνιση του εξαιτίας της οικονομικής κρίσης με μόνο σκοπό την εξοικονόμηση καυσίμων, άρα και χρημάτων. Θα πρέπει να μελετηθεί το κόστος μιας μετατροπής της κύριας μηχανής σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση καυσίμων, για να υπολογιστεί η βιωσιμότητα μιας τέτοιας επένδυσης πάνω σε ένα πλοίο. Θα πρέπει να εξεταστούν οι επιπτώσεις στις τιμές(μισθολογικό κόστος εξαιτίας της παραπάνω διαμονής στην θάλασσα) των μεταφερόμενων προϊόντων, αλλά και οι επιπτώσεις πάνω στο πλήρωμα(ψυχολογικό κόστος) από τις επιπλέον ημέρες του ταξιδιού. Τέλος πρέπει να εξεταστούν οι διακυμάνσεις των τιμών των καυσίμων και το εάν σε ενδεχόμενη πτώση της τιμής των καυσίμων θα είναι αποσβέσιμη μια μετατροπή της κύριας μηχανής ώστε να πλέει αυτή σε συνθήκες Χ.Τ.Π..

## 6. Συμπεράσματα

Η Χαμηλή Ταχύτητα Πλεύσης (Χ.Τ.Π.) είναι ένας τρόπος για τις εταιρίες και τους πλοιοκτήτες να αντιμετωπίσουν τις τιμές των καυσίμων όταν αυτές αυξάνονται αλλά παράλληλα είναι ένας τρόπος συμμορφωσης και με τις περιβαλλοντικές οδηγίες που

<sup>70</sup> Second Maersk Line's Triple E-Class Vessel to Call at EUROGATE in Wilhelmshaven (Germany)". World Maritime News. 28 June 2013. Retrieved 31 May,2014 .

περιορίζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που ολοένα γίνονται αυστηρότερες και θέτουν ολοένα και χαμηλότερους στόχους εκπομπών. Όπως παρατηρούμε έχουν γίνει πολλά και σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση της βελτιστοποίησης της διαδικασίας χωρίς να προκαλούνται βλάβες και φθορές στην κύρια μηχανή του πλοίου. Η μείωση της ταχύτητας και η πλεύση σε χαμηλές ταχύτητες μπορεί να εξοικονομήσει σημαντικά χρηματικά ποσά από την κατανάλωση καυσίμων αλλά και να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές ρύπων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Θυμίζουμε πως ένα μικρό ποσοστό μόνο των εκπεμπόμενων ρύπων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, εκπέμπονται από την παγκόσμια εμπορική ναυτιλία και η τάση είναι να τριπλασιαστεί αυτό το ποσοστό μέχρι το 2050. Ως προς το περιβαλλοντικό σκέλος της μελέτης και με επίκεντρο τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> που όπως αναλύθηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο εξαρτώνται άμεσα από την κατανάλωση καυσίμου, παρατηρήθηκε πως η μείωση των εκπομπών αυτών είναι αναλογική με τη μείωση των ταχυτήτων πλεύσης των πλοίων. Αυτό σημαίνει πως για την επίτευξη της μείωσης της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, χρειάζεται η μεγίστη δυνατή μείωση της ταχύτητας αν μεετούσαμε μόνο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την κοινωνική ευθύνη που επιβαρύνει κάθεπλοιοκτήτη, εξαιτίας των αποτελεσμάτων των δραστηριοτήτων της.

Ένα εμπορικό πλοίο μπορεί να πλεύσει σε διαδικασία Χ.Τ.Π. με διάφορους τρόπους: Με μετατροπές της κύριας μηχανής ,χωρίς μετατροπές της κύριας μηχανής, με εγκατάσταση καινούριων μηχανών νέας τεχνολογίας.Από όλους αυτούς τους τρόπους η πλεύση σε διαδικασία Χ.Τ.Π. χωρίς μετατροπές της κύριας μηχανής, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές βλάβες σε αυτή. Για αυτό τον λόγο απαιτούνται συχνές επιθεωρήσεις και συντηρήσεις των διάφορων στοιχείων της κύριας μηχανής , ενώ στο επίπεδο των μετατροπών οι εταιρίες Wartsila και MAN έχουν κυκλοφορήσει στο εμπόριο διάφορα kit τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν στην κύρια μηχανή και να περιορίσουν τα προβλήματα που πιθανών να παρουσιαστούν. Τέλος, η εταιρία Maersk, η οποία πρωτοδοκίμασε την διαδικασία Χ.Τ.Π. στα πλοία της, έχει ναυπηγήσει στα ναυπηγεία της κορεάτικης εταιρίας DAEWOO τα πλοία triple-E, τα οποία είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα για πλεύση σε χαμηλές ταχύτητες.

Στο επίκεντρο της μελετης αυτής βρέθηκαν η αγορά τακτικών γραμμών και τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.Στα αρχικά κεφάλαια της της εργασίας, αναφερθήκαμε στο δυναμικό περιβάλλον της ναυτιλίας,και στους παράγοντες που το επιρεάζουν.Οι παράγοντες αυτοί διαφοροποιούν την προσφορά και τη ζήτηση των θαλάσσιων μεταφορικών υπηρεσιών.Όταν το επίπεδο της ναυλαγοράς είναι χαμηλό, οι ναυλωτές προσπαθώντας να μειώσουν το ημερήσιο κόστος τους, οδηγούνται στην απόφαση χρήσης της Χ.Τ.Π. στα πλοία του στόλου που διαχειρίζονται. Ως επακόλουθο, μέσω της μείωσης της ταχύτητας, η παραγωγικότητα (τόνο-μίλια ανά dwt ανά έτος) του στόλου μειώνεται.Οι ναυλωτές γνωρίζοντας οτι το πρόβλημα της χαμηλής ναυλαγοράς οφείλεται στην ανισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης (συγκεκριμένα, όταν η προσφορά πλεονάζει της ζήτησης), προσπαθώντας να βελτιστοποιήσουν τα κέρδη τους οδηγούντε στην μείωση της παραγωγικότητας των



πλοίων, μέσω της εξισορρόπησης των δύο αυτών παραγόντων. Η ανάλυση της έννοιας της Χ.Τ.Π. και η εφαρμογή της στη ναυτιλία βοήθησαν στην υλοποίηση του αρχικού στόχου, δηλαδή της ανάλυσης των μεταβολών που επιφέρει η Χ.Τ.Π..

Κατά τη διάρκεια της μελέτης, έγινε προφανές πως η εφαρμογή της Χ.Τ.Π. δημιουργεί διαφοροποιήσεις ως προς την αποδοτικότητα λειτουργίας των πλοίων για μια συγκεκριμένη γραμμή λειτουργίας, με αποτέλεσμα με την χρήση της Χ.Τ.Π. τα πλοία της μελέτης μας θα καθυστερούσαν να φτάσουν στα λιμάνια και έτσι η αποδοτικότητα των επιλεγμένων γραμμών πλεύσης θα μειωνόταν. Για την εξάλειψη αυτού θεωρήθηκε εφικτή η λύση της λειτουργίας μεγαλύτερου αριθμού πλοίων.

Η καταβολή των ναύλων / ημέρα από τον ναυλωτή για τη διαχείριση των πλοίων του πλοιοκτήτη, είναι υψηλότερη σε σχέση με τα ημερήσια κόστη του πλοιοκτήτη, από τη συνήθη λειτουργία των πλοίων, ακόμη και με την εισαγωγή νέων πλοίων στη γραμμή. Αντιθέτως ο πλοιοκτήτης έχει τη δυνατότητα, σε εποχές όπου η υπερπροσφορά (overcapacity) των πλοίων αποτελεί πρόβλημα, να ενεργοποιεί τα ανενεργά πλοία του. Συνεπώς το συμπέρασμα είναι πως ο πλοιοκτήτης δεν επηρεάζεται αρνητικά από την εφαρμογή της Χ.Τ.Π. στα πλοία του.

Με την χρήση της Χ.Τ.Π. τα πλοία καθυστερούν ως προς τη μεταφορά των εμπορευμάτων στον προκαθορισμένο χρόνο όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα. Έτσι ο φορτωτής υφίσταται καθυστερήσεις ως προς τη μεταφορά των εμπορευμάτων του στον προβλεπόμενο χρόνο δηλαδή ζημία. Το κόστος αυτό αυξάνεται όσο πιο μικρές είναι οι ταχύτητες πλεύσης. Ο ναυλωτής θα ναυλώσει περισσότερα πλοία, για τα οποία επιβάλλει συγκεκριμένες ταχύτητες πλεύσης προς το συμφέρον του. Επιτυγχάνει έτσι κέρδος από τη εξοικονόμηση καυσίμου αλλά και μείωση του κόστους που θα δημιουργούνταν εξαιτίας των μειωμένων ταχυτήτων πλεύσης που επιβάλλει ο ίδιος οι οποίες οδηγούν σε εκπτώσεις στον φορτωτή για τη μεταφορά των εμπορευμάτων του. Σε περιόδους χρήσης της Χ.Τ.Π., η ζήτηση φορτίων είναι μικρότερη. Σε μια τέτοια περίπτωση πιθανόν να μην χρειάζονται επιπλέον πλοία στη διαδρομή, αφού με την εφαρμογή της Χ.Τ.Π. η προσφορά ισορροπεί με τη ζήτηση. Επομένως, κάτι τέτοιο θα έχει ως συνέπεια ακόμη μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη για το ναυλωτή.

Πιο συγκεκριμένα για τα πλοία μεταφοράς 3000 TEU, παρατηρούμε πως η βέλτιστη ταχύτητα πλεύσης για το ναυλωτή, για ένα εύρος από 11 έως 21 κόμβους, είναι αυτή των 21 και 19 κόμβων. Για την ταχύτητα 21 κόμβων μπορούμε να παρατηρήσουμε, το συνολικό κέρδος ανα ταξίδι, το υψηλότερο κέρδος σε σχέση με όλες τις άλλες. Αντιθέτως στις πολύ χαμηλές ταχύτητες, των 11 και 13 κόμβων, παρατηρούμε ζημία. Η ζημία αυτή προκύπτει διότι ο ναυλωτής αναγκάζεται να ναυλώσει περισσότερα πλοία στη γραμμή, έτσι ώστε η παρεχόμενη υπηρεσία να παραμείνει η ίδια και συνεπώς να μην καθυστερήσει στην παραλαβή του φορτίου. Το ενδεχόμενο αυτό ουσιαστικά, σημαίνει πως θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τόσα πλοία στη γραμμή ώστε η προσφερόμενη χωρητικότητα να επαρκεί για τη συνολική ζητούμενη χωρητικότητα της γραμμής.

Και για τα πλοία χωρητικότητας 10,000 TEU παρατηρούμε πως η βέλτιστη ταχύτητα πλεύσης είναι 23 κόμβοι, αφού η μείωση της ταχύτητας σε χαμηλότερα επίπεδα κάτω των 19 κόμβων είναι απαγορευτική για το ναυλωτή, με εμφανή σημάδια ζημίας, ενώ η πλεύση σε υψηλότερη ταχύτητα δεν του αποφέρει το ίδιο όφελος. Οι παραπάνω τιμές, βασίζονται σε πιο ιδανικές συνθήκες από τις πραγματικές. Αυτό σημαίνει πως η πρόσθεση πλοίων στη γραμμή σε μια πιεσμένη αγορά, χαρακτηριζόμενη από χαμηλά επίπεδα ναύλων, είναι πολύ πιθανόν να μην υπάρχει ίδιος ναύλος για όλα τα πλοία. Αυτό στην πράξη σημαίνει πως τα επιπλέον πλοία που θα χρειαστεί να εισέλθουν στη γραμμή δεν θα ναυλωθούν με την ίδια τιμή ναύλου ως αποτέλεσμα της μείωσης της ταχύτητας.

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

#### **Ξένη**

Alpha lubricator Upgrade X.T.Π. kit, MAN Diesel PrimeServ Copenhagen,

Andreas Wiesmann, X.T.Π. – a viable long-term option?, Wartsila Technical Journal, 2010

A.P.-Moller-Maersk-Group (2011). "Annual Report 2010." from <http://www.maerskoil.com/Media/NewsAndPressReleases/Documents/Annual%20Report%202010.pdf>.

asiabreakbulk (2011). "Routes." from [www.asiabreakbulk.com/index.php?page=routes](http://www.asiabreakbulk.com/index.php?page=routes)

Bonney, J. and Leach, P.T, Slow boat from China. The Journal of Commerce Online, <http://www.joc.com/maritime/slow-boat-china>, accessed 27 May 2014.

Brown, G. G., G. W. Graves, et al. (1987). "Scheduling Ocean Transportation of Crude-Oil." *Management Science* **33**(3): 335-346.

Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., and A. Z. Markowska, Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W., Yoshida, K. (2009). Second IMO GHG Study 2009. London, UK, International Maritime Organization (IMO)

Cariou, P. (2011). "Is X.T.II. a sustainable means of reducing CO2 emissions from container shipping?" Transportation Research Part D-Transport and Environment **16**(3): 260-264.

Clarksons-SIN (2009). Container Intelligence Monthly: December 2009 SIN Clarksons.

Clarksons-SIN (2010). Container Intelligence Quarterly: 4th quarter of 2011, SIN Clarksons.

Clarksons-SIN (2011). Container Intelligence Quarterly: 4th quarter of 2011, SIN Clarksons.

Clarksons-SIN (2012). "Clarksons Shipping Intelligence Network." Retrieved 20 July 2012, from <http://www.clarksons.net/sin2010/Default.aspx>.

Clarksons-SIN (2015). Container Intelligence Quarterly

Containerization-International (2016). Containerization International..

Corbet, J., Wang, H., Winebrake, J. (2009). "The effectiveness and cost of speed reduction on emissions from international shipping." Transportation Research **14** (8): 593-598.

Cyril Hughes ship performance, technical safety environmental and commercial aspects second edition

Faber J,- Nelissen D,-Hon G,-Wang H,-Tsimplis M,Regulated X.T.II. in Maritime Transport An Assessment of Options, Costs and Benefits,Delft,2012

Faber, J., Freund, M., Kopke, M., Nelissen, D. (2010) Going slow to reduce emissions : Can the current surplus of maritime transport capacity be turned into an opportunity to reduce ghg emissions?

Godske B Maersk megaship with two propellers , 21 February 2011. Accessed: 26 May, 2014

Grammenos, C. T. (2010). The handbook of maritime economics and business. London, Lloyd's List.

IMF (2012). World Economic outlook, IMF.

IMO (2008). "PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS  
<http://www.sjofartsverket.se/pages/14228/58-4-3.pdf>.

Jansson, J. O. and D. Shneerson (1987). Liner shipping economics. London ; New York, Chapman and Hall.

Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011). "Reduction of emissions along the maritime intermodal container chain: operational models and policies." Maritime Policy & Management **38**(4): 451-469.

Kontovas, C. and H. N. Psaraftis (2011b). "The link between economy and environment in the post-crisis era: Lessons learned from X.T.II." International Journal of Decision Sciences, Risk and Management **3**(3): 316 - 326.

Maersk edition,Copenhagen,2012,X.T.II.-the full story

Maersk orders 10 green mega-boxships The Motorship, 26 May, 2014

Maloni M,-Paulb J.A,-Gligorc D,X.T.II. impacts on ocean carriers and shippers,Macmillan Publishers Ltd. 1479-2931 Maritime Economics & Logistics Vol. 15, 2, 151–171,2013

MAN Industry,Copenhagen, Slide fuel Valve – Primeserv Retrofitting

MAN Prime serv, in the Global Shipping Industry, Results of a survey among representatives of the global container, bulk and tanker shipping industry ,Copenhagen, MAN B&W 98-50 ME/ME-C Engine Selection Guide, 1st edition, Copenhagen

MAN Study of X.T.II. Practices in the Global Shipping Industry

Marine-Environmental-Protection-Comitee "Prevention of Air Pollution from Ships: Analysis on the appropriate values of the reduction rates of the required EDDI." from <http://www.epa.gov/nonroad/marine/ci/marpol-propose-revision-4-05.pdf>.

Meng, Q. and S. A. A. Wang (2011). "Optimal operating strategy for a long-haul liner service route." European Journal of Operational Research **215**(1): 105-114.

Nordbank, "Operating Costs : A study on the operating costs of German container ships." <http://www.hsh-nordbank.com/de/regionen/region.jsp>

Notteboom, T. (2006). "The time factor in liner shipping services." Maritime economics & logistics **8**(1): 19-39.

Notteboom, T. and P. Carriou (2009). Fuel Surcharge Practices of Container Shipping Lines: Is it About Cost Recovery or Revenue Making? 2009 IAME Conference, Copenhagen, Denmark.

Notteboom, T. E. and B. Vernimmen (2009). "The effect of high fuel costs on liner service configuration in container shipping." Journal of Transport Geography **17**(5): 325-337.

Platou (2009). "Delays and Cancellations of Newbuilding Contracts." Retrieved 14 February 2012.

Platou (2012). The Platou Report 2012, RS Platou ASA.

Psaraftis, H., Kontovas, C. (2009). "CO2 Emissions Statistics for the World Commercial Fleet." Journal of Maritime Affairs **8**(1): 1-25.

Psaraftis, H. N. and C. A. Kontovas (2010). "Balancing the economic and environmental performance of maritime transportation." Transportation Research Part D-Transport and Environment **15**(8): 458-462.

Psaraftis, H. N., Kontovas, C., Kakalis, N. (2009). Speed reduction as an emissions reduction measure for fast ships. The 10th International Conference on Fast Transportation (FAST 2009), Athens, Greece.

Ronen, D. (1982). "The effect of oil process on the optimal ship speed " Journal of the Operational Research Society **33**: 1035-1040.

Ronen, D. (2011). "The effect of oil price on containership speed and fleet size." Journal of the Operational Research Society **62**(1): 211-216.

Sea-Rates. "searates.com." from <http://www.searates.com/reference/portdistance/>.

"Second Maersk Line's Triple E-Class Vessel to Call at EUROGATE in Wilhelmshaven (Germany)". World Maritime News. 28 June 2013. Retrieved 31 May, 2014 .

Spilman B, Container Ship Nose Jobs – Maersk Retrofits Bulbous Bows for X.T.II., <http://www.oldsaltblog.com/2013/03/container-ship-nosejobs-maersk-retrofits-bulbous-bows-for-slow-steaming>, Accessed: 26 May, 2014

Stahlbock, R., Meyer, J., Voß, S. (2012). X.T.II. in Container Shipping Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii: 1306-1314

Stephens, M. (2009). OpCost 2009 : benchmarking vessel running costs London, Moore Stephens LLP.

Stephens, M. (2010). OpCost 2010 : benchmarking vessel running costs. London, Moore Stephens LLP.

Stopford, M. (2009). Maritime economics. London ; New York, Routledge.

Ting, S. and G. Tzeng (2003). "Ship scheduling and cost analysis for route planning in liner shipping." Maritime economics & logistics **5**(4): 378-392.

UNCTAD (2011). UNCTAD: Review of Maritime Transport 2011.

Van Elswijk, J. (2011). X.T.II. in the liner shipping industry, Erasmus University of Rotterdam.

VTA - Project Guide, Variable turbine area for TCA turbocharger, MAN Industry, Copenhagen

Wang, S. A. and Q. Meng (2012). "Sailing speed optimization for container ships in a liner shipping network." Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review **48**(3): 701-714.

[www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com) (2012). "Marine-traffic." Retrieved 25 July, 2015, from [http://www.marinetraffic.com/ais/datasheet.aspx?datasource=SHIPS\\_CURRENT&alpha=A&level0=200](http://www.marinetraffic.com/ais/datasheet.aspx?datasource=SHIPS_CURRENT&alpha=A&level0=200).

Yao, Z. S., S. H. Ng, et al. (2012). "A study on bunker fuel management for the shipping liner services." Computers & Operations Research **39**(5): 1160-1172.

#### **Ιστοσελίδες:**

<http://www.wartsila.com/en/engines/low-speed-engines/rt-flex50>

<http://www.motorship.com/news101/industry-news/mhi-launches-electroassist-hybrid-turbocharger>

[www.nol.com.sg](http://www.nol.com.sg)

[www.apl.com](http://www.apl.com)

[www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

[www.ships.gr](http://www.ships.gr)

<http://www.hellenicshippingnews.com/ship-owners-kept-on-scraping-older-bulkers-during-first-half-of-2016-but-will-this-prove-enough-to-turn-market-around/>