

**ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ  
ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ  
ΑΓΟΡΑΚΕΝΤΡΙΚΩΝ  
ΜΕΣΩΝ ΣΤΑ ΚΕΡΔΗ  
ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ  
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ  
ΑΝΘΡΑΚΑ ΕΝΟΣ  
ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ**

ETS, CARBON TAX, SPEED OPTIMISATION

CARBON TAX, EMISSION TRADING SCHEME ΚΑΙ ΤΙ  
ΣΗΜΑΙΝΟΥΝ ΤΑ ΜΕΤΡΑ ΑΥΤΑ ΓΙΑ ΤΗ  
ΝΑΥΤΙΛΙΑ. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΝΑΥΛΩΝ ΣΤΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ.

**ΨΥΧΟΓΙΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ-ΛΑΜΠΡΟΣ**  
**28/1/2014**

# **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**



## **ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ**

### **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ: ΨΥΧΟΓΙΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ-ΛΑΜΠΡΟΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Δημήτριος Β. Λυρίδης, Επ. Καθηγητής ΕΜΠ (Επιβλέπων)  
Νικόλαος Βεντικός, Επ. Καθηγητής ΕΜΠ  
Απόστολος Δ. Παπανικολάου, Καθηγητής ΕΜΠ**

**ΑΘΗΝΑ 2014**



## Πίνακας περιεχομένων

ΣΚΟΠΟΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....	13
2.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ .....	13
2.1.1 ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ .....	13
2.1.2 ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ .....	14
2.1.3 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	14
2.1.4 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ .....	14
2.1.5 ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ .....	14
2.1.6 ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΡΜ.....	15
2.1.7 ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ .....	16
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	16
3.2 Πρωτόκολλο του Κιότο.....	17
3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....	19
3.3.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΡΥΠΩΝ.....	19
3.3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΧΡΙ ΤΩΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΡΥΠΩΝ.....	20
3.3.3 Σύστημα εμπορίας ρύπων και ναυτιλία.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΝΑΥΛΑΓΟΡΑ TANKER.....	23
4.1 Είδη δεξαμενοπλοίων .....	23
4.2 ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΝΑΥΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ .....	24
4.3 ΕΞΟΔΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ .....	26
4.4 Ο ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	27
4.5 Μηχανισμός διαμόρφωσης της τιμής του στιγμιαίου ναύλου (Spot Rate).....	29
4.6 Η διαδικασία της Ναύλωσης.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ EXCEL ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΑΘΑΡΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ .....	37
5.1 Input sheet .....	38
5.2 SHIP ROUTE SHEET .....	42
5.3 CO <sub>2</sub> CALCULATION SHEET.....	43

5.4 COSTS SHEET.....	45
5.5 OPTIMISER.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΓΟΡΑΚΕΝΤΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO <sub>2</sub> .....	49
6.1 CARBON TAX.....	49
6.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	49
6.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	51
6.1.3 Μετακύλιση του εξόδου-προστίμου(carbon tax) στην τιμή του ναύλου.....	61
6.2 CAP AND TRADE (EMISSION TRADING SCHEME).....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΙΜΩΝ ΝΑΥΛΩΝ ΣΤΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	73
7.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ.....	87

## Λίστα εικόνων

Εικόνα 1:Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για διάφορα μέσα μεταφοράς εμπορευμάτων.....	11
Εικόνα 2:Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τομέα παγκοσμίως.....	12
Εικόνα 3:Μηχανοστάσιο πλοίου.....	15
Εικόνα 4: Ναυτιλιακός κύκλος.....	28
Εικόνα 5:Καμπύλη προσφοράς.....	29
Εικόνα 6: Οριακό πλοίο.....	30
Εικόνα 7:Μεταβολή της προσφοράς.....	31
Εικόνα 8:Μεταβολή της ζήτησης.....	32
Εικόνα 9: Κέρδος πλοιοκτήτη συναρτήσει της τιμής φόρου άνθρακα στις βέλτιστες ταχύτητες λειτουργίας του πλοίου.....	52
Εικόνα 10: Σύγκριση κερδών για βέλτιστη και προκαθορισμένη ταχύτητα συναρτήσει του φόρου άνθρακα.....	54
Εικόνα 11: Μάζα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα συναρτήσει της τιμής φόρου άνθρακα στις βέλτιστες ταχύτητες.....	55
Εικόνα 12: Μάζα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα ανά τονομίλι συναρτήσει της τιμής φόρου άνθρακα στις βέλτιστες ταχύτητες.....	57
Εικόνα 13: Διάρκεια κυκλικού ταξιδιού στις βέλτιστες ταχύτητες ανάλογα με την τιμή φόρου άνθρακα.....	58
Εικόνα 14: Έσοδα για το κράτος από φορολόγηση διοξειδίου του άνθρακα ανά ταξίδι.....	60

Εικόνα 15: Μετακύλιση προστίμου στις τιμές των ναύλων .....	63
Εικόνα 16: Σύγκριση cap n trade-carbon tax όσον αφορά τα κέρδη του πλοιοκτήτη.....	67
Εικόνα 17: Σύγκριση cap n trade-carbon tax όσον αφορά την εκπεμπόμενη μάζα διοξειδίου του άνθρακα.....	68
Εικόνα 18: Βέλτιστες ταχύτητες λειτουργίας του πλοίου για διάφορες τιμές του διοξειδίου του άνθρακα για τα 2 αγορακεντρικά μέσα .....	69
Εικόνα 19: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τονομίλι στις βέλτιστες ταχύτητες για cap n trade system.....	70
Εικόνα 20: Διάρκεια κυκλικού ταξιδιού ανάλογα με τις τιμές του CO2 στο χρηματιστήριο ρύπων(optimum speed) .....	71
Εικόνα 21: Σύγκριση κερδών για προκαθορισμένη και βέλτιστη ταχύτητα για διάφορες τιμές ναύλων .....	75
Εικόνα 22:Διάγραμμα κέρδους-τιμών ναύλων για τις βέλτιστες ταχύτητες .....	76
Εικόνα 23:Διάγραμμα κέρδους-τιμών ναύλων για προκαθορισμένη ταχύτητα .....	77
Εικόνα 24:Διάγραμμα διάρκειας κυκλικού ταξιδιού για βέλτιστη και προκαθορισμένη ταχύτητα ανάλογα με τις τιμές των ναύλων.....	78
Εικόνα 25: Αναπαράσταση ναύλων στο πεδίο του χρόνου .....	82
Εικόνα 26: Αθροιστικά κέρδη συναρτήσει του χρόνου σε μια γραμμικά μεταβαλλόμενη ναυλαγορά .....	83
Εικόνα 27:Τιμές καυσίμων και ναύλων τα τελευταία 13 χρόνια.....	86

## Λίστα πινάκων

Πίνακας 1: trade-operational information.....	38
Πίνακας 2: ship information .....	39
Πίνακας 3: Fuel cost-emission cost-freight rate profile .....	41
Πίνακας 4: Ship route sheet .....	42
Πίνακας 5: tanker attributes .....	43
Πίνακας 6: fuel consumption calculation(round voyage) .....	44
Πίνακας 7: mass of co2 emissions.....	45
Πίνακας 8: cost sheet .....	45
Πίνακας 9: optimizer sheet .....	47
Πίνακας 10: Στοιχεία εισαγωγής στο υπολογιστικό φύλλο .....	50
Πίνακας 11: Πίνακας υπολογισμών (carbon tax).....	51
Πίνακας 12: Πίνακας ποσοστιαίων μεταβολών (carbon tax) .....	53
Πίνακας 13:Υπολογισμός μάζας εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα ανά τονομίλι για διάφορες τιμές προστίμου (carbon tax) .....	56
Πίνακας 14: Έσοδα για το κράτος από τη φορολόγηση άνθρακα ανά ταξίδι .....	59
Πίνακας 15:Μεταβολή τιμών ναύλων λόγω μετακύλισης προστίμου ώστε ο πλοιοκτήτης να διατηρήσει σταθερά τα κέρδη του και την ταχύτητα λειτουργίας του πλοίου (BAU) .....	62
Πίνακας 16: Αναλυτικοί υπολογισμοί (cap n trade) .....	66
Πίνακας 17: Διάρκεια ταξιδιού στις βέλτιστες οικονομικά ταχύτητες για διάφορες τιμές του τόνου CO2.....	71

Πίνακας 18: Κέρδη πλοιοκτήτη για διάφορες τιμές ναύλων λειτουργώντας το πλοίο σε προκαθορισμένη ταχύτητα .....	74
Πίνακας 19:Αθροιστικά κέρδη για ένα έτος σε γραμμικά μεταβαλλόμενη στο πεδίο του χρόνου ναυλαγορά(προκαθορισμένη ταχύτητα) .....	80
Πίνακας 20:Αθροιστικά κέρδη για ένα έτος σε γραμμικά μεταβαλλόμενη στο πεδίο του χρόνο ναυλαγορά (βέλτιστη ταχύτητα) .....	81

## ΣΚΟΠΟΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Όπως είναι γνωστό, σημαντικό κομμάτι κάθε επιχειρηματικής δραστηριότητας σε οποιοδήποτε κλάδο και αν αναφερόμαστε, είναι το στάδιο που αφορά τη διαπραγμάτευση. Έτσι, και κατά τη διαδικασία της ναύλωσης το στάδιο αυτό απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και από τη μεριά του πλοιοκτήτη καθώς και από τη μεριά του ναυλωτή, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια κερδοφόρα συμφωνία και για τα δύο μέρη. Κατά τη διαδικασία των διαπραγματεύσεων γίνονται προσφορές και αντιπροσφορές από τα 2 μέρη μέχρις ότου να συμφωνηθούν οι βασικοί όροι καθώς και οι λεπτομέρειες του ναυλοσυμφώνου που αφορούν τους όρους πληρωμής, τα επίπεδα του ναύλου, τις ημερομηνίες, την κατανάλωση καυσίμων, την ταχύτητα του πλοίου, τους ρυθμούς φορτοεκφόρτωσης, τις υπερημερίες, τις ποινές για κακή απόδοση, κ.τ.λ.

Από την πλευρά του πλοιοκτήτη, βασική προτεραιότητα είναι να επιτύχει όσο το δυνατόν υψηλότερες τιμές ναύλων και ταυτόχρονα να μειώσει όσο το δυνατόν τα λειτουργικά του έξοδα που αφορούν κατά κύριο λόγο την κατανάλωση καυσίμων. Από την πλευρά δε του ναυλωτή, οι προσπάθειες εστιάζονται στο να επιτύχει χαμηλές τιμές ναύλων συνοδευόμενες από ανταγωνιστικές ταχύτητες παράδοσης του φορτίου και εγγυήσεις για την ασφαλή μεταφορά του εμπορεύματος, ώστε να διαφυλαχτούν τα συμφέροντα του. Η διαπραγματευτική δύναμη καθενός εκ των δύο εμπλεκόμενων προσώπων σε αυτή την συναλλαγή εξαρτάται από το πώς διαμορφώνεται την δεδομένη στιγμή η ναυλαγορά.

Σκοπός της εργασίας είναι να δημιουργήσουμε ένα υπολογιστικό εργαλείο το οποίο θα διευκολύνει τον πλοιοκτήτη, εισάγοντας τα δεδομένα της εκάστοτε αγοράς, να συλλέξει πληροφορίες, να διερευνήσει τα διάφορα σενάρια λαμβάνοντας υπόψη τις ραγδαίες αλλαγές που χαρακτηρίζουν την ναυτιλία και μελετώντας διεξοδικά όλα τα στοιχεία να καταλήξει σε μια πρόταση που τον συμφέρει οικονομικά και να διαπραγματευτεί για να την επιτύχει.

Πιο συγκεκριμένα, αφού δημιουργήσαμε έναν αλγόριθμο υπολογισμού του κέρδους ενός πλοιοκτήτη για ένα κυκλικό ταξίδι, στη συνέχεια προχωρήσαμε σε ένα αναλυτικό παράδειγμα για το πώς θα μπορούσε να γίνει μια οικονομική μελέτη από πλευράς πλοιοκτήτη, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις τιμές των ναύλων στην παγκόσμια αγορά, τις τιμές των καυσίμων, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου καθώς και τα πιθανά σενάρια για φορολογία του άνθρακα ή για εφαρμογή ενός συστήματος εμπορίας ρύπων στη ναυτιλία (EU ETS), να καταλήξει σε μια συμφέρουσα επιλογή σχετικά με την ταχύτητα λειτουργίας του στόλου του και να την διαπραγματευτεί. Για να κατανοήσει όμως πλήρως ο αναγνώστης το υπολογιστικό κομμάτι θα πρέπει να εξοικειωθεί πρώτα με βασικές έννοιες τις ναυλαγοράς καθώς και να αντιληφθεί τον τρόπο που θα λειτουργούσε ένα τέτοιο μέτρο όπως η εφαρμογή του EU ETS στο κλειστό οικονομικό σύστημα της ναυτιλίας. Γι' αυτό το λόγο θα γίνει και μια εκτενής ανάλυση αυτών των εννοιών στα επόμενα κεφάλαια.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φυσική διαμόρφωση του πλανήτη μας έχει προσδώσει τεράστια σημασία στο θαλάσσιο μέσο μεταφοράς. Τα 3 τέταρτα, περίπου, της επιφάνειας της γης καλύπτονται από θάλασσες και λίμνες με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η θαλάσσια μεταφορά επιβατών και αγαθών σε οποιοδήποτε σημείο της υδρογείου είναι προσιτό από θάλασσα. Επίσης, οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν την πιο αποτελεσματική, συμφέρουσα και ασφαλή λύση για τη μεταφορά μεγάλης μάζας φορτίων, χύδην και σε εμπορευματοκιβώτια, παγκοσμίως και συνιστούν βασική δραστηριότητα για την εξασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας και την διευκόλυνση της ανάπτυξης της παγκόσμιας οικονομίας. Ειδικότερα, σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ («Transport outlook») η αξία του παγκόσμιου εμπορίου έχει σήμερα 20πλασιασθεί σε σχέση με τις αρχές της δεκαετίας του 50, ενώ σύμφωνα με την UNCTAD («Review of maritime transport») οι θαλάσσιες μεταφορές διακινούν περίπου το 90% του όγκου του διεθνούς εμπορίου και η συνολική αξία των εισπράξεων ναύλων αντιστοιχεί στο 6% της συνολικής αξίας των παγκόσμιων εισαγωγών.

Επιπλέον, σύμφωνα με παλαιότερες έρευνες, οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν το πιο φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο μεταφοράς εμπορευμάτων, καθώς για κάθε τονοχιλιόμετρο η μεταφορά με πλοίο συνεπάγεται 3 φορές λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> από τη μεταφορά με φορτηγό και 35 φορές λιγότερες εκπομπές από τη μεταφορά με αεροπλάνο (εικόνα 1). Έτσι, παρότι ο κύριος όγκος του διεθνούς εμπορίου μεταφέρεται δια θαλάσσης, οι θαλάσσιες μεταφορές συμβάλουν μόλις κατά 3,3% στις παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> (εικόνα 2).

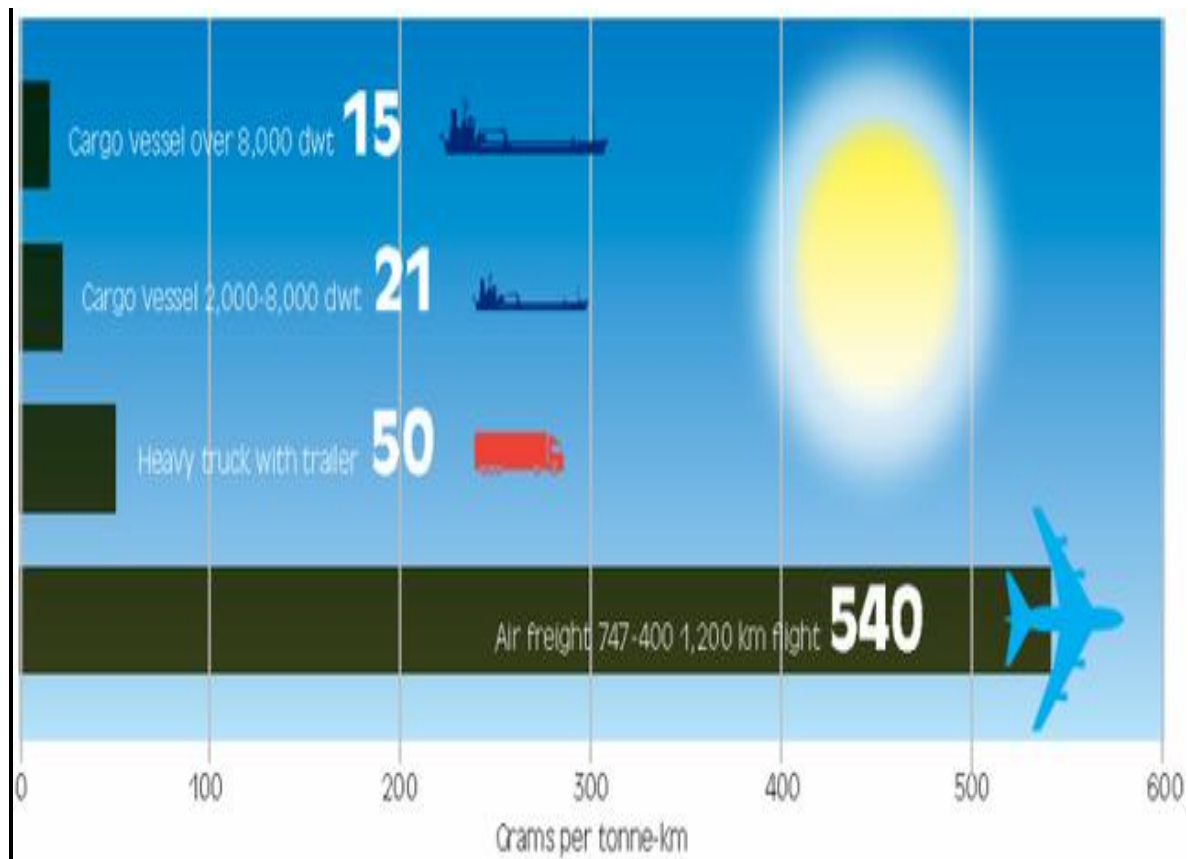
Παρόλα αυτά κανείς δεν μπορεί πλέον να αρνηθεί ότι οι κλιματικές αλλαγές απειλούν τον πλανήτη μας και ότι όλες οι βιομηχανίες συμπεριλαμβανομένης και της ναυτιλίας θα πρέπει να αναλάβουν τις ευθύνες τους και να εφαρμόσουν τα κατάλληλα μέτρα σε διεθνές επίπεδο. Πρόσφατες έρευνες, ήρθαν να κατηγορήσουν την ναυτιλία ως το πλέον ρυπογόνο μέσο μεταφοράς και να καταρρίψουν κάποια από τα αισιόδοξα συμπεράσματα του παρελθόντος. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος, ενώ οι εκπομπές από τις βιομηχανίες παροχής ενέργειας, τη γεωργία και τη διαχείριση αποβλήτων έχουν μειωθεί, οι εκπομπές αερίων που πηγάζουν από τη ναυτιλία έχουν αυξηθεί σημαντικά και έρευνα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) προβλέπει περαιτέρω αύξηση σε ποσοστό 72% των αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και για τα οποία ευθύνεται η ναυτιλία τα επόμενα 15-20 χρόνια. Επιστημονική έρευνα στην οποία συμμετέχει και το πανεπιστήμιο Manchester Metropolitan έρχεται να καταρρίψει παλαιότερες μελέτες που υποστήριζαν ότι τα καυσαέρια των πλοίων στην ανοιχτή θάλασσα συντελούν στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, παρόλο που οι εκπομπές θείου

δημιουργούν τοπικά μείωση της θερμοκρασίας, το φαινόμενο δεν είναι αρκετά ισχυρό ώστε να αντισταθμίσει την αύξηση θερμοκρασίας σε άλλες περιοχές. Επίσης, όπως αναφέρει ο δικτυακός τόπος του περιοδικού Nature, οι ερευνητές του πανεπιστημίου του Ντέλαγουερ στο Νιούαρκ υπολόγισαν ότι τα δεξαμενόπλοια και τα φορτηγά πλοία εκπέμπουν ανά έτος την ίδια ποσότητα οξειδίων του αζώτου με ολόκληρες τις Η.Π.Α. Ο ρόλος της ναυτιλίας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, εκτιμά η επιστημονική ομάδα, είναι ανάλογος με το ρόλο των αερομεταφορών. Αποτέλεσμα όλων αυτών των νέων συμπερασμάτων, είναι η ανάγκη να αναθεωρήσει η διεθνής κοινότητα τους κανόνες της διεθνούς ναυτιλίας για να περιοριστεί η ατμοσφαιρική ρύπανση.

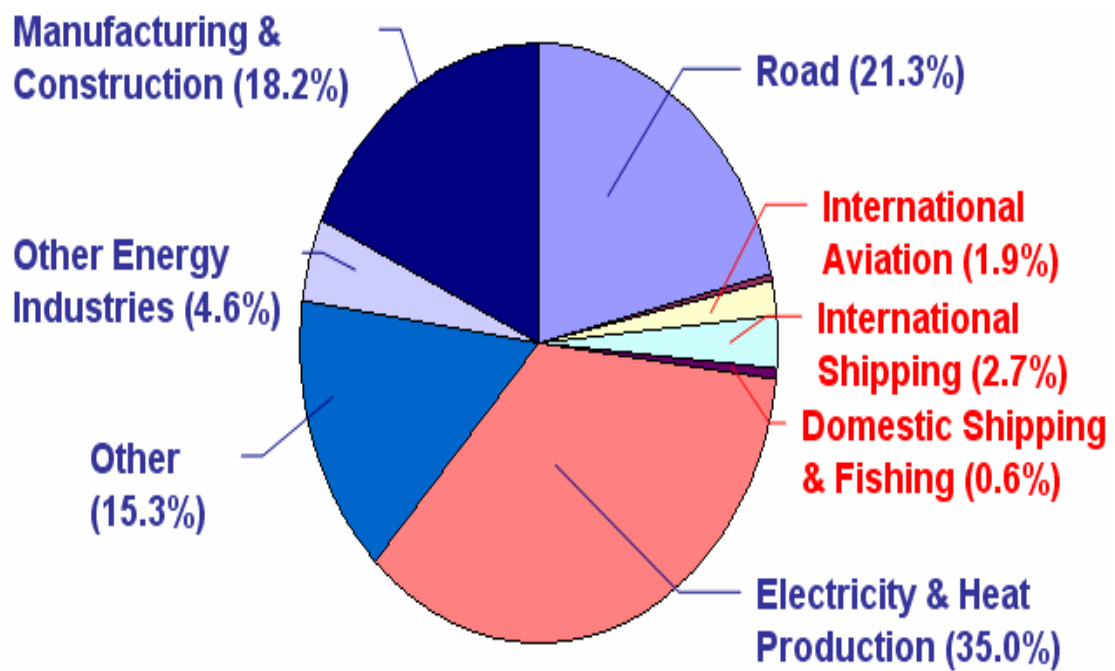
Τα αέρια του θερμοκηπίου που απελευθερώνονται από τα πλοία δεν καλύπτονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, εξαιτίας του διεθνούς χαρακτήρα της εμπορικής ναυτιλίας, παρόλα αυτά μετά τις νέες μελέτες φαντάζει επιτακτική η ανάγκη να επιβληθούν όρια στην εκπομπή ρύπων στα χωρικά ύδατα του κάθε κράτους.

Κατά τη διάρκεια πρόσφατων συνεδριάσεων της Επιτροπής Περιβάλλοντος (MEPC) αναζωπυρώθηκαν οι συζητήσεις για μια ναυτιλία πιο φιλική προς το περιβάλλον. Αποφασίστηκε η σταδιακή μείωση της περιεκτικότητας του θείου στα καύσιμα που χρησιμοποιούνται και των εκπομπών αζώτου, μέσω της υιοθέτησης των κανονισμών της συνθήκης MARPOL ANNEX VI, για την περαιτέρω μείωση των βλαβερών αερίων από τα πλοία. Οι μεγαλύτερες όμως συγκρούσεις αφορούσαν τη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς η επικρατέστερη λύση είναι η καθιέρωση ενός συστήματος εμπορίας εκπομπών CO<sub>2</sub> (Emission Trading System) και η φορολογία στα καύσιμα (carbon tax). Όπως ήταν αναμενόμενο οι εφοπλιστές αντιτίθενται στην ένταξη της ναυτιλίας στο σύστημα εμπορίας ρύπων, το οποίο ήδη ισχύει για άλλες βιομηχανίες σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, επισημαίνοντας πως ένα τέτοιο τέλος για την ναυτιλιακή βιομηχανία θα ήταν αντιπαραγωγικό όχι μόνο για την ναυτιλία, αλλά και για την παγκόσμια οικονομία. Το σύστημα ETS θα προσθέσει σύμφωνα με πολλούς ένα τεράστιο κόστος στη ναυτιλία που τελικά θα επιβαρύνει τον τελικό καταναλωτή χωρίς να ελαττώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Στην παρούσα διπλωματική θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στις εκπομπές των ναυτικών κινητήρων, στο Πρωτόκολλο του Κιότο και τους μηχανισμούς που περιλαμβάνει για τη μείωση των εκπομπών, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο σύστημα εμπορίας ρύπων, καθώς επίσης θα αναλύσουμε βασικές έννοιες της ναυλαγοράς. Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας, θα παρουσιάσουμε ένα αριθμητικό παράδειγμα των επιπτώσεων που θα έχει μια πιθανή εφαρμογή του συστήματος εμπορίας ρύπων στα κέρδη ενός πλοίου, στις τιμές των ναύλων καθώς και στις ταχύτητες λειτουργίας του πλοίου.



Εικόνα 1: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για διάφορα μέσα μεταφοράς εμπορευμάτων



## GLOBAL CO2 EMISSIONS BY SECTOR

Εικόνα 2: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τομέα παγκοσμίως

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

### 2.1 ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Οι ρύποι κατά τη λειτουργία των ναυτικών κινητήρων είναι:

- α) οξειδία του αζώτου,  $\text{NO}_x$
- β) οξειδία του θείου,  $\text{SO}_x$
- γ) διοξείδιο του άνθρακα,  $\text{CO}_2$
- δ) μονοξείδιο του άνθρακα,  $\text{CO}$
- ε) άκαυστοι υδρογονάνθρακες
- στ) Σωματίδια PM
- ζ) πτητικές οργανικές ενώσεις VOC

Από τα παραπάνω τα οξειδία του αζώτου, του θείου καθώς και οι πτητικές οργανικές ενώσεις, υπόκεινται ήδη σε νομοθετικούς περιορισμούς. Επίσης, παρόλο που η ναυτιλία έχει προς το παρόν εξαιρεθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο για τα αέρια του θερμοκηπίου, αναζητούνται επείγοντως μέτρα για τον περιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα.

#### 2.1.1 ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Τα οξειδία του αζώτου παράγονται από το άζωτο και το οξυγόνο όταν βρεθούν σε συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Οι υψηλές συγκεντρώσεις οξειδίων του αζώτου συμβάλουν στη δημιουργία ασθματικών καταστάσεων και αναπνευστικών προβλημάτων, καθώς σε συνθήκες βροχής σχηματίζουν, αντιδρώντας με το νερό, νιτρικό οξύ, ενώ σε συνθήκες υγρασίας σχηματίζουν αμμούς νιτρικού οξέος, οι οποίοι είναι δυνατόν να εισχωρήσουν στο αναπνευστικό σύστημα προκαλώντας σοβαρές βλάβες. Επίσης, μια από τις επιδράσεις των οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα έγκειται στην καταστροφή της οζονόσφαιρας. Η λέπτυνση της οζονόσφαιρας έχει ως αποτέλεσμα να φθάνουν στην επιφάνεια της γης μεγαλύτερα ποσά υπεριώδους ακτινοβολίας, προκαλώντας ζημιές στα φυτά, τις υδρόβιες μορφές ζωής και τον άνθρωπο.[1]

### **2.1.2 ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ**

Είναι ανόργανες χημικές ενώσεις. Επειδή οι γαιάνθρακες και το πετρέλαιο περιέχουν ενώσεις του θείου, η καύση τους σε συνδυασμό με το οξυγόνο εκλύει διοξείδιο του θείου. Με την παρουσία υγρασίας και κάποιου καταλύτη όπως το διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου οξειδώνεται σε θειικό οξύ, δημιουργώντας στην ατμόσφαιρα το φαινόμενο της όξινης βροχής που επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα και προκαλεί αλλοιώσεις σε βλάστηση και μέταλλα.[2]

### **2.1.3 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ**

Είναι χημική ένωση που αποτελείται από 2 άτομα οξυγόνου ενωμένα με ομοιοπολικό δεσμό με ένα άτομο άνθρακα. Είναι αέριο συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας, άχρωμο, άοσμο και άγευστο σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας και επίσης είναι ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου. Αποτελεί υποπροϊόν όλων των καύσεων ορυκτών καυσίμων, αλλά και του ξύλου, πλαστικών και άλλων οργανικών ενώσεων. Η παρατεταμένη έκθεση σε μέτριες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει οξέωση, είναι τοξικό για την καρδιά και προκαλεί αρρυθμίες. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έχει οδηγήσει σε αύξηση της οξύτητας του θαλασσινού νερού και αυτό επηρεάζει αρνητικά οργανισμούς με κελύφη που ζουν στο νερό.[3]

### **2.1.4 ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ**

Αποτελείται από ένα άτομο άνθρακα και ένα άτομο οξυγόνου συνδεδεμένα με ένα τριπλό δεσμό. Παράγεται από μερική οξείδωση ανθρακούχων ενώσεων ή και άνθρακα. Παράγεται όταν δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο για να παραχθεί διοξείδιο του άνθρακα, όπως συμβαίνει όταν λειτουργεί καυστήρας ή μηχανή εσωτερικής καύσης σε κλειστό χώρο. Είναι τοξικό για τους ανθρώπους και τα ζώα ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις.[4]

### **2.1.5 ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ**

Προέρχονται από την ατελή καύση του καυσίμου-λαδιού και την εξάτμιση του καυσίμου. Προκαλούν καρκινογενέσεις στον άνθρωπο και επηρεάζουν το περιβάλλον δημιουργώντας νέφος.[5]

### 2.1.6 ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΡΜ

Είναι ένα σύνθετο μείγμα από οργανικές και ανόργανες ενώσεις που προκύπτουν από ατελή καύση, άκαυστες ποσότητες λιπαντικού, θερμικό ξέσπασμα υδρογονανθράκων, υπολείμματα άκαυστων σωματιδίων στα καύσιμα και στα λιπαντικά και ύπαρξη νερού. Μεγαλύτερο ποσοστό από 50 % εξέρχεται στην ατμόσφαιρα υπό μορφή καπνού. Τα άκαυστα σωματίδια δεν είναι τοξικά από μόνα τους και αποτελούν το 0,003% των καυσαερίων.[6]

### 2.1.7 ΠΤΗΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Είναι οργανικές ενώσεις που σε κανονικές θερμοκρασίες βρίσκονται σε αέρια μορφή. Συμμετέχουν στη δημιουργία του όζοντος στην τροπόσφαιρα που επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία. Μερικές από αυτές, όπως το βενζόλιο, είναι τοξικές και μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνο, ενώ άλλες, όπως το βενζοπυρένιο, μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις των κυττάρων.[7]



Εικόνα 3:Μηχανοστάσιο πλοίου



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι ρύποι που προς το παρόν καθορίζονται από νομοθετικούς περιορισμούς είναι οι πτητικές οργανικές ενώσεις, τα οξειδία του θείου και τα οξειδία του αζώτου. Τέτοιους νομοθετικούς περιορισμούς έχουν την ισχύ να θεσπίσουν διεθνείς οργανισμοί, όπως π.χ International Maritime Organization (IMO) και φορείς με κανονιστική αρμοδιότητα π.χ European Council.

Έτσι, ο διεθνής ναυτιλιακός οργανισμός ενέκρινε από το 1997 στη σύμβαση MARPOL 73/78 το Παράρτημα VI το οποίο περιλαμβάνει κανονισμούς για τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από πλοία. Με τις διατάξεις του εν λόγω παραρτήματος, περιλαμβάνονται ρυθμίσεις με τις οποίες καθορίζονται οι ανώτατα επιτρεπόμενες περιεκτικότητες σε θείο του καυσίμου πετρελαίου που χρησιμοποιούν τα πλοία, τα επίπεδα εκπομπών οξειδίων του αζώτου για μηχανές diesel πλοίων καθώς και τα ληπτέα μέτρα σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς για την υποδοχή δεξαμενοπλοίων στα οποία μπορεί να απαιτηθεί η ύπαρξη συστημάτων ελέγχου εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων. Οι διατάξεις αυτές είχαν επιπτώσεις στη λειτουργία των πλοίων, όπως για παράδειγμα υποχρεωτικές μετασκευές, επιδιορθώσεις, εισαγωγή νέων τεχνολογιών και αλλαγές στην αρχική σχεδίαση ώστε να συμμορφωθούν στις νέες απαιτήσεις.

Τέλος, με στόχο την αντιμετώπιση του κινδύνου της κλιματικής μεταβολής η παγκόσμια κοινότητα υιοθέτησε το 1997 το Πρωτόκολλο του Κιότο με το οποίο για πρώτη φορά καθορίζονται νομικά δεσμευτικοί στόχοι για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Ένας από τους τρεις μηχανισμούς που υιοθετήθηκαν προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του Πρωτοκόλλου του Κιότο και προκάλεσε τις μεγαλύτερες αντιδράσεις είναι και η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών ο οποίος θέτει ανώτατα όρια εκπομπών ανά κράτος – μέλος και ανά επιχείρηση που εμπλέκεται στην εφαρμογή του μηχανισμού και προβλέπει την αγοραπωλησία δικαιωμάτων εκπομπών αερίων μεταξύ των εμπλεκόμενων επιχειρήσεων και κρατών. Αυτό είναι και το βασικό μέτρο που θα μας απασχολήσει στην παρούσα εργασία που αν και δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα στην ναυτιλία υπάρχουν έντονες συζητήσεις ότι αυτό σύντομα θα αλλάξει.



### 3.2 Πρωτόκολλο του Κιότο

Το πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί έναν οδικό χάρτη, στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος που οφείλεται στην αύξηση των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτό, τα κράτη που έχουν συνυπογράψει δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά ένα συγκεκριμένο στόχο σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Προέκυψε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών. Το βάρος πέφτει κατά κύριο λόγο στις βιομηχανικές χώρες, οι οποίες θα πρέπει να μειώσουν υποχρεωτικά τους 6 βασικούς ρύπους που συνθέτουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, πρωτοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) και κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα κατά 5,2% ως το 2012, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.[8]

Αυτό επιχειρείται να γίνει με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία. Έτσι, το Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνει τρεις ευέλικτους μηχανισμούς:

- 1.την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών
- 2.την κοινή εφαρμογή
- 3.το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης

Ο πρώτος μηχανισμός περιλαμβάνει την αγοραπωλησία δικαιωμάτων εκπομπών μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών κατά τη θεωρία των property rights, ενώ οι άλλοι δύο βασίζονται σε προγράμματα έργων.

Για να γίνει το Πρωτόκολλο διεθνής δεσμευτικός νόμος, πρέπει να επικυρωθεί από ένα ορισμένο αριθμό χωρών. Παρά τη δεδηλωμένη πρόθεση των Η.Π.Α να μη συμμετέχουν στη διεθνή αυτή συμφωνία, πολλές χώρες έχουν ήδη επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο. Σημειώνεται ότι οι διαπραγματεύσεις ήταν σκληρές, καθώς οι διάφορες χώρες είχαν διαφορετικά συμφέροντα στη διεθνή προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Για παράδειγμα, περιοχές με χαρακτηριστικά ψυχρό κλίμα θα επωφελούνταν από την τάση ανόδου της μέσης θερμοκρασίας, ενώ περιοχές σχετικά άνυδρες ήταν πιθανό να δουν την οριακά καλλιεργήσιμη γη τους να μετατρέπεται σε έρημο. Κατά συνέπεια δημιουργήθηκαν τα εξής αντίπαλα στρατόπεδα:[8]

- **Ευρωπαϊκή Ένωση:** αποτελείται από 25 μέλη και είναι η πιο ενεργή ομάδα όσον αφορά στις διαπραγματεύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος πιέζοντας συνεχώς για τη λήψη αυστηρών μέτρων.
- **«Λέσχη του Άνθρακα»:** περιλαμβάνει την Ιαπωνία ,ΗΠΑ ,Καναδά ,Αυστραλία ,Νέα Ζηλανδία, τα μέλη του ΟΠΕΚ, τη Ρωσία και την Νορβηγία των οποίων τα συμφέροντα θίγονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο και κατά συνέπεια αντιτίθενται στην καθιέρωση των δικαιωμάτων και στη λήψη αυστηρών μέτρων.
- **Συμμαχία των μικρών νησιωτικών κρατών:** είναι ένας συνασπισμός 43 περίπου νησιωτικών κρατών, τα οποία είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τα κράτη αυτά κινδυνεύουν να εξαφανιστούν από το χάρτη εξαιτίας του μικρού υψομέτρου σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας και επομένως απειλείται άμεσα η ίδια η επιβίωση τους. Ήταν οι πρώτες που πρότειναν ένα σχέδιο μείωσης στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα της τάξης του 20 % ως το 2005 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- **Λιγότερο αναπτυγμένες χώρες:** πρόκειται για 48 χώρες που συμμετείχαν στις διαπραγματεύσεις για να υπερασπιστούν τα ιδιαίτερα συμφέροντα τους και την ευάλωτη οικονομία τους
- **Ομάδα των 77:** πρόκειται για τις αναδυόμενες ανεπτυγμένες χώρες, όπως η Ινδία και η Κίνα, που βρίσκονται σε τροχιά ανάπτυξης και θεωρούν ότι είναι εις βάρος τους να δεσμευτούν να περιορίσουν τις εκπομπές τους.

Τελικά, τον Δεκέμβριο του 1997, ύστερα από μαραθώνιες διαπραγματεύσεις, υιοθετήθηκε στη διεθνή διάσκεψη του Κιότο σχέδιο Πρωτοκόλλου για τις κλιματικές αλλαγές όπου οι βιομηχανικές χώρες υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου δέσμευσης, η οποία καλύπτει την περίοδο 2008-2012. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίστηκαν στόχοι ως προς τις εκπομπές.

### **3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

Το σύστημα των εμπορεύσιμων δικαιωμάτων εκπομπών είναι ένα από τα πλέον σημαντικά οικονομικά εργαλεία για την προστασία του περιβάλλοντος, το οποίο διέπεται από την αρχή του καθορισμού της επιτρεπόμενης ποσότητας ρύπανσης. Η υιοθέτηση του μηχανισμού αυτού στο Πρωτόκολλο του Κιότο συνέβαλλε στο να εγκαταλείψει η Ευρωπαϊκή Ένωση την αρχικά επιφυλακτική στάση που είχε για το οικονομικό αυτό εργαλείο και να υιοθετήσει την οδηγία 2003/87/ΕΚ. Με την οδηγία αυτή, θεσπίστηκε το πρώτο διεθνές σύστημα εμπορεύσιμων δικαιωμάτων εκπομπών, το οποίο αποφασίστηκε να περιλαμβάνει 2 φάσεις, την πρώτη τριετή δοκιμαστική περίοδο (2005-2007) και την δεύτερη πενταετή περίοδο (2008-2012). Πρόκειται για τη συντριπτική πλειονότητα των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας, μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις στους κλάδους των μη μεταλλικών ορυκτών, της επεξεργασίας μετάλλου και της παραγωγής χάρτου, οι οποίες ευθύνονται για τη συντριπτική πλειονότητα των εκπομπών σε όλα τα κράτη-μέλη. Υπολογίζεται ότι από την αρχική φάση εντάχθηκαν περίπου 10000 επιχειρήσεις και από 1.1.2012 εντάχθηκαν στο σύστημα εμπορίας ρύπων και οι αεροπορικές δραστηριότητες.

#### **3.3.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΡΥΠΩΝ**

Όλες οι επιχειρήσεις, που συμμετέχουν στο σύστημα, θα πρέπει από την έναρξη της εφαρμογής του να διαθέτουν άδεια εκπομπών, η οποία εκδίδεται από την αρμόδια αρχή του κράτους – μέλους, στο οποίο έχει την έδρα της η επιχείρηση. Η άδεια αυτή περιλαμβάνει ορισμένο αριθμό δικαιωμάτων εκπομπών, που αντιστοιχεί στη συνολική ποσότητα που δικαιούται να εκπέμψει η επιχείρηση για ένα έτος. Κάθε δικαίωμα εκπομπών αντιστοιχεί με ένα τόνο διοξειδίου του άνθρακα. Η μεταβίβαση των δικαιωμάτων εκπομπών γίνεται με βάση τους κανόνες ιδιωτικού δικαίου, με συνέπεια να δημιουργείται μια νέα αναδυόμενη αγορά.

Κάθε κράτος – μέλος καταρτίζει εθνικό σχέδιο με βάση κάποια κριτήρια, στο οποίο αναφέρει τα δικαιώματα που σκοπεύει να κατανείμει για την καθορισμένη περίοδο καθώς και τον τρόπο κατανομής τους στις εγκαταστάσεις. Τουλάχιστον το 95% των δικαιωμάτων της πρώτης τριετούς περιόδου και το 90% της πενταετούς περιόδου παρεχόταν στις εγκαταστάσεις δωρεάν. Από το 2013 και μετά η τροποποιήσεις επιβάλλουν οκταετή περίοδο εφαρμογής, αντικατάσταση Εθνικών Σχεδίων Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών από μια ενιαία ευρωπαϊκή οροφή και γραμμική μείωση της δωρεάν χορήγησης δικαιωμάτων εκπομπών, έτσι ώστε μέχρι το 2020 το ποσοστό των δικαιωμάτων που θα χορηγείται δωρεάν να ανέρχεται μόλις στο

30%. Σε περίπτωση που οι επιχειρήσεις, που συμμετέχουν στο σύστημα, δεν παραδίδουν μέχρι της 30 Απριλίου κάθε έτους, αριθμό δικαιωμάτων ίσο προς τις επιτρεπόμενες εκπομπές των εγκαταστάσεων τους, τότε ή θα πρέπει να αγοράσουν επιπλέον δικαιώματα εκπομπών από τις εγκαταστάσεις που έχουν περίσσειμα ή θα πληρώσουν αυστηρά πρόστιμα.

Επιπλέον, η οδηγία 2004/101/EK ενισχύει το δεσμό μεταξύ του συστήματος ανταλλαγής δικαιωμάτων εμπορίας της Ένωσης και του Πρωτοκόλλου του Κιότο, καθότι καθιστά συμβατούς με το εν λόγω σύστημα τους μηχανισμούς έργων του Πρωτοκόλλου του Κιότο (κοινή εφαρμογή και μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης). Κατ' αυτό τον τρόπο, οι φορείς εκμετάλλευσης θα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τους δύο αυτούς μηχανισμούς στο πλαίσιο του συστήματος ανταλλαγής δικαιωμάτων, ούτως ώστε να τηρούν τις σχετικές υποχρεώσεις τους. Το αποτέλεσμα θα είναι η μείωση του κόστους συμμόρφωσης των εγκαταστάσεων που υπάγονται στο σύστημα. Αναγνωρίζεται επίσης η εγκυρότητα των πιστώσεων που απορρέουν από τα έργα κοινής εφαρμογής και του μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης. Οι πιστώσεις που απορρέουν από τα έργα κοινής εφαρμογής αποκαλούνται «μονάδες μείωσης των εκπομπών», ενώ οι πιστώσεις που απορρέουν από έργα μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης αποκαλούνται «πιστοποιημένες πιστώσεις εκπομπών» .

### **3.3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΧΡΙ ΤΩΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΡΥΠΩΝ**

Ένα βασικό συμπέρασμα από την μέχρι τώρα εφαρμογή του εν λόγω συστήματος είναι ότι, εάν και συνιστά ένα εργαλείο που βασίζεται στους μηχανισμούς της αγοράς, η αποτελεσματική λειτουργία του προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ολοκληρωμένου και συνεκτικού θεσμικού πλαισίου αλλά και των κατάλληλων διοικητικών δομών για τη διενέργεια διαδικασιών παρακολούθησης, ελέγχου και συμμόρφωσης.

Επίσης, δυσκολίες προκύπτουν κατά των καθορισμό της συνολικά επιτρεπόμενης ποσότητας και την κατανομή δικαιωμάτων και θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς μια χαμηλή οροφή ρύπανσης (cap) και μια σπάταλη χορήγηση δικαιωμάτων θα έχει ως αποτέλεσμα να μην επιτευχθούν οι επιδιωκόμενοι στόχοι. Μια αυστηρά καθορισμένη οροφή ρύπανσης και περιορισμένα δικαιώματα εκπομπών θα δώσει κίνητρα στις βιομηχανίες για την προώθηση τεχνολογικών καινοτομιών.

Τέλος, η αναδιαμόρφωση του ευρωπαϊκού συστήματος και ειδικότερα ο καθορισμός μιας κοινοτικής οροφής ρύπανσης και η απόκτηση δικαιωμάτων εκπομπών μέσω δημοπρασιών καθώς επίσης και ο συνδυασμός του εργαλείου αυτού με άλλα εργαλεία στο πλαίσιο μιας συνολικής στρατηγικής για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής θα έχει ως αποτέλεσμα την βέλτιστη λειτουργία του μηχανισμού.

### 3.3.3 Σύστημα εμπορίας ρύπων και ναυτιλία

Μέχρι στιγμής η ναυτιλία δεν έχει ενταχθεί στο σύστημα εμπορίας ρύπων καθώς πρόκειται για μια διεθνή δραστηριότητα. Παρόλα αυτά, έντονες είναι οι συζητήσεις στο Ευρωκοινοβούλιο για επέκταση του συστήματος ώστε να περιλάβει και άλλες μείζονες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως είναι οι φορείς εκμετάλλευσης στον τομέα της ναυτιλίας.

Τα προβλήματα όμως που παρουσιάζονται είναι πολλά και θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην θιχτεί η ανταγωνιστικότητα του ευρωπαϊκού ναυτιλιακού κλάδου στην παγκόσμια αγορά. Η εφαρμογή του συστήματος ETS (emissions trading scheme) είναι πολύ περίπλοκη στις θαλάσσιες μεταφορές, λόγω των ιδιαιτεροτήτων του παγκόσμιου εμπορίου, και η ένταξη της ναυτιλίας καθίσταται προβληματική για πολλούς λόγους που θα απαριθμήσουμε στην επόμενη παράγραφο.

Καταρχάς η διεθνής ναυτιλία επιδίδεται κατά κύριο λόγο στις μεταφορές φορτίων στο πλαίσιο μεταβαλλόμενων συνθηκών σε όλο τον κόσμο, που σημαίνει παραδείγματος χάριν ότι τα ευρωπαϊκά πλοία φορτώνουν ή εκφορτώνουν σε λιμένες εκτός E.E., οι οποίοι καθορίζονται από το ναυλωτή. Επίσης, τα πλοία δεν είναι παρόμοια, πράγμα που δυσχεραίνει τη θέσπιση σημείων αναφοράς (χαρακτηριστικό της ναυτιλίας είναι η ύπαρξη πολλών μικρών εταιριών πράγμα το οποίο επιδεινώνει το διοικητικό φόρτο που συνεπάγεται ένα ETS). Τρίτον, πολλά πλοία στον κλάδο των ελεύθερων μεταφορών, ο οποίος καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του ναυτιλιακού τομέα, καταπλέουν μόνο περιστασιακά σε λιμένες της E.E. Επιπλέον, ο υπολογισμός κατανάλωσης καυσίμων μεταξύ λιμένων βασίζεται μόνο σε εκτιμήσεις. Ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι ότι υπό τις σημερινές συνθήκες, πολλές χώρες θα μπορούσαν να εμπλέκονται στην κατανομή εκπομπών με βάση το σύστημα ETS, όπως π.χ η χώρα του πλοιοκτήτη, του εφοπλιστή, του ναυλωτή, του ιδιοκτήτη αλλά και του παραλήπτη φορτίου. Τέλος, ένα ευρωπαϊκό σύστημα ETS θα πρέπει να εφαρμόζεται επί όλων των πλοίων που καταπλέουν σε κοινοτικούς λιμένες, πράγμα που καθιστά εφικτή την πιθανότητα λήψης αντιμέτρων από χώρες εκτός E.E., οι οποίες δεν εφαρμόζουν το σύστημα, για λογαριασμό των πλοίων που φέρουν τη σημαία τους.

Η συμπερίληψη της ναυτιλίας στο EU-ETS σημαίνει ότι στον συγκεκριμένο τομέα θα εκχωρηθεί αρχική ποσότητα δικαιωμάτων εκπομπής, η οποία θα μπορούσε εν συνεχεία να αυξηθεί με αγορές μέσω της αντίστοιχης αγοράς. Τα ανώτατα όρια εκπομπής θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών ως προς τα επίπεδα προηγούμενων ετών. Όσον αφορά την εκχώρηση δικαιωμάτων, αυτή θα γίνει κατά ένα ποσοστό δωρεάν βάσει των παραδοσιακών επιπέδων εκπομπής και τα δικαιώματα για τις επιμέρους εκπομπές θα αποκτώνται έναντι πληρωμής, η τιμή των οποίων θα είναι συνάρτηση της προσφοράς και της ζήτησης όπως σε κάθε άλλη αγορά.

Για παράδειγμα έστω 2 πλοία τα οποία εκπέμπουν και τα 2 ετησίως 80000 τόνους CO<sub>2</sub> το καθένα. Η κυβέρνηση παρέχει σε καθένα από αυτά δικαιώματα εκπομπής 70000 τόνων και πλέον ο κάθε πλοιοκτήτης έχει τις εξής επιλογές : είτε μπορεί να μειώσει τις εκπομπές του κατά 10000 τόνους (χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες, μειώνοντας τις ταχύτητες, κτλ) είτε να αγοράσει δικαιώματα 10000 τόνων στην αγορά. Προκειμένου να αποφασίσει θα πρέπει να εξετάσει το κόστος για τη μείωση εκπομπών και να το συγκρίνει με το κόστος προς την τιμή αγοράς για τα δικαιώματα. Έτσι για παράδειγμα ο πρώτος πλοιοκτήτης μπορεί να αποφασίσει ότι τον συμφέρει να μειώσει τις εκπομπές κατά 20000 τόνους και το περίσσειμα των 10000 τόνων να το πουλήσει παραδείγματος χάριν στον άλλο πλοιοκτήτη που πιθανώς να προτιμήσει να αγοράσει δικαιώματα. Αυτή η ευελιξία του συστήματος διασφαλίζει μειώσεις στις εκπομπές με το χαμηλότερο κόστος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΝΑΥΛΑΓΟΡΑ TANKER

Στο παρών κεφάλαιο θα γίνει μια αναλυτική περιγραφή της ναυλαγοράς ούτως ώστε να εξοικειωθεί ο αναγνώστης με βασικές έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

### 4.1 Είδη δεξαμενοπλοίων

- Crude oil tankers

Τα Crude Oil Tankers, είναι τυπικά πολύ μεγάλα πλοία, τα οποία μεταφέρουν αποκλειστικά μόνο crude oil πετρέλαιο (ακατέργαστο). Αν και θεωρητικά, ένα δεξαμενόπλοιο μεταφοράς crude oil πετρελαίου, μπορεί να μεταφέρει και παράγωγά του, εν τούτοις ο χρόνος και τα χρήματα που απαιτούνται για τον καθαρισμό των δεξαμενών του για να γίνει επιτρεπτή μία τέτοια ενέργεια (μεταφορά παραγώγων), θα ήταν απαγορευτικά μεγάλα, με αποτέλεσμα κάτι τέτοιο να συμβαίνει σπάνια σήμερα. Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς crude oil πετρελαίου, κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την μεταφορική τους ικανότητα και την καταλληλότητά τους για ορισμένες διαδρομές σε :

1. Panamax 60000-80000t DWT
2. Aframax 80000-120000t DWT
3. Suezmax 120000-160000t DWT
4. VLCC 160000-320000t DWT
5. ULCC 320000t και πάνω

Η μεταφορά του crude oil πετρελαίου με τα δεξαμενόπλοια γίνεται προς την μία κατεύθυνση δηλαδή το πλοίο είναι γεμάτο (με το φορτίο) στο ταξίδι από τη περιοχή εξαγωγής του πετρελαίου στη περιοχή εισαγωγής και άδειο στο ταξίδι της επιστροφής (πλοίο ερματισμένο).

- Product carriers

Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς των παραγώγων του πετρελαίου, είναι μικρότερα σε σχέση με τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς crude oil πετρελαίου, και μπορούν να μεταφέρουν τόσο τα καθαρά προϊόντα, όσο και τα μη καθαρά προϊόντα της διυλιστικής διαδικασίας. Όμως εξαιτίας ενός απαραίτητου επιπέδου καθαρισμού των δεξαμενών τους που απαιτείται, δεν γίνονται εύκολα αλλαγές στο είδος των παραγώγων του πετρελαίου που μεταφέρεται, δηλαδή δεν μπορεί να μεταφέρει στο ένα του ταξίδι καθαρά προϊόντα και στο

άλλο μη καθαρά προϊόντα της διυλιστικής διαδικασίας. Σε αντίθεση με τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς crude oil πετρελαίου, τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς των παραγώγων του πετρελαίου μπορούν να μεταφέρουν πολλά είδη φορτίων ταυτόχρονα. Τα διάφορα αυτά είδη φορτίου, διατηρούνται καλά διαχωρισμένα, τόσο κατά την διάρκεια της φόρτωσης και εκφόρτωσης όσο και κατά την διάρκεια του ταξιδιού, χάρη σε ένα πολύπλοκο και έξυπνο δίκτυο σωληνώσεων και βαλβίδων πάνω στο πλοίο. Τα product carriers ανάλογα με το μέγεθος τους διακρίνονται σε:

1. Handy, 25-50000t DWT
2. Large, 50-100000t DWT
3. VLPC (Very Large Product Carrier), 100000t DWT +

#### 4.2 ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΝΑΥΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ

Οι βασικές κατηγορίες ναύλωσης είναι:[25]

- **Ναύλος μονού ταξιδιού (Single Voyage Rate, Voyage Charter):** Στη ναύλωση μονού ταξιδιού ο πλοιοκτήτης αναλαμβάνει να μεταφέρει με το πλοίο του συγκεκριμένη ποσότητα φορτίου από ένα λιμάνι σε ένα προκαθορισμένο λιμάνι η γεωγραφική περιοχή. Ο ναυλωτής είναι υποχρεωμένος να καταβάλλει στον πλοιοκτήτη αμοιβή μετρήσιμη συνήθως ανά τόνο μεταφερόμενου φορτίου (US \$ / ton of cargo). Σε αυτό το είδος ναύλωσης ο πλοιοκτήτης αναλαμβάνει όλα τα έξοδα λειτουργίας (μισθούς πληρώματος, έξοδα λιμένων, καύσιμα ταξιδιού κ.τ.λ). Είναι μια βραχύχρονη μορφή ναύλωσης .
- **Χρονοναύλωση (Time Charter):** Ο πλοιοκτήτης ενοικιάζει στον ναυλωτή το πλοίο με το πλήρωμα του για ένα συνεχόμενο χρονικό διάστημα. Μπορεί να είναι μια βραχυχρόνια ή μακροχρόνια μορφή ναύλωσης ανάλογα με τη χρονική διάρκεια. Ο πλοιοκτήτης εξακολουθεί να διαχειρίζεται το πλοίο του και λαμβάνει μίσθωμα από το ναυλωτή ο οποίος ναυλωτής και αποφασίζει που θα κινηθεί το πλοίο και αναλαμβάνει τα έξοδα καυσίμου, λιμενικών τελών, φορτοεκφόρτωσης και άλλα. Η μονάδα μέτρησης για τη χρονοναύλωση αποτελεί το δολάριο Ηνωμένων Πολιτειών ανά ημέρα (US \$ / day). Ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει τη τιμή είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο ο ναυλωτής επιθυμεί να ναυλώσει το πλοίο.
- **Ναύλωση Γυμνού Πλοίου (Bareboat or Demise Charter):** Ο πλοιοκτήτης ναυλώνει το πλοίο «γυμνό» στον ναυλωτή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο ναυλωτής διοικεί το πλοίο σαν πλοιοκτήτης έχοντας τον πλήρη έλεγχο και αναλαμβάνει αποκλειστικά όλο το πλοίο από την επάνδρωση μέχρι και την ασφάλιση του πληρώνοντας στον πλοιοκτήτη μίσθωμα, το οποίο και είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με αυτό της χρονοναυλώσεως λόγω των μειωμένων ευθυνών και



κινδύνων του πλοιοκτήτη που αναλαμβάνει μόνο το κόστος κεφαλαίου του πλοίου.

- **Ναύλωση Εργολαβικής Μεταφοράς(Contract of Affreightment):** Σε αυτή την περίπτωση έχουμε μια μακροχρόνια μορφή ναύλωσης όπου ο πλοιοκτήτης ικανοποιεί τις ανάγκες του ναυλωτή για τη μεταφορά των αγαθών μέσα σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα.

Όσον αφορά τη ναύλωση και το ναύλο ισχύουν τα παρακάτω:[26]

- Όταν έχει συμφωνηθεί ο ναύλος να πληρωθεί με την παράδοση των αγαθών δεν μπορεί να τον απαιτήσει ο πλοιοκτήτης μέχρι να παραδοθούν τα αγαθά.
- Ο πλοιοκτήτης έχει το δικαίωμα να πληρωθεί ολόκληρο το ναύλο ακόμη και αν τα αγαθά παραδοθούν με ζημιές.
- Όταν ο ναύλος υπολογίζεται στην φορτισθείσα ποσότητα ο πλοιοκτήτης δικαιούται όλο το ναύλο ακόμη και αν παραδώσει ελλιπές φορτίο.
- Ο ναύλος δεν πληρώνεται σε περίπτωση που όταν παραδοθούν τα αγαθά δεν είναι σε εμπορεύσιμη κατάσταση.
- Ο προπληρωμένος ναύλος δεν επιστρέφεται ακόμα και όταν το πλοίο και το φορτίο απολεσθούν ολοκληρωτικά.
- Ο κατ' αποκοπή ναύλος πληρώνεται ολόκληρος ακόμη και αν δεν παραδοθεί όλο το φορτίο, αλλά ένα μέρος του.
- Ο ναύλος κατ' αναλογία πληρώνεται μόνο όταν ο πλοιοκτήτης είναι ικανός και έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει το φορτίο στον προορισμό.
- Αν ο ιδιοκτήτης του μεταφερόμενου φορτίου απαιτήσει την παράδοση αυτού σε λιμάνι πριν τον προορισμό που έχει συμφωνηθεί ο ναύλος πληρώνεται κανονικά.

Στους τύπους ναύλωσης, όπως η χρονοναύλωση, η ναύλωση γυμνού πλοίου και η ναύλωση εργολαβικής μεταφοράς, όπου εμπεριέχεται το στοιχείο του χρόνου, η αμοιβή του πλοιοκτήτη για την εκμετάλλευση του πλοίου του από το ναυλωτή ονομάζεται μίσθωμα (hire). Το μίσθωμα συνήθως εκφράζεται σε δολάρια ανά ημέρα. Βέβαια, οι τρόποι αποπληρωμής ποικίλουν ανάλογα με τη συμφωνία των εμπλεκόμενων.

### 4.3 ΕΞΟΔΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες εξόδων που αφορούν τον επιχειρησιακό τομέα και τη διαχείριση των δεξαμενόπλοιων. Αυτά είναι τα έξοδα κεφαλαίου, τα τρέχοντα έξοδα και τα έξοδα ταξιδιού.

1. Τα έξοδα κεφαλαίου (capital cost) είναι τα έξοδα απόκτησης του δεξαμενόπλοιου και η τιμή τους είναι σταθερή.
2. Τα τρέχοντα έξοδα (running cost) είναι έξοδα ημι-μεταβλητά και περιλαμβάνουν τους μισθούς του πληρώματος, τα έξοδα συντήρησης και δεξαμενισμού του πλοίου, τα έξοδα εφοδίων και λιπαντικών καθώς και τα διοικητικά έξοδα.
3. Τα έξοδα του ταξιδιού (voyage costs) ποικίλουν, ανάλογα με την απόσταση την οποία θα πρέπει να καλύψει το δεξαμενόπλοιο, καθώς και την διαδρομή που θα ακολουθήσει. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα έξοδα για το καύσιμο, τα έξοδα ρυμούλκησης και του πιλότου του λιμανιού, τα λιμενικά τέλη και τέλος τα έξοδα για την διέλευση καναλιών (αν υπάρχουν).

Τα παραπάνω έξοδα πληρώνονται είτε από τον ναυλωτή είτε από τον πλοιοκτήτη, ανάλογα με τους όρους του συμβολαίου που έχουν συμφωνήσει. Με ένα συμβόλαιο ενός και μόνο ταξιδιού, ο πλοιοκτήτης επιβαρύνεται και με τις τρεις παραπάνω κατηγορίες εξόδων, ενώ οποιοδήποτε πλεόνασμα προκύψει από την ενοικίαση αυτή θα είναι το κέρδος του (πλοιοκτήτη). Με τα συμβόλαια μακράς διάρκειας, ο πλοιοκτήτης είναι υπεύθυνος για τα έξοδα κεφαλαίου καθώς και των τρεχόντων εξόδων, ενώ για τις ναυλώσεις των κενών σκαφών ο πλοιοκτήτης είναι υπεύθυνος μόνο για τα έξοδα κεφαλαίου ενώ για τα υπόλοιπα ο ναυλωτής.

#### 4.4 Ο ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο ναυτιλιακός κύκλος είναι ο μηχανισμός που αποσκοπεί στην αποτροπή ανισορροπιών μεταξύ προσφοράς και ζήτησης και είναι ζωτικής σημασίας καθώς η ναυτιλία βρίσκεται σε μια διαρκώς μεταβλητή κατάσταση χωρίς καμία σταθερότητα.

Σαν προσφορά ορίζουμε το μέγεθος που περιγράφει προσφερόμενα αγαθά ή υπηρεσίες. Στο χώρο των θαλασσιών μεταφορών η προσφορά αντιστοιχεί στη δυναμικότητα του στόλου για μεταφορά φορτίων. Η προσφορά είναι πιο δυσμετάβλητη και δυσπροσάρμοστη στις μεταβολές της ζήτησης. Ο εμπορικός στόλος των πλοίων αντιπροσωπεύει τη σταθερή θαλάσσια μεταφορική ικανότητα. Η προσφορά μπορεί να ανταποκριθεί στην ζήτηση με νέες κατασκευές πλοίων. Ως μονάδα μέτρησης συνήθως χρησιμοποιείται το άθροισμα του νεκρού βάρους (dwt) των πλοίων χωρίς να αποκλείεται η χρήση άλλων μονάδων όπως συνολική καθαρή χωρητικότητα, όγκος φορτίου κ.α. Η προσφορά κατά κανόνα θα προσαρμόζεται στη ζήτηση όταν οι πλοιοκτήτες κρίνουν επιτυχώς ποιά θα είναι η τιμή της ναύλωσης.

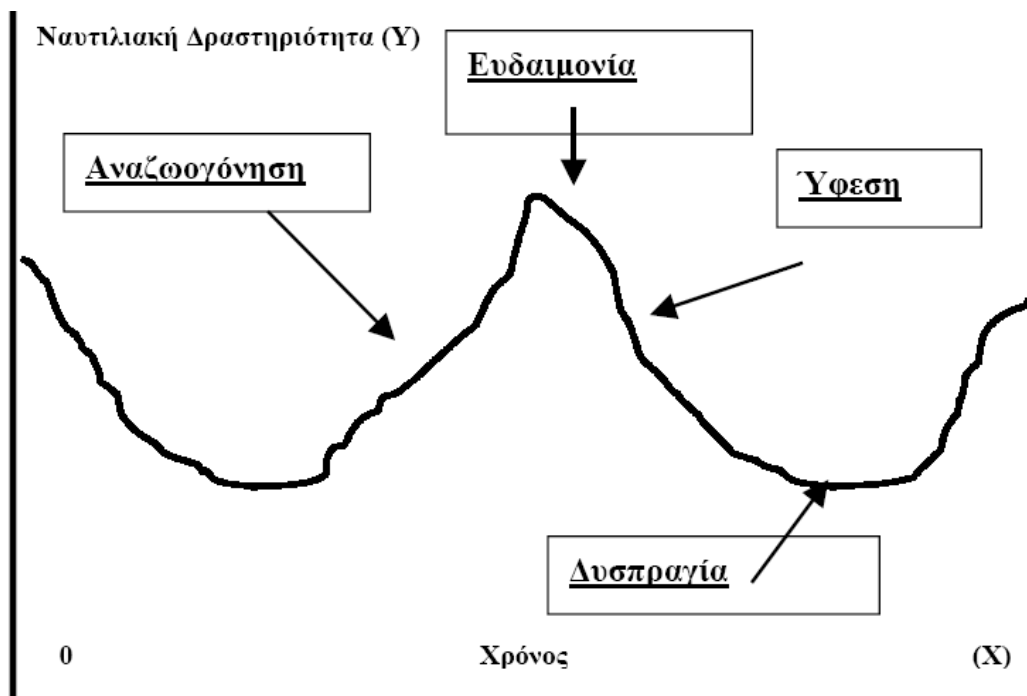
Από την άλλη η ζήτηση μέσα από την δραστηριότητα διαφόρων βιομηχανιών, δημιουργεί τα αγαθά που απαιτούν θαλάσσια μεταφορά. Η ζήτηση υπολογίζεται αφαιρώντας το νεκρό βάρος των πλοίων που δεν πραγματοποιούν μεταφορές από τη συνολική προσφορά. Η ζήτηση επηρεάζεται από την παγκόσμια οικονομία, εξωγενείς παράγοντες (φυσικοί παράγοντες και παράγοντες οικονομικής, πολιτικής και κοινωνικής φύσεως) καθώς και από το κόστος της μεταφοράς.

Τα στάδια του ναυτιλιακού κύκλου είναι τα εξής:[27]

- **Δυσπραγία:** Υπάρχει πλεόνασμα στην χωρητικότητα των πλοίων, με αποτέλεσμα αυτά να συνωστίζονται στα λιμάνια. Τα πλοία που μεταφέρουν φορτίο κινούνται με πιο αργές ταχύτητες για λόγους οικονομίας. Οι τιμές των ναύλων πέφτουν και τα μη αποδοτικά πλοία παροπλίζονται. Τα χαμηλά επίπεδα των ναύλων και τα χαμηλά έσοδα, που σε αρκετές περιπτώσεις δεν ξεπερνούν το λειτουργικό κόστος, οδηγούν τους πλοιοκτήτες να πουλούν σε χαμηλές τιμές τα πλοία τους. Τα μεγάλης ηλικίας πλοία οδεύουν προς διάλυση. Το στάδιο της δυσπραγίας είναι το μακρύτερο χρονικά διάστημα στον ναυτιλιακό κύκλο και μπορεί να διαρκέσει αρκετά χρόνια.
- **Αναζωογόνηση:** Οι τιμές των ναύλων αυξάνονται σε μικρό βαθμό και τα πλοία καλύπτουν το κόστος λειτουργίας τους. Ένα μέρος των παροπλισμένων πλοίων βγαίνει στην αγορά. Τα έσοδα των ναυτιλιακών εταιρειών παρουσιάζουν μία αύξηση. Οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων είναι μεγαλύτερες. Παρόλα αυτά το αίσθημα της αβεβαιότητας υπάρχει ακόμα στην αγορά.
- **Ευδαιμονία:** Η προσφορά και η ζήτηση βρίσκονται σε πλήρη ισορροπία, καθώς η πλεονάζουσα χωρητικότητα έχει απορροφηθεί. Τα

ναύλα βρίσκονται σε πολύ υψηλά επίπεδα και τα πλοία κινούνται με μέγιστη ταχύτητα. Επικρατεί μία ευφορία στην αγορά. Οι τράπεζες και τα χρηματιστήρια χρηματοδοτούν την αγορά της ναυτιλίας με πολύ μεγάλη ευκολία. Οι παραγγελίες νεότευκτων πλοίων αυξάνονται. Τα μεταχειρισμένα πλοία παρουσιάζουν μεγάλη άνοδο στην τιμή τους και ορισμένα μικρότερης ηλικίας είναι ακριβότερα από τα αντίστοιχα καινούρια. Το ψυχολογικό αίσθημα στην αγορά είναι πολύ θετικό.

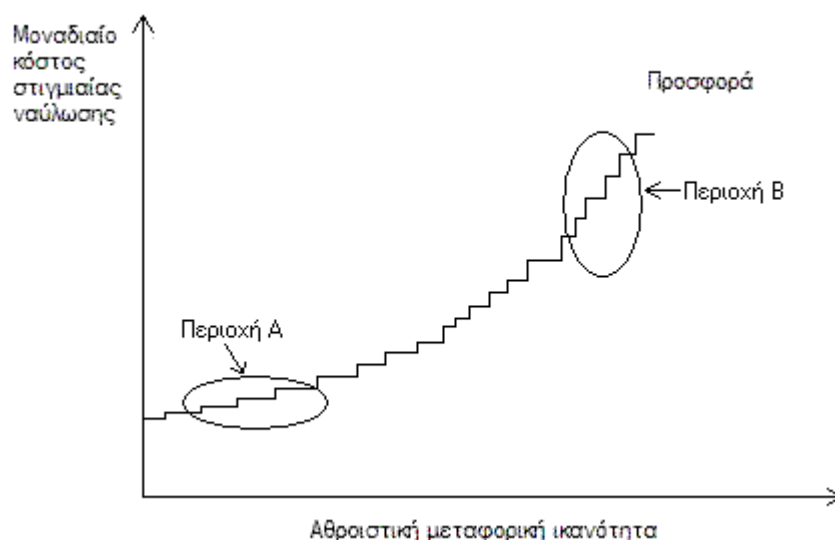
- Ύφεση: Μετά το κλίμα ευφορίας στην αγορά και τις πολλές παραγγελίες νεότευκτων πλοίων η προσφορά υπερβαίνει τη ζήτηση. Τα ναύλα παρουσιάζουν πτώση και τα πλοία ταξιδεύουν με μικρότερες ταχύτητες. Τα πλοία μεγάλης ηλικίας με μεγαλύτερο λειτουργικό κόστος αναμένουν φορτίο για μεταφορά. Οι ναυτιλιακές εταιρείες βρίσκονται σε κατάσταση σύγχυσης.



Εικόνα 4: Ναυτιλιακός κύκλος

## 4.5 Μηχανισμός διαμόρφωσης της τιμής του στιγμιαίου ναύλου (Spot Rate)

Όπως και σε κάθε άλλη αγορά, έτσι και στην ναυτιλία οι τιμές των ναύλων είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης της προσφοράς και της ζήτησης. Μια τυπική καμπύλη προσφοράς θα μπορούσε να είναι αυτής της μορφής:[28]



**Εικόνα 5: Καμπύλη προσφοράς**

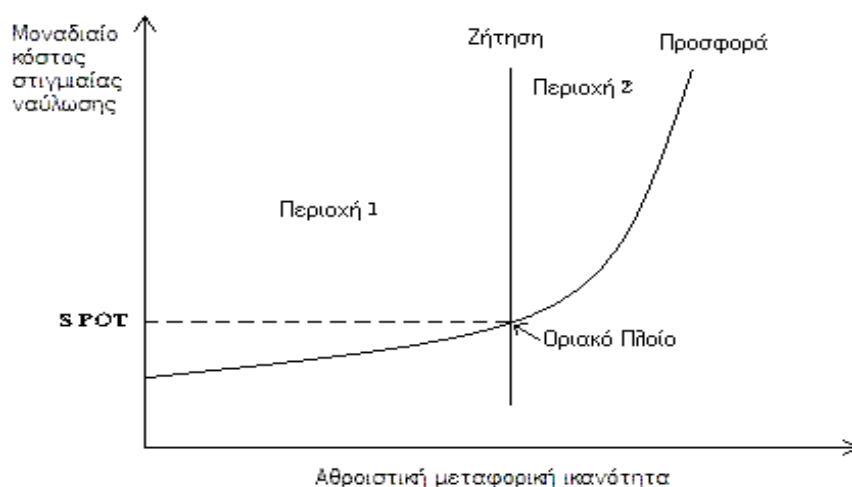
(Πηγή: Ψαραύτης Χαρίλαος (2005), Σημειώσεις μαθήματος: Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών 1, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών.)

Στον κάθετο άξονα της καμπύλης προσφοράς υπάρχει το Μοναδιαίο Κόστος Στιγμιαίας Ναύλωσης (ΜΚΣΝ). ΜΚΣΝ καλείται ο οριακός εκείνος ναύλος για τον οποίο αν ο πλοιοκτήτης διαθέσει το πλοίο του στη στιγμιαία ναυλαγορά το εισόδημα που θα έχει θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με τα επιπρόσθετα έξοδα που θα πρέπει να καταβάλλει για να έχει σε λειτουργία το πλοίο αντί να το παροπλίσει.

Περιοχή Α: στην περιοχή αυτή παρατηρούμε χαμηλό ΜΚΣΝ και προφανώς αναφερόμαστε σε πλοία νεότευκτα, που με χαμηλές τιμές ναύλων έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται στην αγορά.

Περιοχή Β: το ΜΚΣΝ είναι υψηλό και τα πλοία που ανήκουν σε αυτή την περιοχή είναι μεγάλης ηλικίας. Προκειμένου να έχει όφελος ο πλοιοκτήτης να ναυλώσει τέτοιο πλοίο, η τιμή του ναύλου θα πρέπει να είναι αντίστοιχα υψηλή.

Λόγω δυσκολίας του να εξαχθεί η καμπύλη ζήτησης, βραχυπρόθεσμα μπορούμε να την θεωρήσουμε ανελαστική και να την σχεδιάσουμε στο ίδιο διάγραμμα κατακόρυφη. Εξομαλύνοντας λοιπόν την καμπύλη προσφοράς και τοποθετώντας στο ίδιο διάγραμμα την καμπύλη ζήτησης έχουμε το εξής αποτέλεσμα :



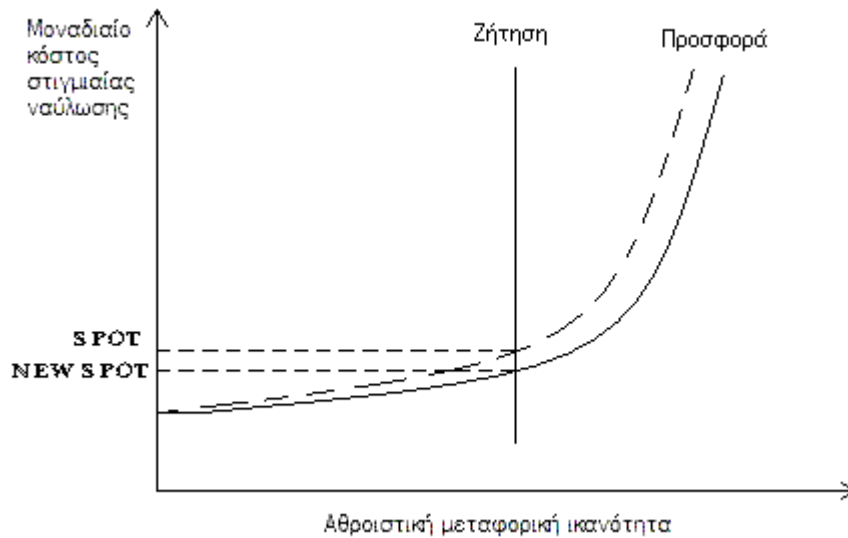
#### Εικόνα 6: Οριακό πλοίο

(Πηγή: Ψαραύτης Χαρίλαος (2005), Σημειώσεις μαθήματος: Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών 1, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών.)

Τα πλοία τα οποία έχουν μοναδιαίο κόστος στιγμιαίας ναύλωσης ίσον με το στιγμιαίο ναύλο ονομάζονται οριακά πλοία και είναι αδιάφορο για τον πλοιοκτήτη αν θα διαθέσει το πλοίο του στη ναυλαγορά ή θα το παροπλίσει.

Τα πλοία που βρίσκονται στην περιοχή 1 έχουν ΜΚΣΝ μικρότερο των απολαβών τους και για αυτό το λόγο απασχολούνται. Αντιθέτως τα πλοία στην περιοχή 2 δε συμφέρει να απασχολούνται, αφού τα έσοδά τους είναι μικρότερα από το ΜΚΣΝ.

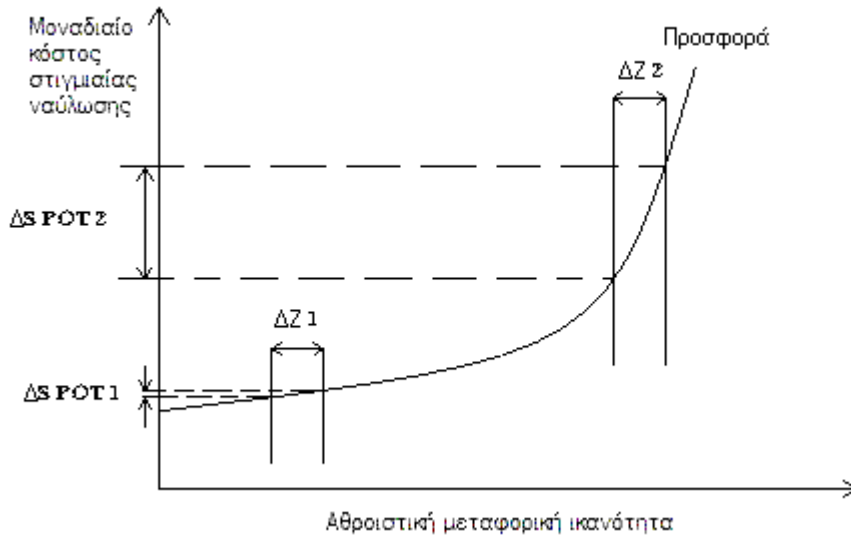
Όπως προαναφέραμε η ναυτιλία βρίσκεται σε μια διαρκώς μεταβαλλόμενη κατάσταση με αποτέλεσμα και η τιμή του ναύλου να υπόκειται σε συνεχής διακυμάνσεις. Έτσι, μια αύξηση της προσφοράς, με την παραγγελία νέων πλοίων, για την ίδια ζήτηση θα είχε ως αποτέλεσμα την πτώση των τιμών των ναύλων (εικόνα 7).



### Εικόνα 7:Μεταβολή της προσφοράς

(Πηγή: Ψαρούτης Χαρίλαος (2005), Σημειώσεις μαθήματος: Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών 1, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών.)

Επίσης, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι όταν οι τιμές των ναύλων κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, δηλαδή βρισκόμαστε στο αριστερό άκρο της καμπύλης προσφοράς, μία μεταβολή στη ζήτηση προκαλεί μικρή διαφοροποίηση του ναύλου. Αντιθέτως στην δεξιά πλευρά της καμπύλης, όπου η ζήτηση για μεταφορική ικανότητα είναι μεγάλη και τα ναύλα κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα, η ίδια μεταβολή στη ζήτηση προκαλεί τεράστια διαφοροποίηση στις τιμές των ναύλων (εικόνα 8).



### Εικόνα 8: Μεταβολή της ζήτησης

(Πηγή: Ψαρούτης Χαρίλαος (2005), Σημειώσεις μαθήματος: Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών 1, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών.)

Η αγορά αντιδρά σε αυτές τις μεταβολές της ζήτησης με εξισορροπητικές κινήσεις του ισοζυγίου προσφοράς και ζήτησης. Οι αντιδράσεις αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Βραχυπρόθεσμη αντίδραση: Σε περίπτωση που η ζήτηση έχει την τάση να κινηθεί σε χαμηλά επίπεδα σαν άμεση αντίδραση θα παρατηρηθεί παροπλισμός πλοίων. Μειώνεται, δηλαδή, η προσφορά, ώστε να προσαρμοστεί στις λιγότερες απαιτήσεις της ζήτησης. Στο στάδιο αυτό οι τιμές των ναύλων πέφτουν.
- Μακροπρόθεσμη αντίδραση: Σαν αποτέλεσμα της προηγούμενης κατάστασης στην αγορά, δηλαδή μικρή ζήτηση, χαμηλά ναύλα και παροπλισμένα πλοία, οι πλοιοκτήτες δεν παραγγέλνουν νέα πλοία από ναυπηγεία.
- Αντιστρέψιμη αντίδραση: Αν κάποιος πλοιοκτήτης διαθέτει πλοία μικτού φορτίου και η κατάσταση της αγοράς στην οποία δραστηριοποιούνται δεν παρουσιάζει υψηλή ζήτηση και ικανοποιητικές τιμές ναύλων, τότε μπορεί να τα μετακινήσει σε κάποια άλλη αγορά.
- Μη αντιστρέψιμη αντίδραση: Αν τα ναύλα έχουν πλησιάσει σε πολύ χαμηλές τιμές, τα παλαιότερα πλοία που έχουν περισσότερα έξοδα και είναι δύσκολο να ναυλωθούν οδεύουν προς διάλυση.



Τέλος, οι παράγοντες που συμβάλουν στη διαμόρφωση των ναύλων μπορεί να είναι εξωτερικοί όπως:

1. Η κατάσταση της παγκόσμιας οικονομίας. Μια αναπτυσσόμενη παγκόσμια οικονομία συνεπάγεται μεγάλη ζήτηση για την παραγωγή και τη μεταφορά αγαθών και συνεπώς αύξηση των τιμών των ναύλων.
2. Στρατιωτικά και πολιτικά γεγονότα. Κατά τη διάρκεια ενός πολέμου καταστρέφονται παραγωγικές μονάδες και αποκλείονται περιοχές από το θαλάσσιο εμπόριο διαταράσσοντας την ισορροπία του.
3. Φυσικά αίτια. Ακραία καιρικά φαινόμενα μπορεί να οδηγήσουν στο να μην εκτελεστούν δρομολόγια πλοίων.
4. Τεχνολογικά αίτια. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών, όπως για παράδειγμα η είσοδος της αυτοματοποίησης στο χειρισμό του φορτίου, καθιστά πιο περιζήτητα τα νεότερα και τεχνολογικά εξελιγμένα πλοία από τα παλαιότερα.

ή και εσωτερικοί όπως για παράδειγμα η απόφαση ενός πλοιοκτήτη να χρησιμοποιήσει ένα πλοίο του μειώνοντας το λειτουργικό του κόστος. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται κινώντας το πλοίο με χαμηλότερη ταχύτητα (slow steaming). Έτσι οι πλοιοκτήτες που τα πλοία τους στην καμπύλη προσφοράς βρίσκονται σε θέσεις κοντά στην καμπύλη της ζήτησης άλλα προς τη μεριά των παροπλισμένων επιδιώκουν τη μείωση του λειτουργικού τους κόστους σε τιμές κάτω του στιγμιαίου ναύλου προκειμένου να μπουν στην αγορά. Ο αριθμός των πλοίων που πλέουν σε κατάσταση slow steaming είναι σημαντικό μέγεθος για την εκτίμηση της κατάστασης της ναυλαγοράς.

## 4.6 Η διαδικασία της Ναύλωσης

Ναύλωση ορίζεται ως η συμφωνία εμπορικής απασχόλησης ενός ελεύθερου πλοίου ανάμεσα στον πλοιοκτήτη (ship owner) και το ναυλωτή (charterer). Ο μεσάζον αυτής της συμφωνίας είναι ο broker.

Τα συμβόλαια της ναύλωσης είναι δύο: το Ναυλοσύμφωνο και η Φορτωτική.

### Το Ναυλοσύμφωνο

Ως ναυλοσύμφωνο ορίζεται “η συμφωνία μεταξύ ενός πλοιοκτήτη και ενός ναυλωτή για τη χρήση ή εκμίσθωση ενός πλοίου για ένα συγκεκριμένο ταξίδι ή για μια σειρά ταξιδιών ή για μια συμφωνηθείσα χρονική περίοδο”. Εκεί αναγράφονται τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων μερών. Οι όροι ενός ναυλοσυμφώνου κατηγοριοποιούνται σε :[29]

- Ρητούς και υπονοούμενους(express and implied terms). Ρητοί είναι αυτοί που περιγράφονται ρητά, ενώ υπονοούμενοι είναι όροι που δεν αναγράφονται στα ναυλοσύμφωνα, αλλά είναι αποδεκτοί από τους συμβαλλόμενους.
- Περιγραφές(representations). Έχουν να κάνουν με τις υποσχέσεις που δίνονται στις διαπραγματεύσεις. Αν αποδειχθεί ότι αποκλίνουν από την πραγματικότητα με στόχο την παραπλάνηση μπορεί να ακυρωθεί η συμφωνία.
- Προϋποθέσεις(conditions). Είναι όροι που αν αθετηθούν από τον ένα συμβαλλόμενο στη συμφωνία τότε ο άλλος δικαιούται ακύρωση της συμφωνίας και αποζημίωση. Παραδείγματα προϋποθέσεων είναι η θέση του πλοίου την ημερομηνία του ναυλοσυμφώνου, ο χρόνος απόπλου για το λιμάνι φόρτωσης και η εθνικότητα του πλοίου.
- Εγγυήσεις(warranties). Αποτελούν σημαντικούς όρους που η αθέτηση τους δίνει το δικαίωμα στο θιγόμενο μέρος να ζητήσει αποζημίωση. Παραδείγματα εγγυήσεων είναι, η ταχύτητα του πλοίου, τα καύσιμα κατά την παράδοση του πλοίου και η συντήρηση του πλοίου.
- Απροκαθόριστους όρους(innominate terms). Είναι όροι που η κατηγοριοποίηση και αντιμετώπισή τους σαν προϋποθέσεις (conditions) ή εγγυήσεις (warranties) εξαρτάται από την εξέταση των συνεπειών τους στο δικαστήριο.

## Η Φορτωτική

Όταν γίνεται συμφωνία για μεταφορά φορτίου ο μεταφορέας, δηλαδή αυτός που μεταφέρει το φορτίο, πρέπει να εκδώσει τη λεγόμενη φορτωτική. Ο άλλος συμβαλλόμενος στη φορτωτική είναι ο φορτωτής, δηλαδή αυτός που επιθυμεί τη μεταφορά του φορτίου.

Μία φορτωτική περιλαμβάνει: την περιγραφή του φορτίου, το όνομα του πλοίου, την ημερομηνία που την υπέγραψε ο καπετάνιος, το όνομα του φορτωτή και του παραλήπτη, τα λιμάνια φόρτωσης, εκφόρτωσης, το ναύλο και τον τρόπο αποπληρωμής του, τον αριθμό φορτωτικών που εκδόθηκαν και τους όρους συμφωνίας.

Ο παραλήπτης πρέπει να παρουσιάσει έγκαιρα τη φορτωτική που του έχει δοθεί στον καπετάνιο προκειμένου να ξεκινήσει η εκφόρτωση. Διαφορετικά ο πλοίαρχος έχει δικαίωμα να μην παραδώσει το φορτίο.

Τέλος, όσον αφορά τις τιμές των ναύλων, όπως προαναφέραμε οι διακυμάνσεις είναι τόσο έντονες ώστε να είναι επιτακτική η ανάγκη ενός μηχανισμού να τις περιγράψει. Έτσι, καθώς η παράθεση των ναύλων σε απόλυτες τιμές για όλες τις διαδρομές των δεξαμενοπλοίων δεν θα βοηθούσε στην περιγραφή της αγοράς, γι'αυτόν ακριβώς τον λόγο δημιουργήθηκε ο δείκτης Worldscale.

Καλούμε δείκτη WORLDSCALE (WS) σε μια διαδρομή την έκφραση που δίνεται από τον παρακάτω λόγο :

$$WS = \frac{\text{Στιγμιαίος ναύλος στη διαδρομή}}{\text{Βασικός ναύλος στη διαδρομή}} \cdot 100,^1$$

όπου ο βασικός ναύλος της διαδρομής, είναι εκείνος ο ναύλος (σε \$/τον ωφέλιμου φορτίου) ο οποίος μόλις θα καλύπτει τα έξοδα του ταξιδιού (με επιστροφή). Τα έξοδα αυτά αφορούν τα καύσιμα, τα λιμενικά τέλη, κτλ. Ο στιγμιαίος ναύλος είναι ο ναύλος που έχει προκύψει από την αγορά (από τον ελεύθερο ανταγωνισμό που επικρατεί στη ναυλαγορά των δεξαμενόπλοιων) τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Για όλες τις κύριες διαδρομές δεξαμενόπλοιων, οι βασικοί ναύλοι υπολογίζονται και εκδίδονται σε ειδικό βιβλίο κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Για μια συγκεκριμένη διαδρομή, ο βασικός ναύλος αλλάζει σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές καυσίμων, κτλ.

Συμπωματικά, με την εισαγωγή του δείκτη Worldscale, έγινε συνήθεια στις αγορές των ναύλων τα επίπεδα των τιμών να εκφράζονται με όρους απευθείας ποσοστών, σε αντίθεση με τους όρους μεταβολής των ποσοστών (συν και πλην) που ίσχυε μέχρι εκείνη τη περίοδο. Αυτή η μέθοδος είναι γνωστή ως “Points of Scale” (μονάδες της κλίμακας) και έτσι Worldscale 100 σημαίνει 100 μονάδες ή 100% της δημοσιευμένης τιμής, ή με άλλα λόγια, η ίδια η δημοσιευμένη τιμή, η οποία αναφέρεται και ως Worldscale flat (επίπεδος δείκτης Worldscale). Έτσι Worldscale 250 σημαίνει 250 μονάδες ή 250% της δημοσιευμένης τιμής και Worldscale 30 σημαίνει 30 μονάδες ή 30% της δημοσιευμένης τιμής.

Σήμερα δύο ανεξάρτητοι μεταξύ τους, μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί, ένας στο Λονδίνο (Worldscale Association – London – Limited) και ένας στη Νέα Υόρκη (Worldscale Association – NYC – INC), είναι αυτοί που εκδίδουν το δείκτη. Τα συμβούλια των εταιριών αυτών αποτελούνται από στελέχη ναυλομεσιτών (shipbrokers) οι οποίοι εργάζονται αντίστοιχα στις παραπάνω πόλεις (Λονδίνο και Νέα Υόρκη).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ EXCEL ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΑΘΑΡΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ**

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια αναλυτική περιγραφή του εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των εξόδων, των εσόδων καθώς και του καθαρού κέρδους ενός τυπικού δεξαμενοπλοίου VLCC (160000-320000 DWT).

Το υπολογιστικό εργαλείο αποτελείται από τα εξής κύρια φύλλα εργασίας (main sheets):

1. Input
2. CO<sub>2</sub> calculation
3. Optimizer (speed)

και υποστηρίζεται από τα εξής φύλλα εργασίας (supporting sheets)

1. Ship route
2. Costs

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε κάθε ένα από τα παραπάνω αναλυτικά ώστε να γίνει απόλυτα κατανοητή στον αναγνώστη η διαδικασία εξαγωγής των αποτελεσμάτων.

## 5.1 Input sheet

Σε αυτό το φύλλο εργασίας ο χρήστης μπορεί να εισάγει όλα τα δεδομένα που αφορούν το πλοίο που εξετάζουμε. Ο λόγος που το δημιουργήσαμε είναι κυρίως πρακτικός και κάνει το περιβάλλον πιο φιλικό για τον χρήστη. Είναι οργανωμένο ως εξής:

- **Trade – operational information**

TRADE - OPERATIONAL INFORMATION	
Sea route	Distance* (NM)
FROM	nautical miles
Anping harbour, Taiwan	6261
TO	
Doha, Qatar	
days at each port	operational days / year
	Days
2	340

**Πίνακας 1: trade-operational information**

1. Εισάγουμε την διαδρομή που ακολουθεί το πλοίο και την απόσταση μεταξύ των λιμανιών σε ναυτικά μίλια.
2. Εισάγουμε τις μέρες που παραμένει σε κάθε λιμάνι καθώς και το σύνολο των λειτουργικών ημερών ανά έτος.

- **Ship information**

SHIP INFORMATION		
CARGO CAPACITY		
tonnes		
	308.000	
Cap. util. (laden)		
%		
	95%	
MAIN ENGINE		
Speed	Fuel consumption	Power
knots	tonnes/day	HP
	17	100,00 30.000
actual laden speed		51,19 15.358
actual ballast speed		54,18 16.254
Service speed - LADEN		Service speed - BALLAST
knots	knots	
	12,5	14,4
Auxiliary engine		
HP		
	3.000	
AE fuel consumption		
at sea	in port	
tonnes/day	tonnes/day	
	-	25

**Πίνακας 2: ship information**

1.Εισάγουμε την μεταφορική ικανότητα του πλοίου καθώς και ποσοστό του χώρου που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του φορτίου (CAP.UTIL.).

2.Εισάγουμε από τα δεδομένα του πλοίου τη μέγιστη ταχύτητα του, την κατανάλωση της κύριας μηχανής(τόνους/ημέρα) και την ισχύ της κύριας μηχανής (hp) σε αυτήν την ταχύτητα.

3.Για τις πραγματικές ταχύτητες που μελετάμε (στην περίπτωση μας οι βέλτιστες ταχύτητες) οι οποίες δεν εισάγονται από τον χρήστη, αλλά υπολογίζονται και διαβάζονται από το **optimizer sheet** όπως θα δούμε παρακάτω, υπολογίζουμε την κατανάλωση και την ισχύ της μηχανής.

Όπως βλέπουμε, αναφερόμαστε σε 2 διαφορετικές ταχύτητες όπου η μία αντιστοιχεί στο ερματισμένο πλοίο(ballast) και η άλλη στο έμφορτο (laden). Για να υπολογίσουμε την κατανάλωση καυσίμου σε κάθε ταχύτητα, χρησιμοποιήσαμε σαν δεδομένα κάποια ζευγάρια ταχυτήτων-κατανάλωσης καυσίμου που είχαμε από τον κατασκευαστή για την έμφορτη και την άφορτη κατάσταση του πλοίου και χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό περιβάλλον matlab βρήκαμε το πολυώνυμο που προσεγγίζει σε μεγάλο βαθμό την κατανάλωση καυσίμου της μηχανής στις διάφορες ταχύτητες.

Για την έμφορτη (laden) κατάσταση το πολυώνυμο είναι:

$$1) F.C(v) = 0.007516 \times v^5 - 0.4394 \times v^4 + 10.21 \times v^3 - 116.9 \times v^2 + 664.1 \times v - 1492$$

Ενώ για την ερματισμένη(ballast):

$$2) F.C(v) = 0.003331 \times v^5 - 0.2093 \times v^4 + 5.242 \times v^3 - 64.75 \times v^2 + 398.4 \times v - 971.7$$

Όπου  $F.C = \text{fuel consumption}(\text{tones/day})$

$V = \text{speed}(kn)$

Την ισχύ της μηχανής σε κάθε ταχύτητα την υπολογίσαμε αναλογικά χρησιμοποιώντας την σχέση:

$$3) \frac{P_2}{P_1} = \frac{F.C_2}{F.C_1}$$

Όπου  $P = \text{ισχύς κύριας μηχανής σε σημείο}(hp)$

1 = σημείο μέγιστης συνεχούς ισχύος(MCR)

2 = σημείο πραγματικής λειτουργίας μηχανής

4.Τέλος, εισάγαμε για την βοηθητική μηχανή την ισχύ καθώς και την κατανάλωση της στο λιμάνι όπου και τίθεται σε λειτουργία.



- **Fuel cost-emission cost-freight rate**

Fuels list		Fuel Oil 3,5%	Diesel / Marine gas oil
CO2 coef. (tonnes / tonne fuel)		3,11	3,11
cost (USD/tonne)		680	980

port expenses		130000	USD/CALL
---------------	--	--------	----------

emissions cost (USD / tonne CO2)	30
----------------------------------	----

FREIGHT RATE PROFILE		USD/tonne
SPOT RATE		18,50
BASE (FLAT) RATE WS100		24,00
WS		77

**Πίνακας 3: Fuel cost-emission cost-freight rate profile**

1. Εισάγουμε την ποσότητα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα για κάθε τόνο καυσίμου που καίει το πλοίο. Επιστημονικές μελέτες εκτιμούν την ποσότητα αυτή σε 3.11 τόνους ανά τόνο καυσίμου (co2 coef.).
2. Εισάγουμε τις τιμές των καυσίμων (fuel oil για κύρια μηχανή και diesel oil για βοηθητική μηχανή) που χρησιμοποιεί το πλοίο όπως κυμαίνονται τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
3. Εισάγουμε το υποθετικό πρόστιμο που ενδέχεται να επιβάλλεται στα πλοία για τις εκπομπές διοξειδίου σε δολάρια/τόνο CO<sub>2</sub> (emissions cost).
4. Τέλος εισάγουμε την τιμή των ναύλων για την διαδρομή που καλύπτει το πλοίο και για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθώς και τον δείκτη worldscale100 όπως εκδίδεται για το έτος 2012. Θεωρούμε ότι το πλοίο βρίσκεται σε αγορά spot.

## 5.2 SHIP ROUTE SHEET

LADEN TRIP							
Trade route	Distance* (NM)	Vessel speed	Trip duration (one way)			days at each port	operational days / year
FROM	nautical miles	knots	Hours	Days		Days	Days
Anping harbour, Taiwan	6261	12,5	500,9	20,9		2	340
TO		BALLAST RETURN TRIP					
Doha, Qatar		Vessel speed	Trip duration (return)				
		knots	Hours	Days			
		14,4	434,8	18,1			
			Return voyage duration (sea + port)				
				Days			
				42,99			

Πίνακας 4: Ship route sheet

Σε αυτό το φύλλο εργασίας διαβάζονται η διαδρομή(απόσταση) καθώς και οι ταχύτητες που λειτουργεί το πλοίο από το **“input”** sheet και υπολογίζονται οι μέρες που κάνει το πλοίο να φτάσει στον προορισμό του, οι μέρες που χρειάζεται για να επιστρέψει και το σύνολο, συνυπολογίζοντας τις ημέρες που ‘σπαταλάει’ στο κάθε λιμάνι για φορτοεκφόρτωση.

### 5.3 CO<sub>2</sub> CALCULATION SHEET

tanker attributes		
Service speed - LADEN	dwt cargo capacity (DWCC)	Main engine -LADEN
knots	tonnes	HP
13	308.000	15.358
ME fuel consumption - LADEN	Cap. util. (laden)	kW
tonnes/day	%	11.452
51,19	95%	Auxiliary engine
AE fuel consumption		HP
at sea	in port	3.000
tonnes/day	tonnes/day	kW
-	25	2.237
Service speed - BALLAST	ME fuel consumption - BALLAST	Main engine - BALLAST
knots	tonnes/day	HP
14	54,18	16.254
		kW
		12.120

Πίνακας 5: tanker attributes

1. Αρχικά γίνεται ανάγνωση από “input” των 2 ταχυτήτων (laden speed, ballast speed) και των αντίστοιχων καταναλώσεων (main engine capacity). Επίσης, διαβάζονται οι αντίστοιχες ισχύς σε ίππους και γίνεται μετατροπή σε **kw** (πίνακας 5).

2. Στη συνέχεια υπολογίζεται η συνολική κατανάλωση καυσίμου για ένα ταξίδι όπου το πλοίο αναχωρεί πλήρως φορτωμένο και επιστρέφει σε κατάσταση ballast (πίνακας 6). Ο τρόπος υπολογισμού είναι προφανής καθώς γνωρίζουμε την ημερήσια κατανάλωση καυσίμου για τις δεδομένες καταστάσεις φόρτωσης και για τις δεδομένες ταχύτητες και επίσης γνωρίζουμε τις συνολικές ημέρες που ταξιδεύει το πλοίο (ship route sheet).

$$4) F.C_{MAIN} = DFC_{LADEN} * D_{LADEN} + DFC_{BALLAST} * D_{BALLAST}$$

$$5) F.C_{AUX} = DFC_{PORT} * D_{PORT} * 2$$

- Όπου  $FC_{MAIN}$  = συνολική κατανάλωση κύριας μηχανής
- $FC_{AUX}$  = συνολική κατανάλωση βοηθητικής μηχανής
- $DFC_{LADEN}$  = ημερήσια κατανάλωση κύριας μηχανής για έμφορτο πλοίο σε δεδομένη ταχύτητα
- $DFC_{BALLAST}$  = ημερήσια κατανάλωση κύριας μηχανής για ερματισμένο πλοίο σε δεδομένη ταχύτητα
- $DFC_{PORT}$  = ημερήσια κατανάλωση βοηθητικής μηχανής στο λιμάνι
- $D_{LADEN}$  = ημέρες για να φτάσει στον προορισμό
- $D_{BALLAST}$  = ημέρες για να επιστρέψει
- $D_{PORT}$  = ημέρες που βρίσκεται στο κάθε λιμάνι

ROUND voyage calculations (ballast return)		
at sea	at sea	in both ports
ME fuel consumption	AE fuel consumption	AE fuel consumption
tonnes	tonnes	tonnes
2.050	0	100

Πίνακας 6: fuel consumption calculation(round voyage)

3. Τέλος γίνεται υπολογισμός των συνολικών τόνων διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα για κάθε μετ'επιστροφής ταξίδι (στο εξής όταν θα αναφερόμαστε σε ταξίδι θα εννοούμε μαζί με την επιστροφή) και υπολογισμός των γραμμαρίων CO<sub>2</sub>/τονομίλι (πίνακας 7).

$$6) EM_{CO_2} = FC_{MAIN} * COEF_{FO} + FC_{AUX} * COEF_{DO}$$

όπου

- $EM_{CO_2}$  = συνολικοί τόνοι διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπονται ανά ταξίδι
- $COEF_{FO}$  = αριθμός που δείχνει πόσοι τόνοι CO<sub>2</sub> εκπέμπονται ανά τόνο καταναλισκόμενου καυσίμου Fuel oil(data)
- $COEF_{DO}$  = αριθμός που δείχνει πόσοι τόνοι CO<sub>2</sub> εκπέμπονται ανά τόνο καταναλισκόμενου καυσίμου diesel oil(data)

$$7) \frac{GRAMS_{CO2}}{tonmile} = EM_{CO2} * 10^6 / (DWT * caputil * distance * 2)$$

tonnes		grams / ton-mile
CO2 emissions		CO2 emissions
6.686		1,82

Πίνακας 7: mass of co2 emissions

## 5.4 COSTS SHEET

COST PROFILE		Voyage basis		
		USD		
Voyage costs (total)		1.751.948		
	bunkers	1.491.948		
	port expenses	260.000	130.000	USD/call
emission costs		200.588		
	<u>Gross costs (excl. OPEX, CAPEX, Inv.Costs)</u>	<u>1.952.535</u>		

Πίνακας 8: cost sheet

Στο φύλλο αυτό γίνεται υπολογισμός των εσόδων και των εξόδων του πλοίου, χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη τα έξοδα κεφαλαίου (capital costs), που είναι σταθερά, τα τρέχοντα έξοδα (operating costs), καθώς και τα κόστη αποθεμάτων (inventory cost) που θεωρούμε ότι δεν επιβαρύνουν τον πλοιοκτήτη.

Έτσι, αρχικά υπολογίζονται τα έξοδα για τα καύσιμα(bunker costs) και τα λιμενικά τέλη(port expenses) ως εξής:

$$8) BC = FC_{MAIN} * FOC + FC_{AUX} * DOC$$

Όπου **BC** = bunker costs (USD)

**FOC** = fuel oil cost (USD/TONNE) «input sheet»

**DOC** = diesel oil cost (USD/TONNE) «input sheet»

**FC<sub>MAIN</sub>** = συνολική κατανάλωση κύριας μηχανής «CO<sub>2</sub> calculation sheet»

**FC<sub>AUX</sub>** = συνολική κατανάλωση βοηθητικής μηχανής «CO<sub>2</sub> calculation sheet»

Τα λιμενικά τέλη είναι σταθερά και τα πληρώνουμε στο λιμάνι αναχώρησης και στο λιμάνι άφιξης(στην περίπτωση μας είναι 130000 USD σε κάθε λιμάνι).

Στη συνέχεια γίνεται υπολογισμός του προστίμου για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, που προφανώς προκύπτει από την τιμή που έχει οριστεί από το κράτος για κάθε τόνο CO<sub>2</sub> (input sheet) πολλαπλασιασμένης με τους συνολικούς τόνους που εκπέμπει το πλοίο του παραδείγματος μας (CO<sub>2</sub> calculation sheet). Το άθροισμα των παραπάνω είναι τα συνολικά έξοδα που έχει ο πλοιοκτήτης (gross costs).

## 5.5 OPTIMISER

Αποτελεί το βασικό φύλλο εργασίας που θα μας βοηθήσει να υπολογίσουμε τις βέλτιστες ταχύτητες για τα διάφορα σενάρια που θα γίνουν στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας.

					SPOT RATE	18,50	USD/tonne
ladenspeed*10	ballast speed*10						
	125	144			Voyage basis		
PROFIT	80.504	USD/day			Gross Revenues	5.413.100	USD
LADEN SPEED	12,5	kts			Gross Costs	1.952.535	USD
BALLAST SPEED	14,4	kts			Voyage costs	1.751.948	
					bunker costs	1.491.948	USD
					Emissions costs	200.588	USD
					MARGIN	3.460.565	USD
							USD
					cargo transported	292.600	tonnes
CONSTRAINTS		min	max				
laden leg speed		8,5	15,5	kts			
ballast leg speed		9,5	17	kts			
KEY INPUT VARIABLE							
SPOT RATE		18,50	USD/tonne				
Fuel Oil 3,5%		680	USD/tonne				
Diesel / Marine gas oil		980	USD/tonne				
cost (USD / tonne CO2)		30	USD/tonne				

Πίνακας 9: optimizer sheet

Για πρακτικούς λόγους, καθώς το εργαλείο risk optimizer που θα χρησιμοποιήσουμε για την βελτιστοποίηση μπορεί να δεχθεί σαν είσοδο μόνο ακέραιους αριθμούς, εισάγουμε τις ταχύτητες στις δύο καταστάσεις φόρτωσης που έχουμε πολλαπλασιασμένες επί 10. Κατόπιν, υπολογίζουμε το κέρδος του πλοίου ανά ημέρα με τον εξής τρόπο:

- Υπολογίζουμε τα έσοδα(gross revenues «GR»)

$$9) GR = DWT * CAP. UTIL.* SPOT RATE$$

- Εισάγουμε τα έξοδα(gross costs «GC») από costs sheet
- Στο κελί με ονομασία profit υπολογίζουμε το κέρδος ανά ημέρα για το ταξίδι με τα χαρακτηριστικά που έχουμε εισάγει.

$$10) \mathbf{PROFIT} = (GR - GC) / \mathbf{total\ days}$$

Όπου total days =συνολικές μέρες ταξιδιού(ship route sheet)

Χρησιμοποιώντας γενετικούς αλγόριθμους (risk optimizer) θέτουμε σαν στόχο τη μεγιστοποίηση του συγκεκριμένου κελιού, σε κάθε σενάριο που θα δούμε στο παρακάτω κεφάλαιο, και παίρνουμε σαν αποτέλεσμα τη βέλτιστη ταχύτητα που θα πρέπει να κινείται το πλοίο σε κάθε μία από τις καταστάσεις (ballast leg - laden leg), θέτοντας πάντα σαν περιορισμούς τη μέγιστη και την ελάχιστη ταχύτητα που επιτρέπεται να αναπτύξει το πλοίο.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΓΟΡΑΚΕΝΤΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO<sub>2</sub>**

### **6.1 CARBON TAX**

Στο σενάριο αυτό θα υποθέσουμε ότι το κράτος εφαρμόζει στη ναυτιλία φόρο διοξειδίου του άνθρακα (carbon tax). Στην ουσία, αυτό σημαίνει ότι το κάθε πλοίο θεωρείται μια ρυπογόνος επιχείρηση η οποία θα είναι αναγκασμένη να αγοράζει τα δικαιώματα για κάθε τόνο διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπει στην ατμόσφαιρα. Η τιμή του κάθε δικαιώματος θα καθορίζεται από το κράτος και θα είναι σταθερή. Έτσι, θα υποθέσουμε διάφορες τιμές φόρου άνθρακα και θα εντοπίσουμε τις αντιδράσεις του πλοιοκτήτη ώστε να πετυχαίνει σε κάθε περίπτωση το μέγιστο κέρδος, καθώς και τις επιπτώσεις του δεδομένου μέτρου στα κέρδη του πλοιοκτήτη και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

#### **6.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ**

Θεωρούμε ένα τυπικό πλοίο VLCC (308000 t DWT) το οποίο κάνει χρήση του 95% των δεξαμενών φορτίου. Εκτελεί μια κυκλική διαδρομή από το λιμάνι Doha (Qatar) στο λιμάνι Anping harbor (Taiwan), φορτωμένο (laden leg), και πάλι πίσω άφορτο (ballast leg). Οι μέρες παραμονής στο κάθε λιμάνι είναι δύο (2) και τα λιμενικά τέλη αντιστοιχούν σε 130000 \$ σε κάθε λιμάνι. Τα ναύλα στη συγκεκριμένη διαδρομή και για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο αντιστοιχούν σε 18,5\$/ton και τα κόστη καυσίμων σε 680\$/ton για το fuel oil και 980\$/ton για το diesel oil. Τέλος, τα αναγκαία για τους υπολογισμούς μας τεχνικά χαρακτηριστικά της κύριας και της βοηθητικής μηχανής φαίνονται στον παρακάτω πίνακα όπου βρίσκονται συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία που θα πρέπει να εισάγουμε στο φύλλο εργασίας input (πίνακας 10).

DWT(tons)	308000
Cap.util(%)	95%
Distance(nm)	6261
Days at port	2
F.O cost(\$/ton)	680
D.O cost(\$/ton)	980
Port expenses(\$/call)	130000
Spot rate(\$/ton)	18,5
Auxiliary engine fuel consumption(tons/day)	25
Auxiliary engine power(hp)	3000
Co2 coef.(tons/ton fuel)	3,11
Fuel consumption of main engine at 17knots(tons/day)	100
Power of main engine at 17 knots(hp)	30000

**Πίνακας 10: Στοιχεία εισαγωγής στο υπολογιστικό φύλλο**

Στη συνέχεια, εισάγοντας διάφορες τιμές δικαιώματος εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα θα υπολογίσουμε τις ταχύτητες που θα μας δώσουν το βέλτιστο κέρδος του πλοιοκτήτη (ζητάμε μεγιστοποίηση του κελιού που μας δίνει το κέρδος «profit» χρησιμοποιώντας αυστηρούς περιορισμούς για τα κελιά που εισάγουμε τις ταχύτητες, τους περιορισμούς που δίνονται στα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου «πίνακας 9 constraints»).

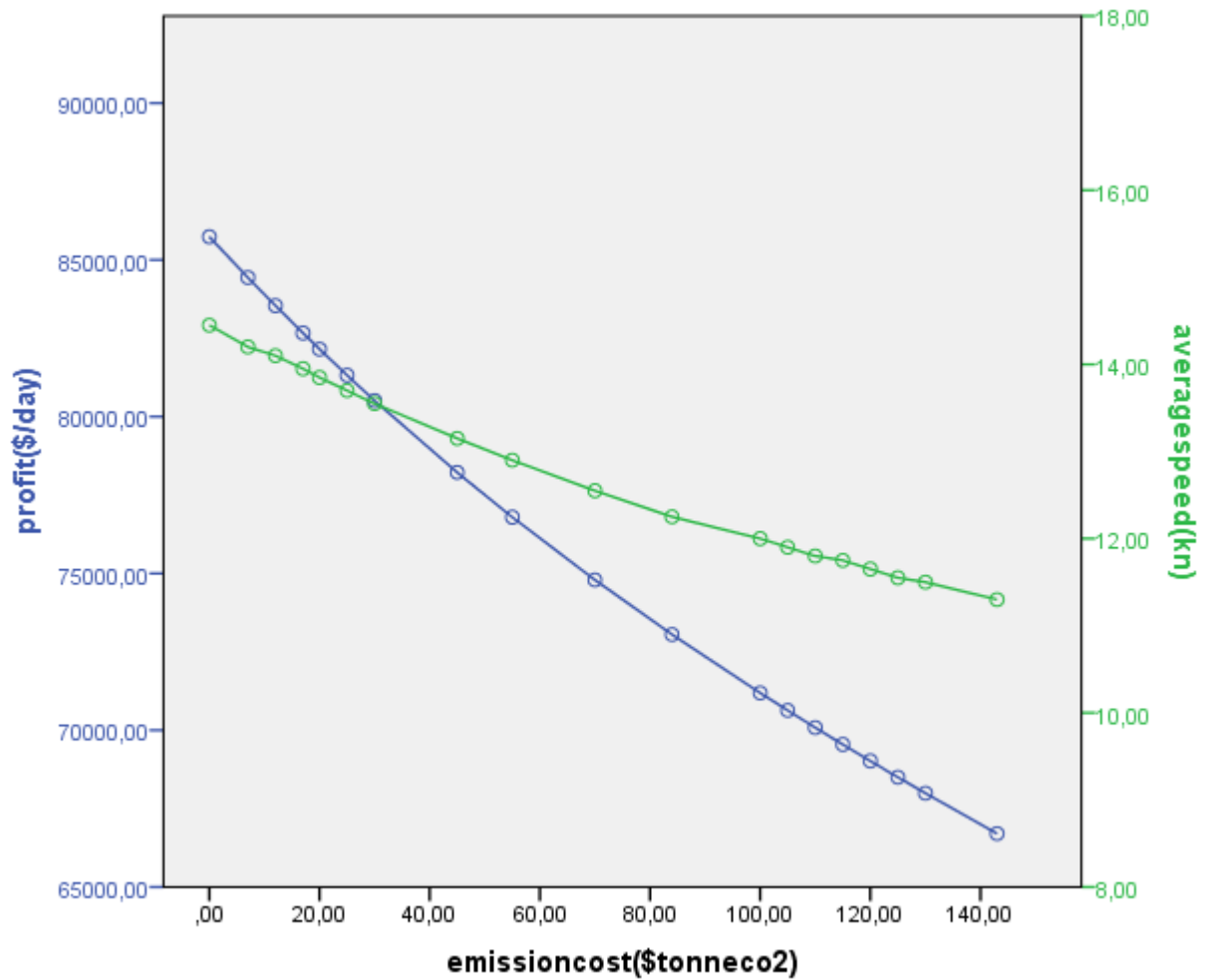
## 6.1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω αναλυτικά:

profit(\$/day)	emission cost (\$)	tonne co2	vladen (kn)	vballast (kn)	duration (days)
85.736	0	7.655	13,6	15,3	40,2
84.437	7	7.402	13,3	15,1	40,9
83.540	12	7.305	13,2	15	41,2
82.667	17	7.155	13	14,9	41,6
82.155	20	7.060	12,9	14,8	41,8
81.321	25	6.925	12,8	14,6	42,2
80.512	30	6.779	12,6	14,5	42,7
78.220	45	6.412	12,2	14,1	43,9
76.795	55	6.193	12	13,8	44,6
74.793	70	5.890	11,7	13,4	45,8
73.053	84	5.631	11,4	13,1	46,8
71.189	100	5.427	11,2	12,8	47,7
70.632	105	5.344	11,1	12,7	48
70.085	110	5.263	11	12,6	48,4
69.547	115	5.227	11	12,5	48,6
69.021	120	5.147	10,9	12,4	49
68.502	125	5.068	10,8	12,3	49,4
67.992	130	5.033	10,8	12,2	49,5
66.704	143	4.879	10,6	12	50,4

**Πίνακας 11: Πίνακας υπολογισμών (carbon tax)**

Στον πίνακα 11 καταγράφονται αναλυτικά οι υπολογισμοί που κάναμε χρησιμοποιώντας την εφαρμογή risk optimizer. Για διάφορες τιμές προστίμου (emission cost) από 0-143 \$/tonneCO<sub>2</sub> υπολογίσαμε τις ταχύτητες που θα πρέπει να κινείται το πλοίο ώστε να επιτυγχάνει το βέλτιστο κέρδος (profit) και για αυτές τις ταχύτητες καταγράψαμε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (tones CO<sub>2</sub>) καθώς και τη διάρκεια του κυκλικού ταξιδιού.



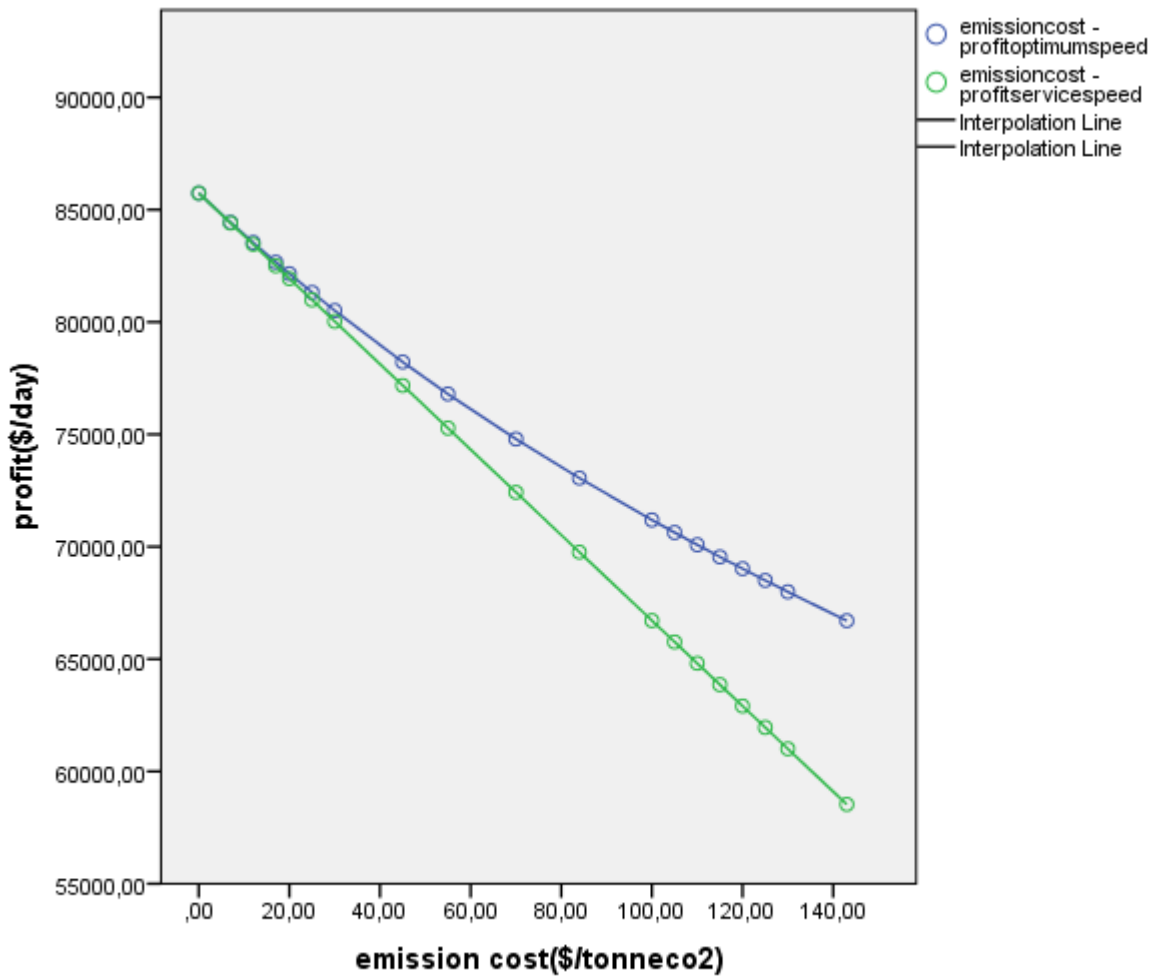
Εικόνα 9: Κέρδος πλοιοκτήτη συναρτήσει της τιμής φόρου άνθρακα στις βέλτιστες ταχύτητες λειτουργίας του πλοίου

Στην εικόνα 9 φαίνεται η μείωση των κερδών του πλοιοκτήτη για κάθε αύξηση της τιμής του προστίμου, λειτουργώντας για κάθε περίπτωση στη βέλτιστη ταχύτητα, η οποία βέλτιστη ταχύτητα απεικονίζεται στο ίδιο διάγραμμα με πράσινο χρώμα (average speed προέκυψε σαν μέσος όρος των 2 ταχυτήτων  $V_{ballast}, V_{laden}$ ).

profit(\$/day)	emission cost (\$)	v average(kn)	%speed reduction	%mass co2 reduction	%profit reduction
85.736	0	14,45	0%	0%	0%
84.437	7	14,2	-2%	-3%	-2%
83.540	12	14,1	-2%	-5%	-3%
82.667	17	13,95	-3%	-7%	-4%
82.155	20	13,85	-4%	-8%	-4%
81.321	25	13,7	-5%	-10%	-5%
80.512	30	13,55	-6%	-11%	-6%
78.220	45	13,15	-9%	-16%	-9%
76.795	55	12,9	-11%	-19%	-10%
74.793	70	12,55	-13%	-23%	-13%
73.053	84	12,25	-15%	-26%	-15%
71.189	100	12	-17%	-29%	-17%
70.632	105	11,9	-18%	-30%	-18%
70.085	110	11,8	-18%	-31%	-18%
69.547	115	11,75	-19%	-32%	-19%
69.021	120	11,65	-19%	-33%	-19%
68.502	125	11,55	-20%	-34%	-20%
67.992	130	11,5	-20%	-34%	-21%
66.704	143	11,3	-22%	-36%	-22%

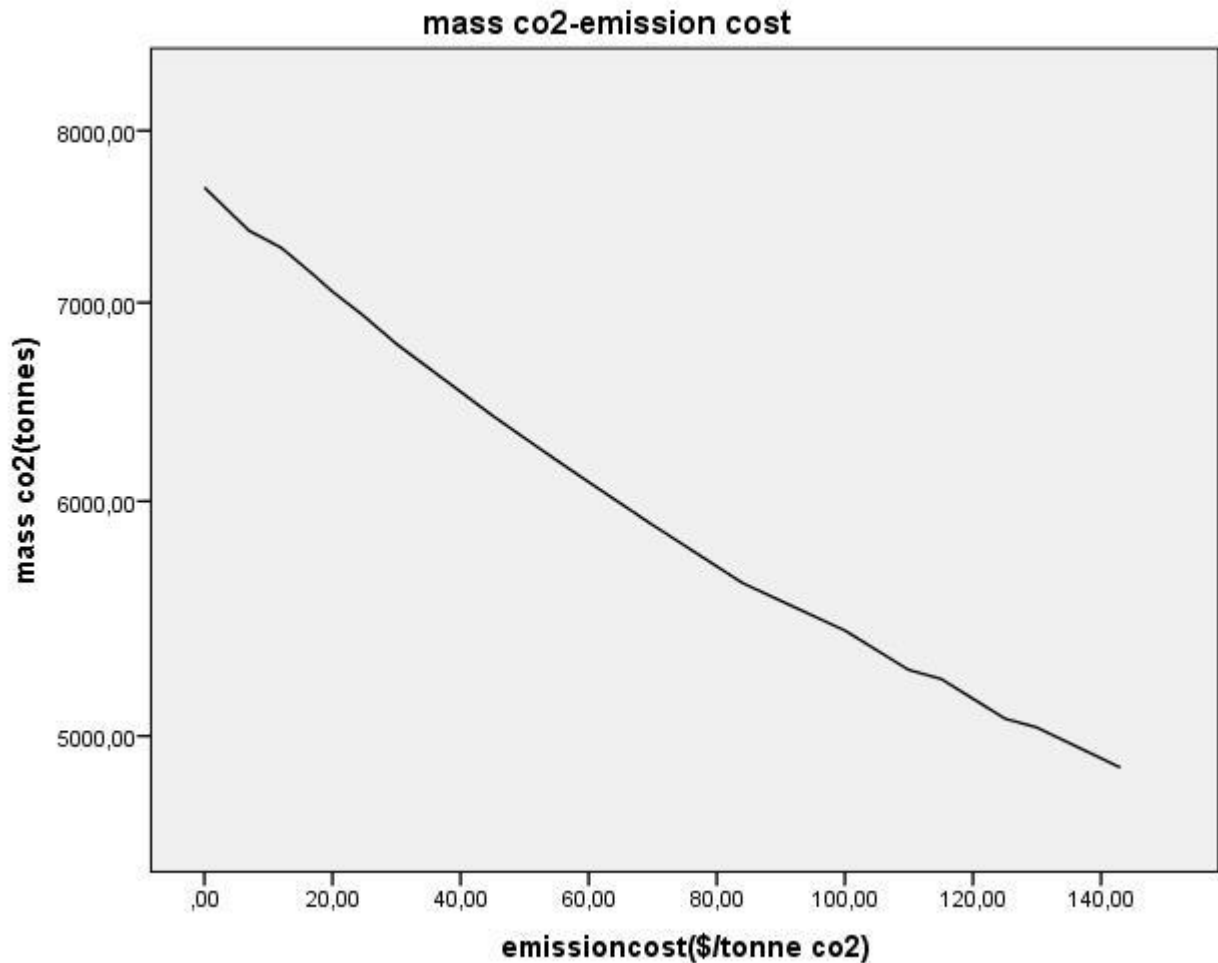
**Πίνακας 12: Πίνακας ποσοσטיαίων μεταβολών (carbon tax)**

Στον παραπάνω πίνακα καταγράφονται οι ποσοστιαίες μειώσεις των βέλτιστων ταχυτήτων λειτουργίας του πλοίου, των κερδών του πλοιοκτήτη καθώς και της μάζας CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια ενός κυκλικού ταξιδιού λόγω της εφαρμογής του μέτρου.



Εικόνα 10: Σύγκριση κερδών για βέλτιστη και προκαθορισμένη ταχύτητα συναρτήσει του φόρου άνθρακα

Στην εικόνα 10 γίνεται μια σύγκριση μεταξύ του ρυθμού μείωσης των κερδών όταν ο πλοιοκτήτης λάβει μέτρα και προσαρμόσει τις ταχύτητες λειτουργίας του πλοίου ανάλογα με την τιμή του προστίμου (profit optimum speed) σε σχέση με τον πλοιοκτήτη που θα συνεχίσει να λειτουργεί το πλοίο του με την ίδια ταχύτητα άσχετα από την επιβολή προστίμου ( $v_{average}=14,5$  kn, δηλαδή την business as usual ταχύτητα  $v_{laden}=13,6$  kn,  $v_{ballast}=15,3$  kn).



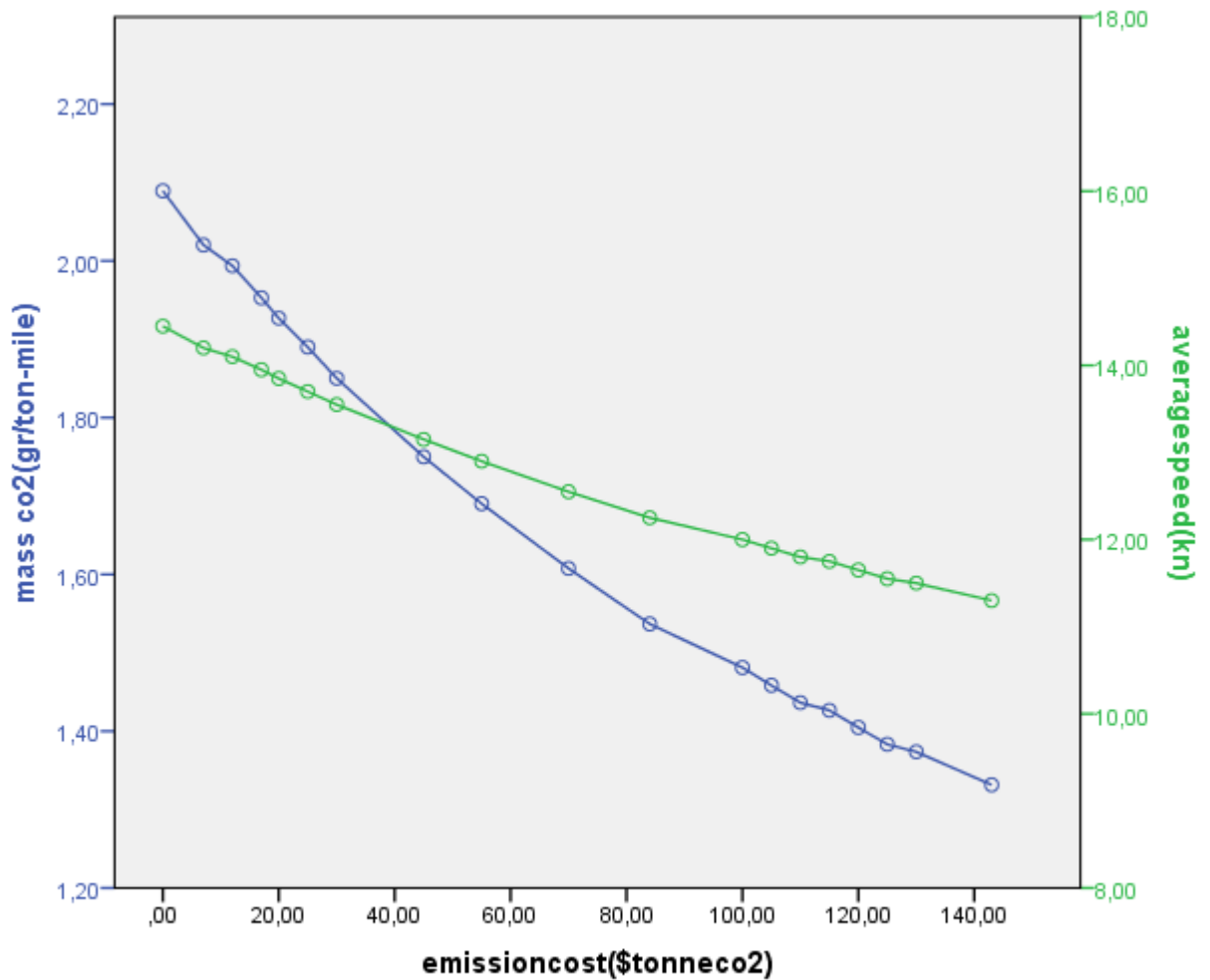
Εικόνα 11: Μάζα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα συναρτήσει της τιμής φόρου άνθρακα στις βέλτιστες ταχύτητες

Στην εικόνα 11 φαίνονται καθαρά τα θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τους τόνους εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub>, οι οποίοι μειώνονται σε μεγάλο βαθμό όσο αυξάνετε η τιμή του προστίμου και συνεπώς όσο γίνεται πιο επιτακτική η ανάγκη για μείωση των ταχυτήτων από την πλευρά του πλοιοκτήτη ώστε να πετυχαίνει το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος σε κάθε περίπτωση.

emission cost (\$)	v average(kn)	mass co2(gr/tonmile)
0	14,45	2,089282535
7	14,2	2,020231133
12	14,1	1,99375688
17	13,95	1,952817314
20	13,85	1,926888922
25	13,7	1,890043312
30	13,55	1,850195467
45	13,15	1,750029995
55	12,9	1,690258228
70	12,55	1,607560304
84	12,25	1,53687132
100	12	1,48119351
105	11,9	1,458540283
110	11,8	1,436432917
115	11,75	1,426607421
120	11,65	1,404772986
125	11,55	1,383211481
130	11,5	1,373658915
143	11,3	1,331627627

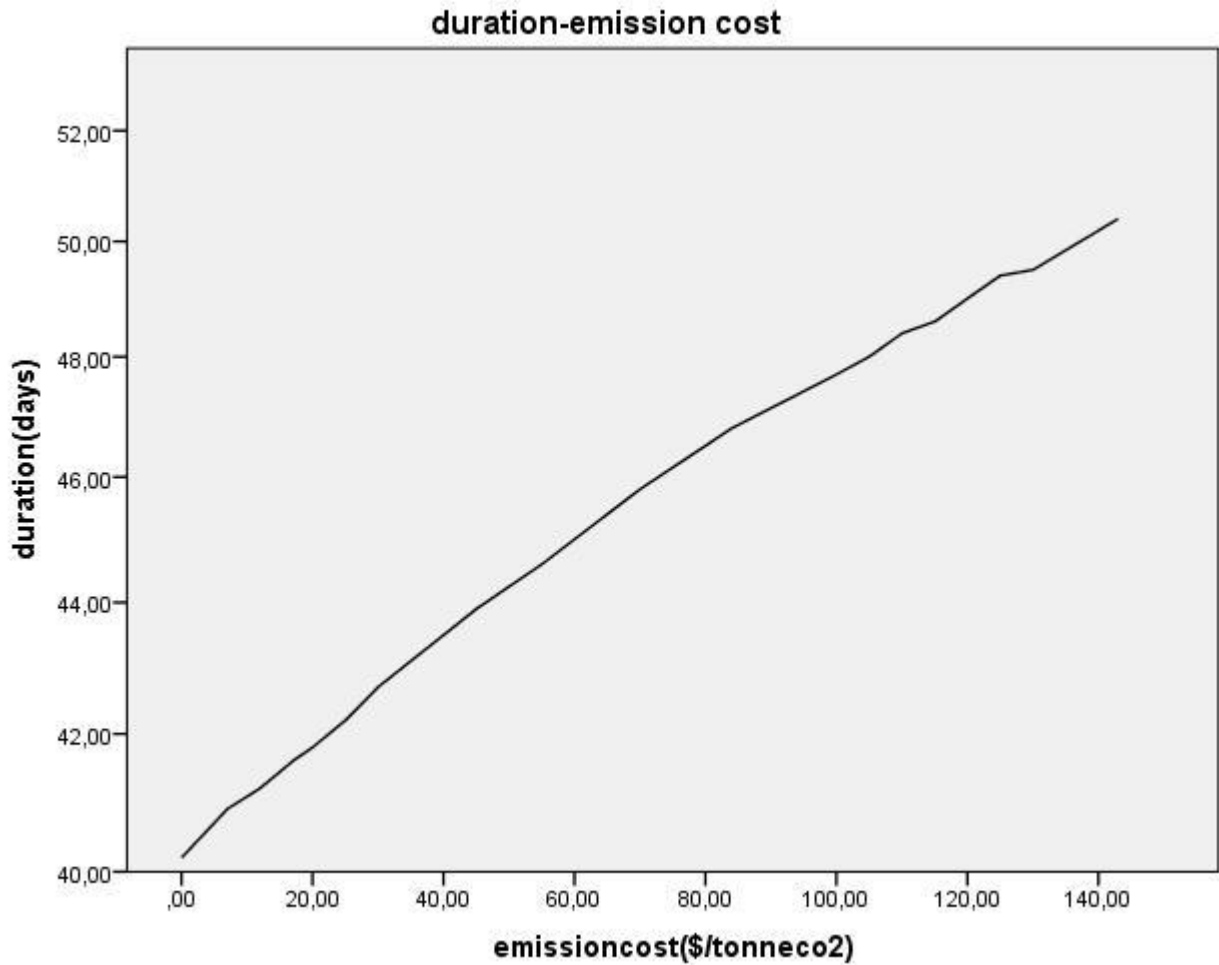
**Πίνακας 13:Υπολογισμός μάζας εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα ανά τονομίλι για διάφορες τιμές προστίμου (carbon tax)**





Εικόνα 12: Μάζα εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα ανά τονομίλι συναρτήσει της τιμής φόρου άνθρακα στις βέλτιστες ταχύτητες

Στην εικόνα 12 φαίνονται τα ίδια αποτελέσματα όπως και στο προηγούμενο διάγραμμα με τη διαφορά ότι η εκπεμπόμενη ποσότητα διοξειδίου έχει μετατραπεί σε  $\text{grCO}_2/\text{ton-mile}$  για ευκολότερη κατανόηση της τάξης μεγέθους.

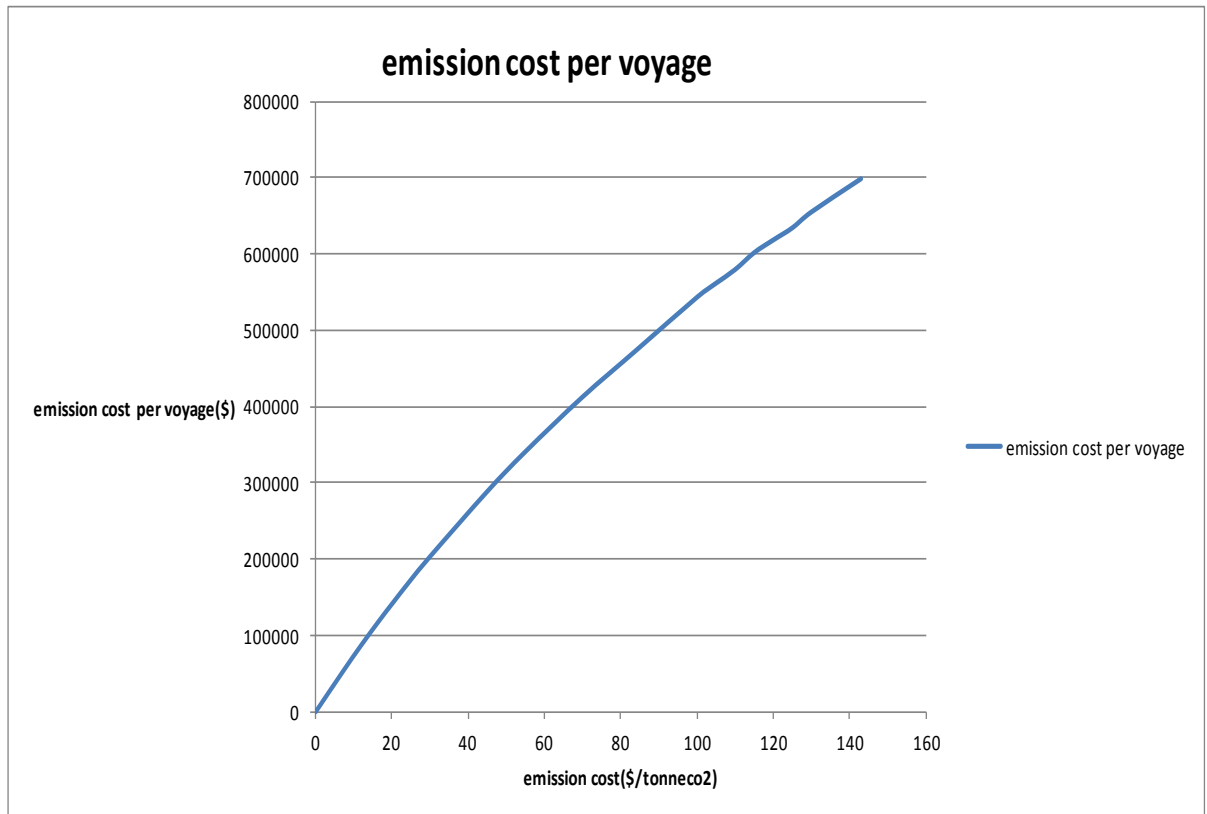


Εικόνα 13: Διάρκεια κυκλικού ταξιδιού στις βέλτιστες ταχύτητες ανάλογα με την τιμή φόρου άνθρακα

Στην εικόνα 13, καταγράφεται η αύξηση της διάρκειας του ταξιδιού ως αποτέλεσμα των μέτρων που λαμβάνει ο πλοιοκτήτης για να αντισταθμίσει την απώλεια κερδών λόγω εφαρμογής του προστίμου.

emission cost(\$/tonneco2)	optimal average speed(kn)	emission cost per voyage(\$)
0	14,45	0
7	14,2	51814
12	14,1	87660
17	13,95	121635
20	13,85	141200
25	13,7	173125
30	13,55	203370
45	13,15	288540
55	12,9	340615
70	12,55	412300
84	12,25	473004
100	12	542700
105	11,9	561120
110	11,8	578930
115	11,75	601105
120	11,65	617640
125	11,55	633500
130	11,5	654290
143	11,3	697697

Πίνακας 14: Έσοδα για το κράτος από τη φορολόγηση άνθρακα ανά ταξίδι



**Εικόνα 14: Έσοδα για το κράτος από φορολόγηση διοξειδίου του άνθρακα ανά ταξίδι**

Στο πίνακα 14 και στην εικόνα 14 φαίνονται τα έσοδα που θα προκύψουν από την εφαρμογή φορολογίας στα καύσιμα, έσοδα τα οποία θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα την κατασκευή ενεργειακά οικονομικών μηχανών, την μελέτη για αποδοτικότερα πλοία, τη χρήση εναλλακτικών, καθαρότερων καυσίμων καθώς και συσκευών που παγιδεύουν τα καυσαέρια του πλοίου (scrubbers κτλ).

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε, όπως ήταν φυσικό, ότι η εφαρμογή ενός τέτοιου μέτρου (carbon tax) θα είχε ως αποτέλεσμα ο πλοιοκτήτης να λάβει μέτρα ώστε να υποστηρίξει το οικονομικό του συμφέρον, μειώνοντας την ταχύτητα του πλοίου ώστε να πετυχαίνει το μέγιστο κέρδος (slow steaming). Αυτό θα έχει θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά τις εκπομπές ρύπων, οι οποίες θα μειωθούν αισθητά όσο αυξάνει η τιμή του δικαιώματος, αλλά και αρνητικά καθώς θα καταγραφούν μεγάλες ζημίες στα κέρδη του πλοιοκτήτη λόγω του προστίμου. Επίσης, ο χρόνος παράδοσης του φορτίου θα αυξηθεί προς δυσaréσκεια του ναυλωτή.

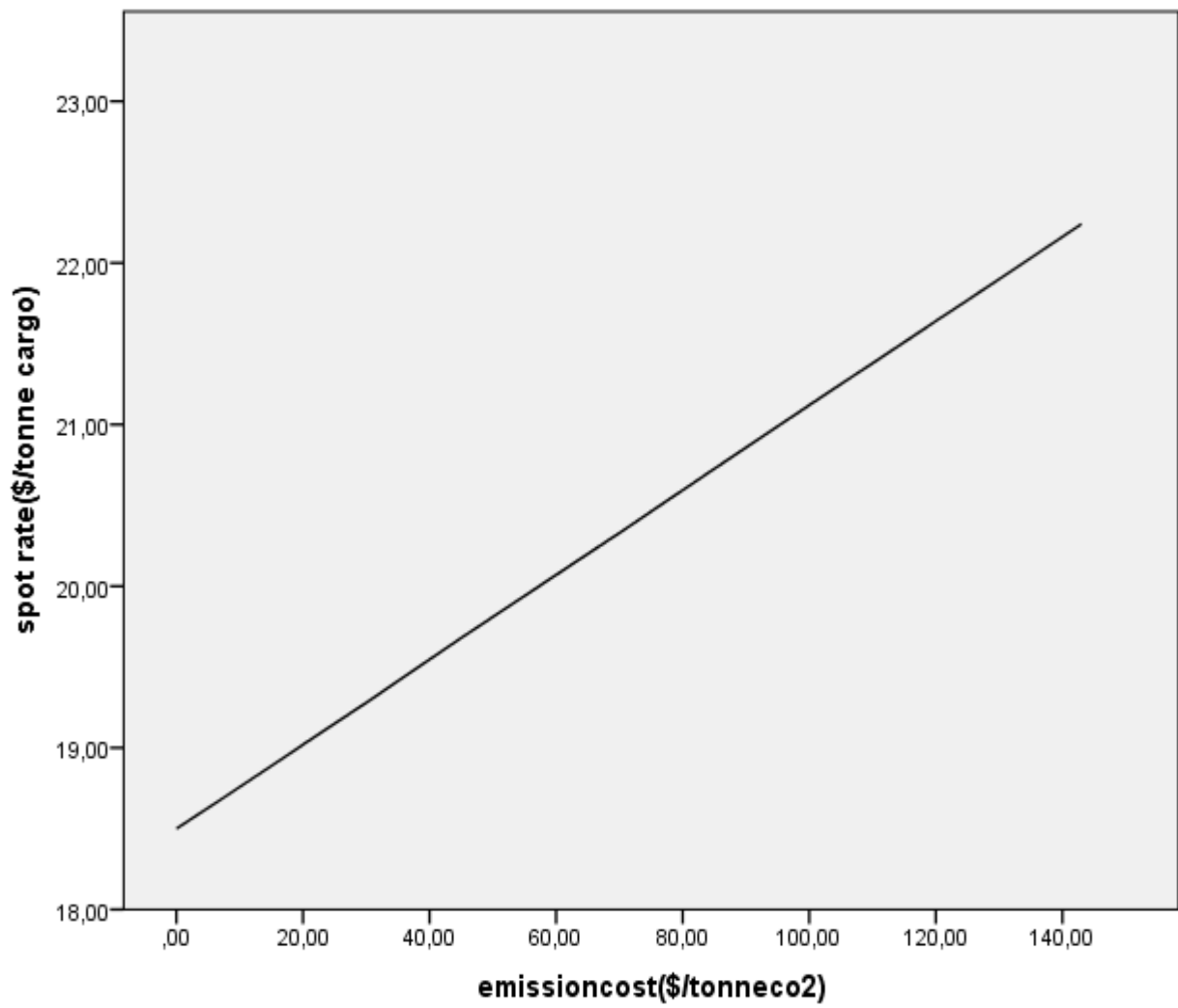
### 6.1.3 Μετακύλιση του εξόδου-προστίμου(carbon tax) στην τιμή του ναύλου

Ένας κίνδυνος που ελλοχεύει από την εφαρμογή ενός τέτοιου μέτρου θα μπορούσε να είναι η προσπάθεια των πλοιοκτητών να μετακυλήσουν αυτό το έξοδο στην τιμή του ναύλου κάτι που στην ουσία θα επιβάρυνε το παγκόσμιο εμπόριο.

Έτσι, στο παράδειγμα μας βλέπουμε ότι ο πλοιοκτήτης-ναυλωτής πριν την εφαρμογή του μέτρου πετύχαινε το μέγιστο κέρδος λειτουργώντας το πλοίο στις ταχύτητες  $v_{laden}=13,6$  kn,  $v_{ballast}=15,3$  kn με κέρδος 85736 \$/day. Έτσι, αν αποφασίσει να διατηρήσει το κέρδος του και τις ταχύτητες λειτουργίας ως έχουν ακόμα και μετά την εφαρμογή του μέτρου το αποτέλεσμα θα είναι αύξηση της τιμής του ναύλου (spot rate) ως εξής (πίνακας 15, εικόνα 15):

profit(\$/day)	emission cost (\$)	tonne co2	vladen (kn)	vballast (kn)	duration (days)	spot
85.736	0	7.655	13,6	15,3	40,2	18,5
85.736	7	7.655	13,6	15,3	40,2	18,68
85.736	12	7.655	13,6	15,3	40,2	18,81
85.736	17	7.655	13,6	15,3	40,2	18,94
85.736	20	7.655	13,6	15,3	40,2	19,02
85.736	25	7.655	13,6	15,3	40,2	19,15
85.736	30	7.655	13,6	15,3	40,2	19,28
85.736	45	7.655	13,6	15,3	40,2	19,68
85.736	55	7.655	13,6	15,3	40,2	19,94
85.736	70	7.655	13,6	15,3	40,2	20,33
85.736	84	7.655	13,6	15,3	40,2	20,7
85.736	100	7.655	13,6	15,3	40,2	21,12
85.736	105	7.655	13,6	15,3	40,2	21,25
85.736	110	7.655	13,6	15,3	40,2	21,38
85.736	115	7.655	13,6	15,3	40,2	21,51
85.736	120	7.655	13,6	15,3	40,2	21,64
85.736	125	7.655	13,6	15,3	40,2	21,77
85.736	130	7.655	13,6	15,3	40,2	21,9
85.736	143	7.655	13,6	15,3	40,2	22,24

**Πίνακας 15: Μεταβολή τιμών ναύλων λόγω μετακύλισης προστίμου ώστε ο πλοιοκτήτης να διατηρήσει σταθερά τα κέρδη του και την ταχύτητα λειτουργίας του πλοίου (BAU)**



Εικόνα 15: Μετακύλιση προστίμου στις τιμές των ναύλων

## 6.2 CAP AND TRADE (EMISSION TRADING SCHEME)

Τώρα ας υποθέσουμε ότι το κράτος θα εφαρμόσει στη ναυτιλία ένα σύστημα εμπορίας ρύπων, όπως το περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Χάριν ευκολίας θα θεωρήσουμε ότι λειτουργούμε σε ένα κλειστό σύστημα στο οποίο η εμπορία των δικαιωμάτων εκπομπών μπορεί να γίνει μόνο εντός ενός ξεκάθαρα προσδιορισμένου ναυτιλιακού τομέα που θα έχει τις δικές του ιδιομορφίες. Απλουστευμένα λοιπόν θα θεωρήσουμε ότι το κράτος παρέχει δωρεάν ένα συγκεκριμένο αριθμό δικαιωμάτων για την ναυτιλία, μικρότερο προφανώς από την συνολική μάζα διοξειδίου που εξέπεμπε το σύνολο του στόλου στις συνήθεις συνθήκες λειτουργίας (business as usual) για ένα χρόνο. Στη συνέχεια, θα διαμοιραστούν τα δικαιώματα αυτά στα διάφορα πλοία ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες τους. Η διαδικασία αυτή προφανώς ενέχει αρκετές δυσκολίες και θα είναι αρκετά πολύπλοκο να διανεμηθούν δίκαιως τα δικαιώματα αυτά ώστε να επιβαρύνουν τον ρυπαίνων και να επιβραβεύουν τα φιλικά προς το περιβάλλον πλοία, αλλά αυτό είναι κάτι που ξεφεύγει από τα όρια της παρούσας διπλωματικής. Οι πλοιοκτήτες των οποίων τα πλοία ρυπαίνουν σε βαθμό μεγαλύτερο από τα δικαιώματα που τους αναλογούν (1 δικαίωμα εκπομπής αναλογεί σε 1 τόνο CO<sub>2</sub>) θα αναγκάζονται να αγοράζουν δικαιώματα από πλοιοκτήτες των οποίων τα πλοία εκπέμπουν λιγότερο διοξείδιο από τα δικαιώματα που τους αναλογούν. Η τιμή του δικαιώματος προφανώς θα διαμορφώνεται ανάλογα με την προσφορά και την ζήτηση που θα υπάρχει και θα προσαρμόζεται στις ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης αγοράς. Στο τέλος κάθε έτους ο πλοιοκτήτης θα πρέπει να παρουσιάσει ίσο αριθμό δικαιωμάτων με τους τόνους διοξειδίου του άνθρακα που επιβάρυνε το πλοίο του την ατμόσφαιρα ειδάλλως θα αναστέλλεται η λειτουργία του πλοίου. Με τον τρόπο αυτό, το συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να εγγυηθεί την οικολογική αποτελεσματικότητα μέσω της μείωσης των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Έτσι, θεωρούμε ότι για το συγκεκριμένο πλοίο παραχωρούνται από το κράτος δικαιώματα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα της τάξης του 95% του συνολικού διοξειδίου που εκπέμπει για ένα κυκλικό ταξίδι λειτουργώντας σε μια σχετικά φιλική για το περιβάλλον μέση ταχύτητα (π.χ  $v_{average} = 13$  kn). Υπολογίσαμε ότι στην ταχύτητα αυτή το πλοίο εκπέμπει 6420 tones CO<sub>2</sub>, επομένως διατίθενται στον πλοιοκτήτη δικαιώματα που αντιστοιχούν σε 6099 tones CO<sub>2</sub> (ή 1,6646 gr CO<sub>2</sub>/tonmile). Εδώ, πρέπει να σημειώσουμε, ότι πριν την εφαρμογή οποιουδήποτε προστίμου το συγκεκριμένο πλοίο λειτουργούσε εκπέμποντας 2,0892 grCO<sub>2</sub>/tonmile σε μέση ταχύτητα  $v_{average} = 14,5$  kn και όχι σε ταχύτητα  $v = 13$  kn που χρησιμοποιήθηκε σαν σημείο αναφοράς για τη διάθεση των δικαιωμάτων. Έτσι, παρόλο που η δωρεάν διάθεση δικαιωμάτων σε ποσοστό 95% μπορεί με την πρώτη ματιά να φαίνεται ημίμετρο, στην πραγματικότητα σημαίνει μείωση των εκπομπών της τάξης του 20% σε σχέση με την business as usual κατάσταση. Σε περίπτωση που οι ανάγκες



του πλοιοκτήτη συνεπάγονται επιβάρυνση του περιβάλλοντος με επιπλέον τόνους διοξειδίου του άνθρακα, θα είναι αναγκασμένος να αγοράσει επιπλέον δικαιώματα σε τιμή που θα καθορίζεται, όπως και σε κάθε άλλη αγορά, από την προσφορά και την ζήτηση. Σε αντίθετη περίπτωση, που θα καλύπτει τις ανάγκες του επιβαρύνοντας το περιβάλλον με λιγότερους τόνους CO<sub>2</sub>, θα μπορεί να επωφεληθεί πουλώντας το περίσσειμα.

Για να εντοπίσουμε πλέον τη βέλτιστη επιλογή, όσον αφορά τη μεγιστοποίηση του κέρδους για τον πλοιοκτήτη, για τις διάφορες τιμές που είναι πιθανόν να κυμαίνεται το δικαίωμα εκπομπής ενός τόνου CO<sub>2</sub>, είμαστε αναγκασμένοι να τροποποιήσουμε λίγο το φύλλο εργασίας που γίνονται οι υπολογισμοί και συγκεκριμένα το κελί με ονομασία «**profit**» που υπολογίζει πλέον το κέρδος του πλοιοκτήτη ως εξής:

$$11) PROFIT = [GR - VC + (1,6646 - EMC_{CO_2}) * distance * 2 * dwt * cap.util * 10^{-6} * EC] / total\ days$$

Όπου

**GR** =gross revenues (συνολικά έσοδα πλοιοκτήτη) «optimizer sheet»

**VC** =voyage costs (έξοδα ταξιδιού-άθροισμα κόστους καυσίμων και λιμενικών τελών «costs sheet»

**EM<sub>CO2</sub>** = grCO<sub>2</sub>/ton-mile που εκπέμπει το πλοίο για δεδομένη ταχύτητα «CO<sub>2</sub> calculation sheet»

**EC** =emission cost (κόστος εκπομπών ανά τόνο CO<sub>2</sub>) «input sheet»

**Dwt** =μεταφορική ικανότητα πλοίου σε τόνους «input sheet»

**Distance** = απόσταση μεταξύ λιμένων «input sheet»

**Cap.util** =ποσοστό δεξαμενών χρησιμοποιείται «input sheet»

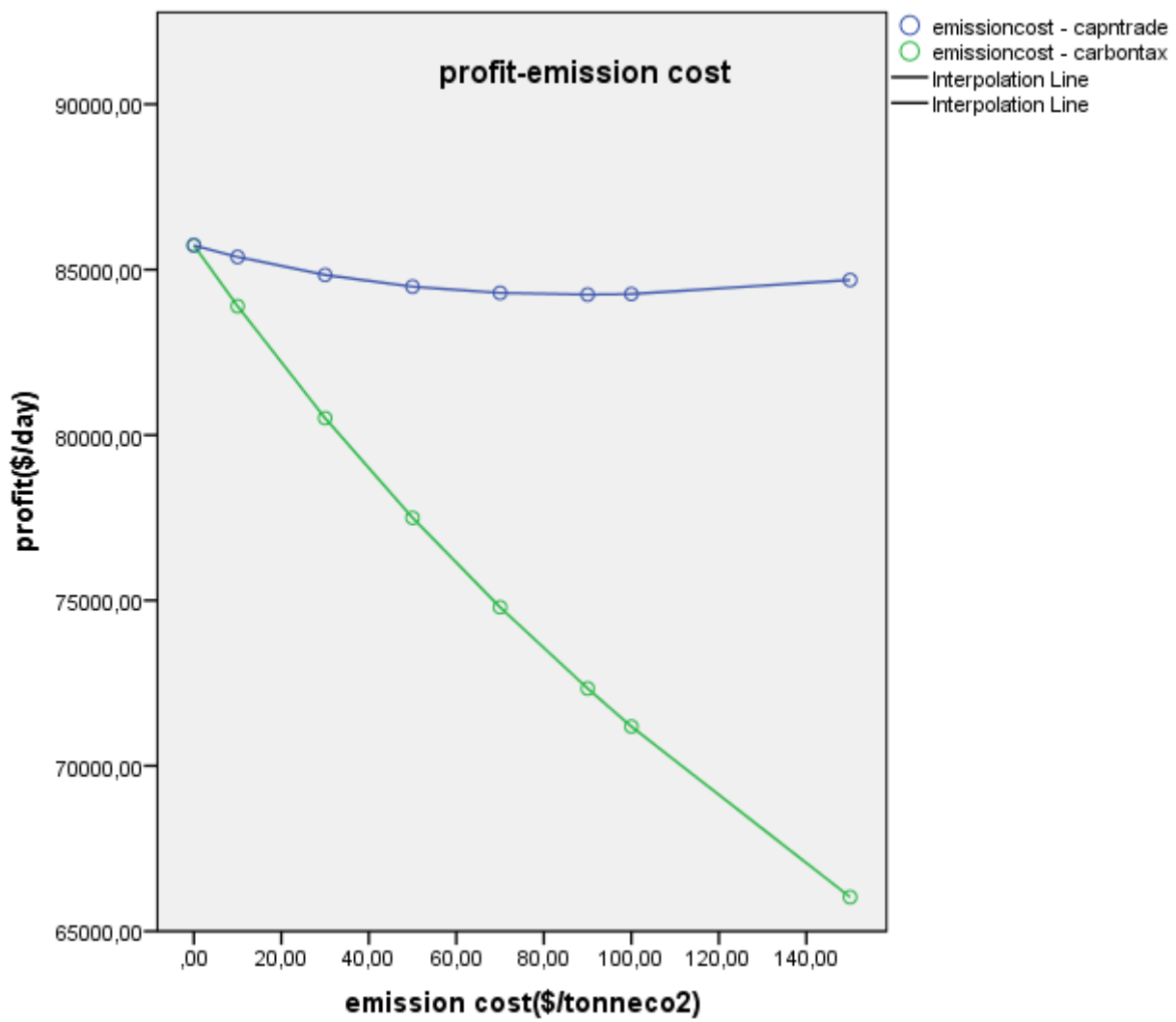
**total days** =συνολικές ημέρες ταξιδιού «ship route sheet»

Στη συνέχεια, όπως και προηγουμένως, θα ζητήσουμε για διάφορες τιμές του δικαιώματος εκπομπής τη μεγιστοποίηση του κελιού που μας δίνει το κέρδος του πλοιοκτήτη και θα συγκρίνουμε τις συνέπειες του συγκεκριμένου μέτρου με τις αντίστοιχες του φόρου καυσίμου από τον πρώτο τόνο εκπομπής CO<sub>2</sub> (carbon tax).

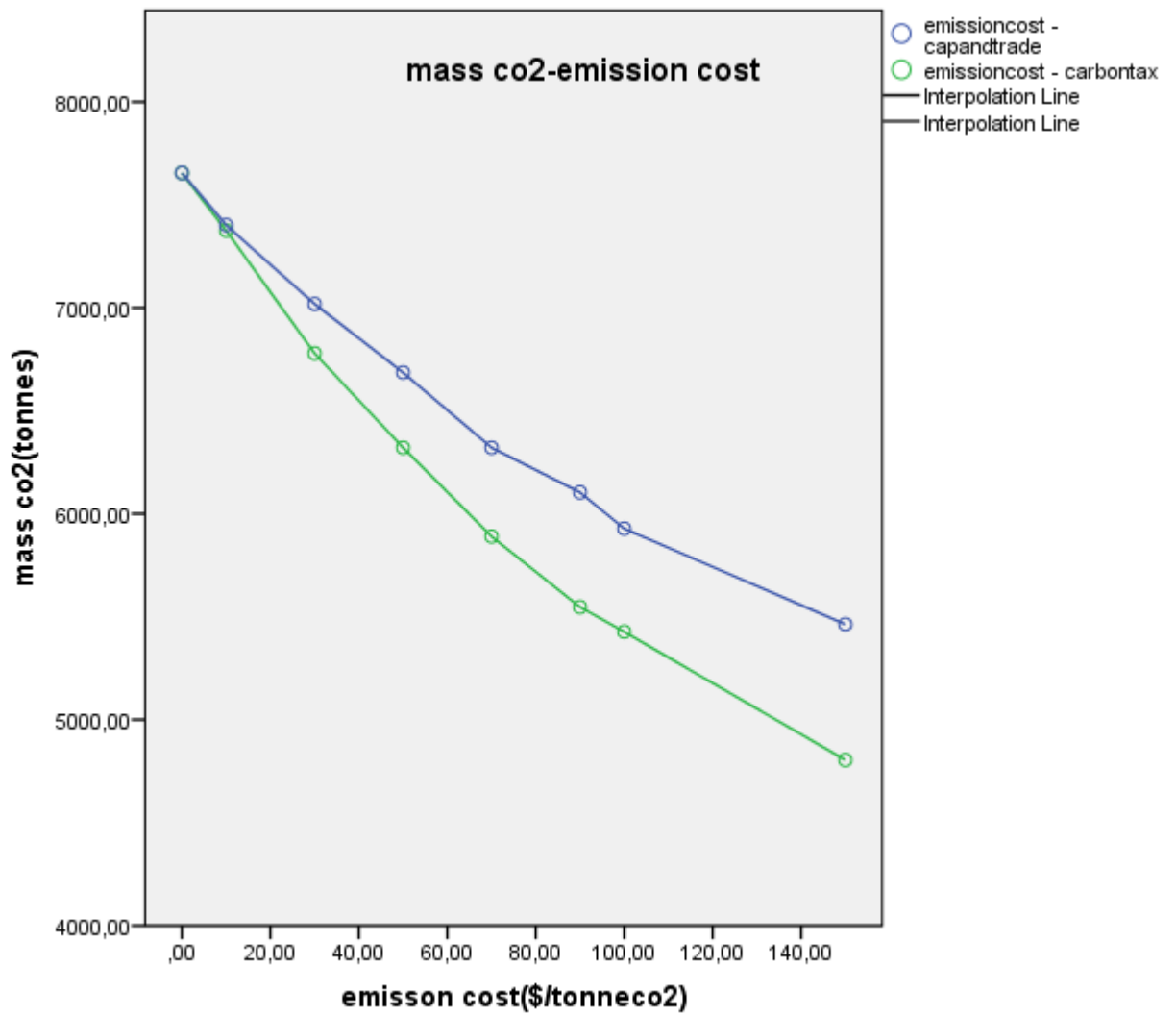
Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα και πίνακες:

profit(\$/day)	spot(\$/ton)	co2 price(\$)	vladen(kn)	vballast(kn)	vaverage(kn)	mass co2(tons)	grco2/tonmile
85736	18,5	0	13,6	15,3	14,45	7655	2,0892825
85385	18,5	10	13,3	15,1	14,2	7402	2,0202311
84840	18,5	30	12,9	14,7	13,8	7019	1,9156987
84487	18,5	50	12,5	14,4	13,45	6686	1,8248129
84297	18,5	70	12,1	14	13,05	6321	1,7251933
84245	18,5	90	11,9	13,7	12,8	6104	1,6659674
84263	18,5	100	11,7	13,5	12,6	5928	1,6179316
84689	18,5	150	11,2	12,9	12,05	5463	1,4910191
85520	18,5	200	10,9	12,4	11,65	5147	1,4047729

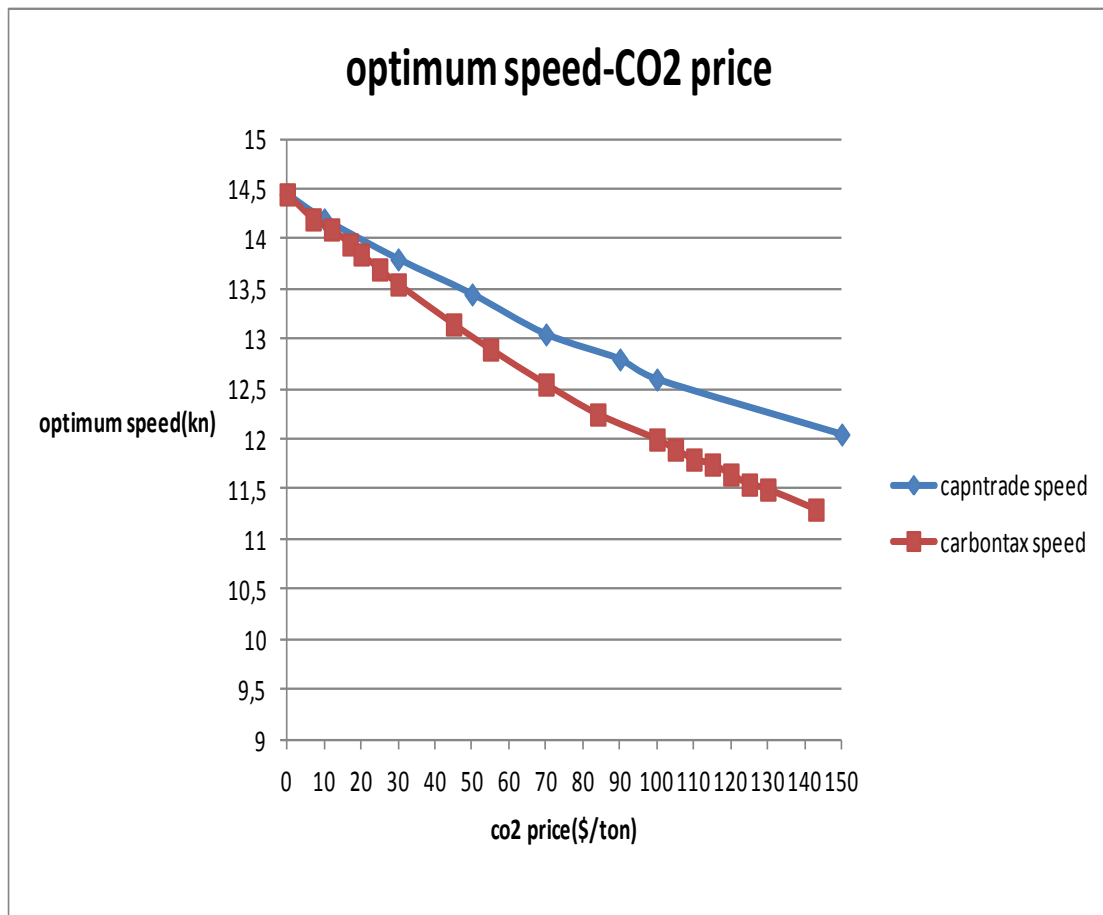
**Πίνακας 16: Αναλυτικοί υπολογισμοί (cap n trade)**



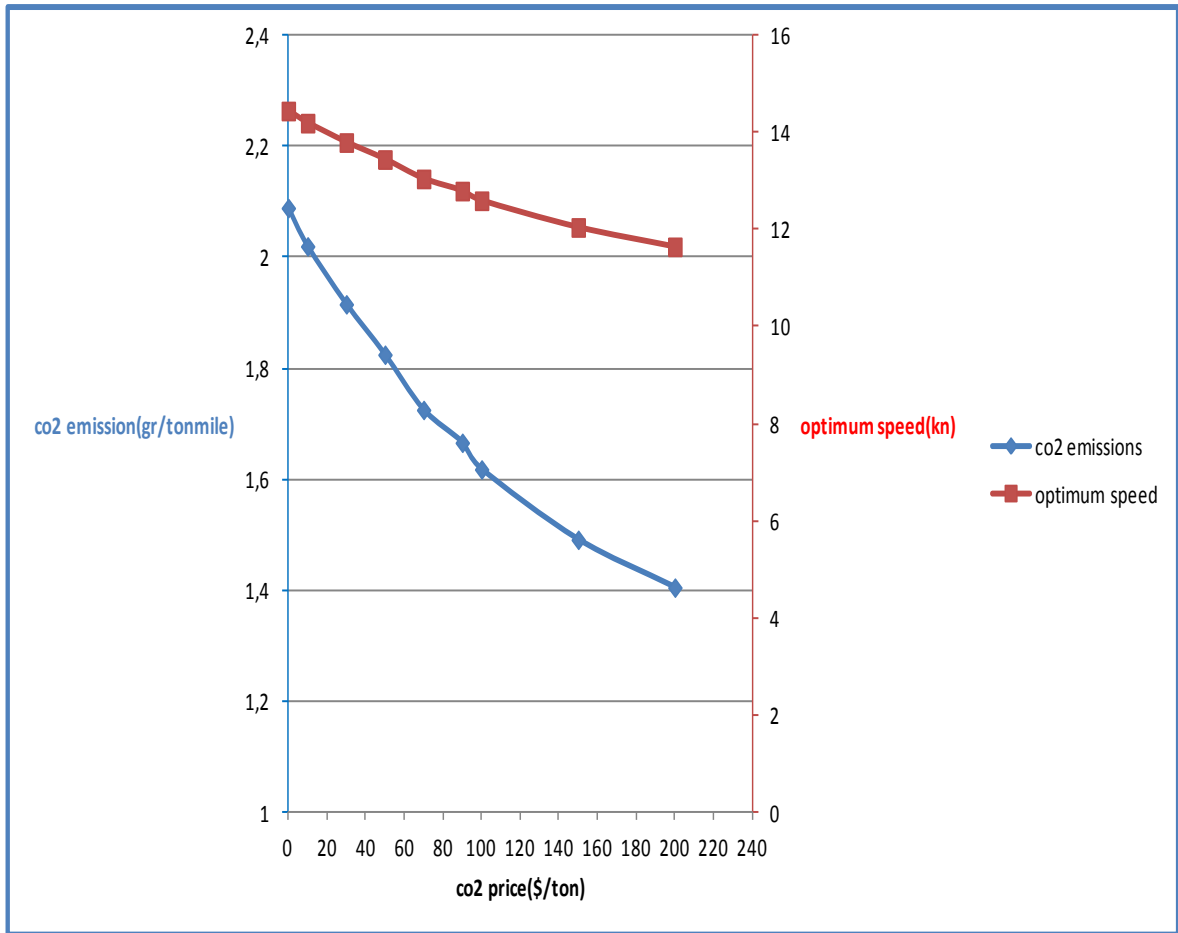
Εικόνα 16: Σύγκριση cap n trade-carbon tax όσον αφορά τα κέρδη του πλοιοκτήτη



Εικόνα 17: Σύγκριση cap n trade-carbon tax όσον αφορά την εκπεμπόμενη μάζα διοξειδίου του άνθρακα



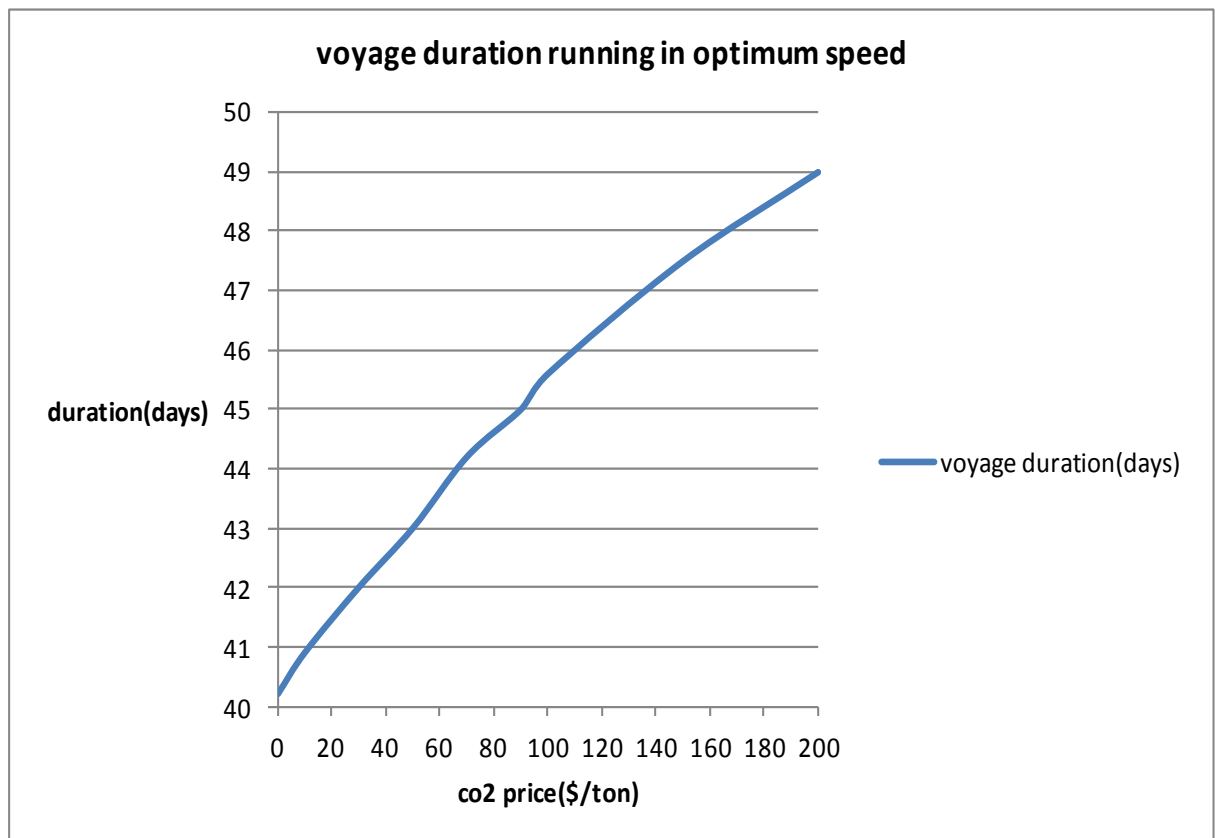
Εικόνα 18: Βέλτιστες ταχύτητες λειτουργίας του πλοίου για διάφορες τιμές του διοξειδίου του άνθρακα για τα 2 αγορακεντρικά μέσα



Εικόνα 19: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τονομίλι στις βέλτιστες ταχύτητες για cap n trade system

co2 price(\$)	voyage duration(days)
0	40,2
10	40,9
30	42
50	43
70	44,2
90	45
100	45,6
150	47,5
200	49

Πίνακας 17: Διάρκεια ταξιδιού στις βέλτιστες οικονομικά ταχύτητες για διάφορες τιμές του τόνου CO2



Εικόνα 20: Διάρκεια κυκλικού ταξιδιού ανάλογα με τις τιμές του CO2 στο χρηματιστήριο ρύπων(optimum speed)

Θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στο ότι στην περίπτωση του cap and trade τα κέρδη του πλοιοκτήτη, άσχετα από την τιμή του δικαιώματος, δεν δέχονται κάποιο πλήγμα και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε κάθε περίπτωση ο πλοιοκτήτης έχει την ευελιξία να προσαρμόζει την ταχύτητα του πλοίου έτσι ώστε να πετυχαίνει το μέγιστο κέρδος. Έτσι παραδείγματος χάριν, για χαμηλές τιμές του διοξειδίου θα διατηρήσει την ταχύτητα του κοντά στην business as usual κατάσταση (BAU θεωρούμε τις ταχύτητες που λειτουργούσε το πλοίο πριν την εφαρμογή του οποιοδήποτε μέτρου, βλέπε πρώτη σειρά πίνακα 16) και θα προτιμήσει να επωμιστεί το έξοδο της αγοράς επιπλέον δικαιωμάτων, ενώ για υψηλές τιμές θα επιλέξει να κινηθεί με χαμηλότερες ταχύτητες και να πωλήσει το περίσσειμα δικαιωμάτων. Προφανώς, η τιμή του δικαιώματος θα προσαρμόζεται στις συνθήκες της αγοράς ( π.χ σε μια θετική αγορά, οι ανάγκες για μεγαλύτερες ταχύτητες θα συνεπάγονται μεγαλύτερη ζήτηση δικαιωμάτων και κατά συνέπεια αύξηση της τιμής του δικαιώματος και αντίστροφα). Σε κάθε περίπτωση ο πλοιοκτήτης θα έχει την ευελιξία να προσαρμόσει την τακτική του ώστε να καρπώνεται μεγαλύτερα οφέλη. Παρόλα αυτά, ενώ θα επιτευχθεί ο στόχος για μείωση των ρύπων η δωρεάν διάθεση δικαιωμάτων δεν θα ενισχύει την συγκέντρωση εσόδων για έρευνα και ανάπτυξη.

Από την άλλη, στην περίπτωση του carbon tax ο φόρος θα επιβαρύνει τα κέρδη του πλοιοκτήτη σε μεγάλο βαθμό, αλλά τα έσοδα θα διατίθενται για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα (π.χ μείωση των λειτουργικών κοστών) και να αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Κατά συνέπεια, όπως παρατηρούμε η βέλτιστη λύση θα ήταν ένας συνδυασμός των 2 παραπάνω αγορακεντρικών μέσων για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου, όπως π.χ εφαρμογή του ETS αλλά με εν μέρει αγορά των δικαιωμάτων από τους πλοιοκτήτες σε δημοπρασία, τα έσοδα της οποίας θα διατίθενται για έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της ναυτιλίας.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΙΜΩΝ ΝΑΥΛΩΝ ΣΤΙΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ**

Όπως αντιλαμβανόμαστε το κράτος και ο πλοιοκτήτης έχουν αντικρουόμενα συμφέροντα όσον αφορά τη λειτουργία της επιχείρησης που λέγεται πλοίο. Για το κράτος βασική προτεραιότητα είναι, η λειτουργία του πλοίου να επιβαρύνει όσο το δυνατόν λιγότερο το περιβάλλον και την κοινωνία. Έτσι, καθώς ο καθοριστικός παράγοντας που ρυθμίζει τις εκπομπές διοξειδίου του πλοίου στην ατμόσφαιρα είναι η ταχύτητα λειτουργίας του πλοίου (μη γραμμική σχέση ταχύτητας-τόνων CO<sub>2</sub>) το κράτος αναζητά τρόπους να αναγκάσει τον πλοιοκτήτη να κινεί το πλοίο του με χαμηλότερες ταχύτητες (όπως είδαμε παραπάνω φορολόγηση για τη μάζα διοξειδίου που εκπέμπει το πλοίο). Από την άλλη, η βασική μέριμνα του πλοιοκτήτη είναι να αποκομίζει το μεγαλύτερο δυνατό κέρδος και γι' αυτό φροντίζει να προσαρμόζει την τακτική του στις εκάστοτε συνθήκες τις αγοράς.

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε το όφελος που αποκομίζει ο πλοιοκτήτης όταν προσαρμόζει τη λειτουργία του πλοίου του ανάλογα με τις διακυμάνσεις των τιμών των ναύλων, σε σύγκριση με τον πλοιοκτήτη που λειτουργεί το πλοίο του σε μια συγκεκριμένη ταχύτητα αδιαφορώντας για την κίνηση της αγοράς.

### **7.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

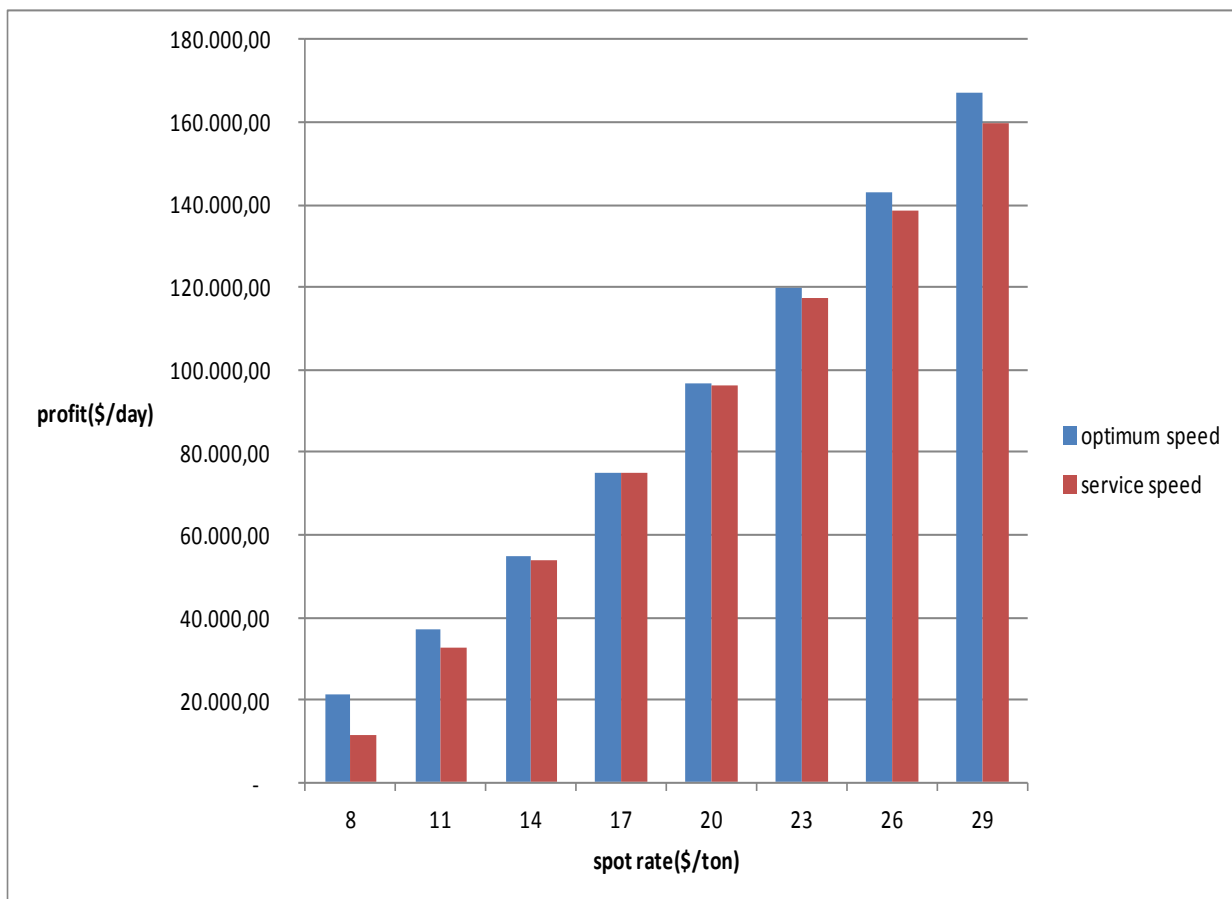
Στο συγκεκριμένο σενάριο διατηρούμε τα στοιχεία της διαδρομής και του πλοίου ως έχουν, με τη διαφορά ότι το πρόστιμο για τις εκπομπές διοξειδίου το θεωρούμε μηδενικό, και για διάφορες τιμές των ναύλων παρατηρούμε τις αλλαγές στα κέρδη καθώς και στη διάρκεια του ταξιδιού. Θα εξάγουμε τα αποτελέσματα για ένα πλοίο που κινείται με σταθερή ταχύτητα άσχετα από τις τιμές των ναύλων ( $v_{laden}=13kn$ ,  $v_{ballast}=15$  service speed) και για ένα πλοίο που κινείται στην κάθε κατάσταση με την βέλτιστη ταχύτητα (optimum speed). Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:

SERVICE SPEED					
spot(\$/tonne)	EMISSION COST(\$/tonne co2)	VBALLAST(KN)	VLADEN(KN)	DURATION(days)	PROFIT(\$/DAY)
8	0	15	13	41,5	11.508,00
11	0	15	13	41,5	32.681,00
14	0	15	13	41,5	53.853,00
17	0	15	13	41,5	75.026,00
20	0	15	13	41,5	96.199,00
23	0	15	13	41,5	117.372,00
26	0	15	13	41,5	138.544,00
29	0	15	13	41,5	159.717,00

Πίνακας 18: Κέρδη πλοιοκτήτη για διάφορες τιμές ναύλων λειτουργώντας το πλοίο σε προκαθορισμένη ταχύτητα

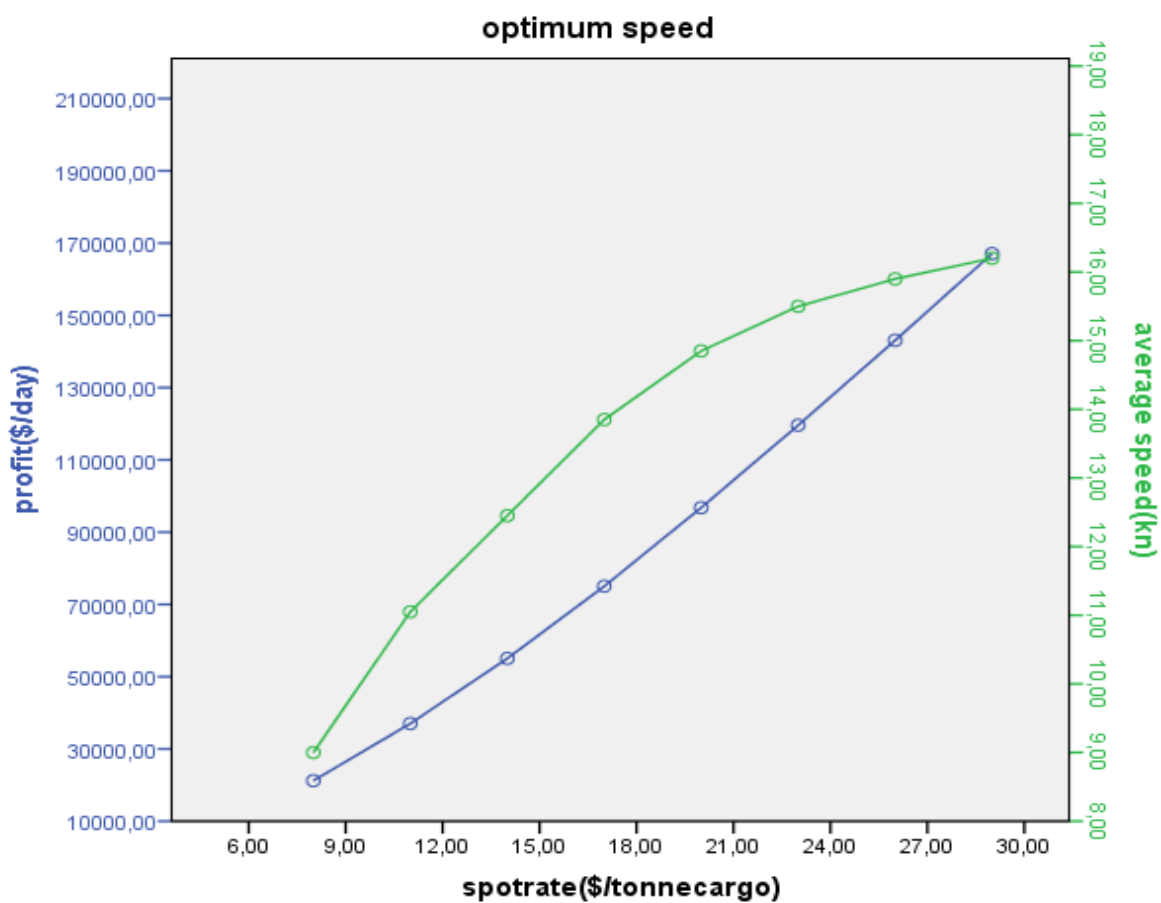
OPTIMUM SPEED					
spot(\$/tonne)	EMISSION COST(\$/tonne co2)	VBALLAST(KN)	VLADEN(KN)	DURATION(days)	PROFIT(\$/DAY)
8	0	9,5	8,5	62,2	21.215,00
11	0	11,7	10,4	51,4	37.009,00
14	0	13,3	11,6	46,1	55.040,00
17	0	14,8	12,9	41,8	75.042,00
20	0	15,7	14	39,3	96.778,00
23	0	16,3	14,7	37,8	119.589,00
26	0	16,7	15,1	36,9	143.087,00
29	0	17	15,4	36,3	167.084,00

Πίνακας 19: Κέρδη πλοιοκτήτη για διάφορες τιμές ναύλων λειτουργώντας το πλοίο σε βέλτιστη ταχύτητα



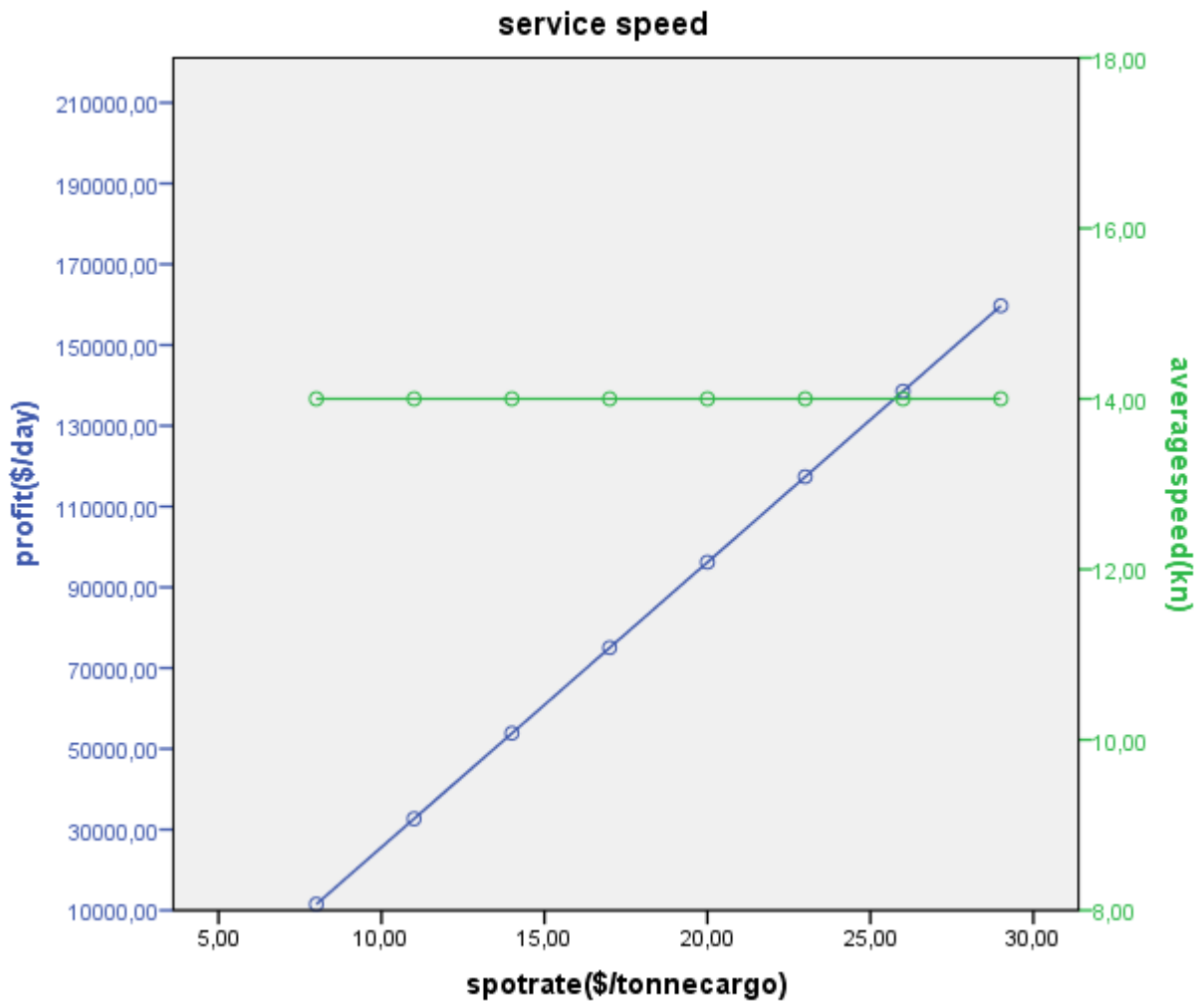
**Εικόνα 21: Σύγκριση κερδών για προκαθορισμένη και βέλτιστη ταχύτητα για διάφορες τιμές ναύλων**

Στην εικόνα 21 παρατηρούμε ότι το να λειτουργεί το πλοίο στις βέλτιστες ταχύτητες, δηλαδή να μειώνει την ταχύτητα του όταν η αγορά είναι χαμηλά (δυσπραγία) και να λειτουργεί σε υψηλές ταχύτητες όταν η αγορά βρίσκεται σε ευδαιμονία, αποφέρει πολύ μεγαλύτερα κέρδη στον πλοιοκτήτη εν συγκρίσει με τον πλοιοκτήτη που λειτουργεί το πλοίο στην υπηρεσιακή του ταχύτητα άσχετα με την κατάσταση της αγοράς.



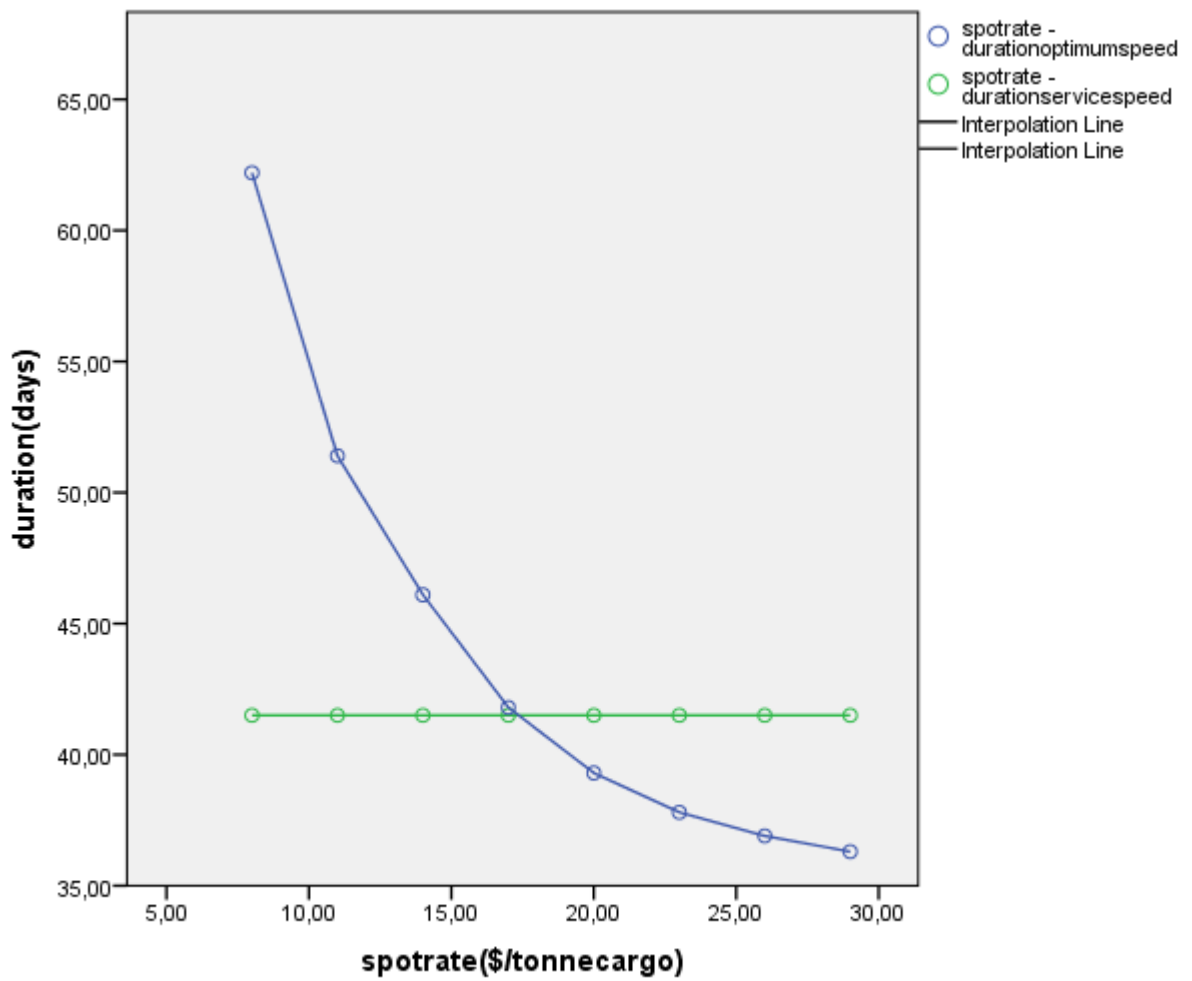
Εικόνα 22: Διάγραμμα κέρδους-τιμών ναύλων για τις βέλτιστες ταχύτητες

Στην εικόνα 22 έχουμε αναπαραστήσει τον ρυθμό που αυξάνονται τα κέρδη του πλοιοκτήτη συναρτήσει της αύξησης των τιμών των ναύλων, όταν το πλοίο λειτουργεί στις βέλτιστες ταχύτητες, οι οποίες ταχύτητες φαίνονται στο ίδιο διάγραμμα με πράσινο χρώμα.



Εικόνα 23: Διάγραμμα κέρδους-τιμών ναύλων για προκαθορισμένη ταχύτητα

Αντίστοιχα, στην εικόνα 23 φαίνεται η γραμμική εξάρτηση του κέρδους από την τιμή των ναύλων όταν η ταχύτητα παραμένει αμετάβλητη ( $v_{average}=14$ ) και μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τα κέρδη σε \$/day είναι πολύ χαμηλότερα εν συγκρίσει με τα αντίστοιχα κέρδη όταν το πλοίο λειτουργούσε στις βέλτιστες ταχύτητες και ειδικά όταν μιλάμε για χαμηλές ή υψηλές τιμές ναύλων.



Εικόνα 24: Διάγραμμα διάρκειας κυκλικού ταξιδιού για βέλτιστη και προκαθορισμένη ταχύτητα ανάλογα με τις τιμές των ναύλων

Στην εικόνα 24 βλέπουμε τον ρυθμό με τον οποίο μειώνεται η διάρκεια ενός κυκλικού ταξιδιού στην περίπτωση που αυξάνονται οι τιμές των ναύλων.

Τέλος, για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε πλήρως τα οφέλη του πλοιοκτήτη που ελίσσεται στις καταστάσεις τις αγοράς και κινεί το πλοίο του στις αποδοτικότερες από πλευράς κέρδους ταχύτητες θα κάνουμε το εξής σενάριο:

1. Θα θεωρήσουμε δύο πανομοιότυπα πλοία που εκτελούν το ίδιο Δρομολόγιο (τα χαρακτηριστικά είναι ίδια με τον πίνακα 10).
2. Θα υποθέσουμε μια ναυλαγορά spot που κινείται γραμμικά στο πεδίο του χρόνου με συγκεκριμένη συνάρτηση (στο παράδειγμα μας θεωρήσαμε την γραμμική συνάρτηση  $s(t)=8+0,072289157t$  όπου  $s$ =spot(\$/tonne) και  $t$ =χρόνος(days)) γράφημα 25
3. Θα θεωρήσουμε ότι ο ένας πλοιοκτήτης λειτουργεί το πλοίο του με σταθερή ταχύτητα ( $v_{laden}=13kn, v_{ballast}=15kn$ ) ενώ ο άλλος προσαρμόζει την ταχύτητα του ανάλογα με την τιμή των ναύλων όταν κλείνει την συμφωνία.
4. Θα υπολογίσουμε και θα συγκρίνουμε τα κέρδη των πλοιοκτητών σε διάρκεια ενός έτους (332 operational days).

Για τον πλοιοκτήτη που διεκπεραιώνει τα ταξίδια του με σταθερή ταχύτητα τα αποτελέσματα φαίνονται στον εξής πίνακα:

spot(\$/tonne)	VBALLAST(KN)	VLADEN(KN)	DEPARTURE-ARRIVAL DAY	service speed duration(days)	profit(\$/day)	total profit(\$)	CUMULATIVE PROFIT(\$)
8	15	13	0-41,5	41,5	11508	477582	477582
11	15	13	41,5-83	41,5	32681	1356261,5	1833843,5
14	15	13	83-124,5	41,5	53853	2234899,5	4068743
17	15	13	124,5-166	41,5	75026	3113579	7182322
20	15	13	166-207,5	41,5	96199	3992258,5	11174580,5
23	15	13	207,5-249	41,5	117372	4870938	16045518,5
26	15	13	249-290,5	41,5	138544	5749576	21795094,5
29	15	13	290,5-332	41,5	159717	6628255,5	28423350
	TOTAL			332		28423350	

Πίνακας 19: Αθροιστικά κέρδη για ένα έτος σε γραμμικά μεταβαλλόμενη στο πεδίο του χρόνου ναυλαγορά (προκαθορισμένη ταχύτητα)

Έτσι στη διάρκεια των 332 ημερών βλέπουμε ότι ο πλοιοκτήτης θα κάνει 8 ταξίδια, το καθένα διάρκειας 41,5 ημερών. Επίσης, να υπενθυμίσουμε ότι καθώς έχουμε θεωρήσει ότι η ναυλαγορά μεταβάλλεται στο χρόνο από τη σχέση  $s(t) = 8 + 0,072289157t$  η τιμή των ναύλων σε κάθε ταξίδι υπολογίστηκε τοποθετώντας όπου  $t$  την χρονική στιγμή που διεκπεραιώνεται πλήρως το κάθε ταξίδι και ξεκινάει το επόμενο.

Την ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθήσαμε και για τον πλοιοκτήτη που προσαρμόζει την ταχύτητα του στις καταστάσεις της αγοράς και τα αποτελέσματα διαμορφώνονται ως εξής (πίνακας 19):

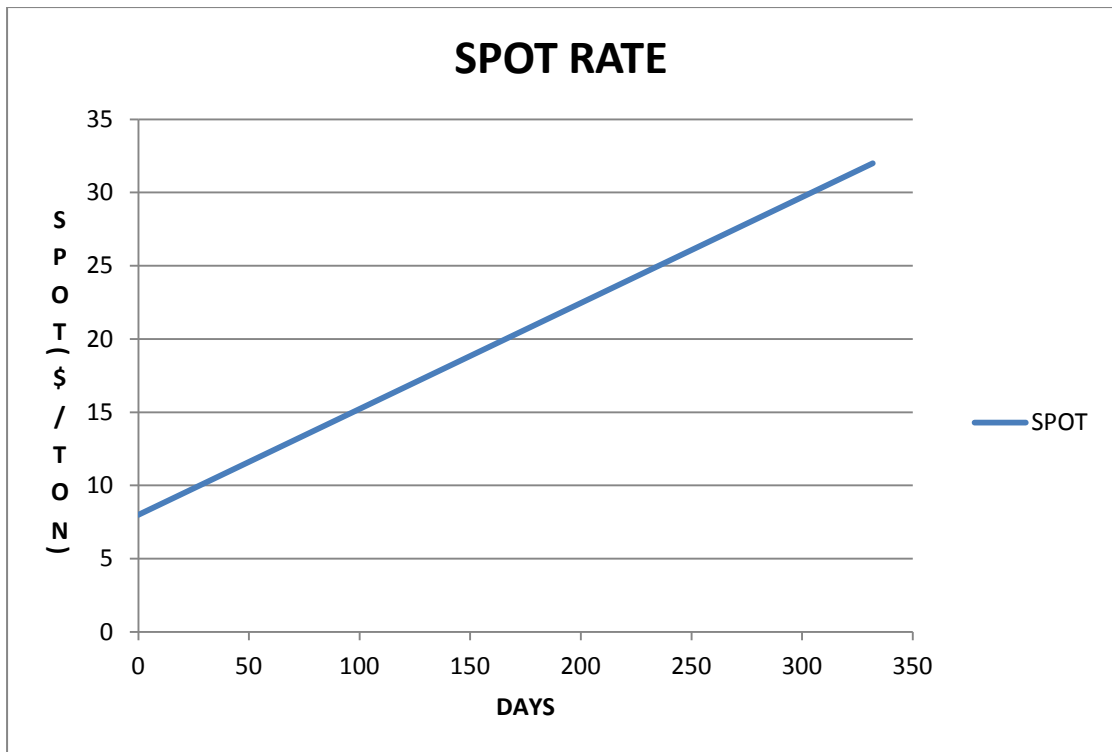


				optimum speed			
spot(\$/tonne)	VLADEN(KN)	VBALLAST(KN)	DEPARTURE-ARRIVAL DAY	duration(days)	profit(\$/day)	total profit(\$)	CUMULATIVE PROFIT(\$)
8	8,5	9,5	0-62,2	62,2	21215	1319573	1319573
12,49638554	11	12,5	62,2-110,8	48,6	45764	2224130,4	3543703,4
16,0096212	12,4	14,3	110,8-154,1	43,3	68219	2953882,7	6497586,1
19,1397349	13,8	15,5	154,1-193,8	39,7	90408	3589197,6	10086783,7
22,0096082	14,5	16,1	193,8-232	38,2	111971	4277292,2	14364075,9
24,771048	14,9	16,5	232-269,3	37,3	133393	4975558,9	19339634,8
27,4674277	15,2	16,9	269,3-305,9	36,6	154767	5664472,2	25004107
30,1132051	15,5	17	305,9-332	26,1	176074	4595531,4	29599638,4
	TOTAL			332		29599638,4	

Πίνακας 20: Αθροιστικά κέρδη για ένα έτος σε γραμμικά μεταβαλλόμενη στο πεδίο του χρόνου ναυλαγορά (βέλτιστη ταχύτητα)

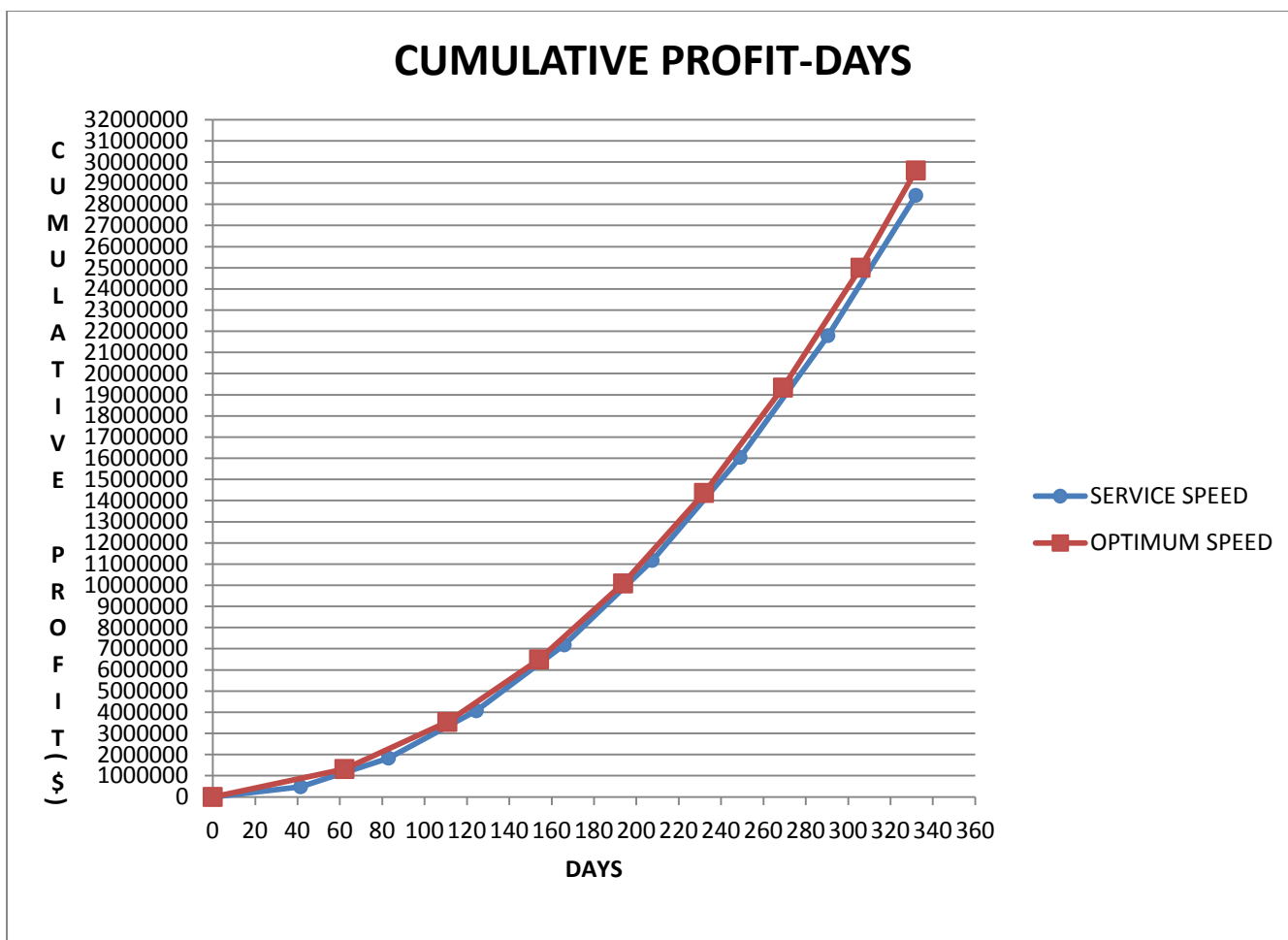
Και σε αυτή την περίπτωση η τιμή των ναύλων υπολογίστηκε για τη χρονική στιγμή που λήγει το ένα ταξίδι και ξεκινάει το επόμενο θεωρώντας ότι το πλοίο λειτουργεί στην ίδια ναυλαγορά (εικόνα 25). Το τελευταίο ταξίδι δεν προλαβαίνει να διεκπεραιωθεί στην διάρκεια των 332 ημερών έτσι υπολογίσαμε τα κέρδη του μόνο για 26,1 ημέρες και όχι για 36,2 ημέρες που είναι η πραγματική διάρκεια του.

Τα αποτελέσματα παριστάνονται και για τα 2 πλοία γραφικά στην εικόνα 26:



Εικόνα 25: Αναπαράσταση ναύλων στο πεδίο του χρόνου

Στην εικόνα 25 φαίνεται η γραμμική μεταβολή των ναύλων στο πεδίο του χρόνου για τα 2 πλοία του παραδείγματος μας.



Εικόνα 26: Αθροιστικά κέρδη συναρτήσει του χρόνου σε μια γραμμικά μεταβαλλόμενη ναυλαγορά

Στην εικόνα 26 έχουμε σχεδιάσει τα αθροιστικά κέρδη των πλοίων συναρτήσει του χρόνου. Οι κόκκινες και οι μπλέ κουκίδες οριοθετούν σε κάθε περίπτωση την αρχή και το τέλος του κάθε ταξιδιού. Οι δύο αυτές τεθλασμένες γραμμές αποτελούνται από 8 ευθύγραμμα τμήματα η καθεμία (η κλίση του κάθε τμήματος δείχνει τα κέρδη του πλοιοκτήτη ανά ημέρα σε κάθε ταξίδι). Τελικά, σε αυτή τη μορφή αγοράς το πρώτο πλοίο πέτυχε συνολικά κέρδη 28.423.350 \$ ενώ το δεύτερο πλοίο πέτυχε συνολικά κέρδη 29.599.638 \$ μια διαφορά της τάξεως του 4% που αν και φαινομενικά φαίνεται μικρή, μεταφράζεται σε εκατομμύρια δολάρια το χρόνο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ναυτιλία είναι ο ένας εμπορικός τομέας που χαρακτηρίζεται από μια εξαιρετικά κυκλική ανάπτυξη, που σημαίνει ότι αποτελεί μια ιδιαίτερα ασταθή αγορά με πολλές μεταβολές στην οποία ο κάθε εμπλεκόμενος θα πρέπει να προσαρμοστεί για δικό του όφελος.

Η ταχύτητα λειτουργίας του πλοίου είναι λοιπόν από πλευράς πλοιοκτήτη ένα ισχυρό “όπλο” για να αντιμετωπίσει τις αυξομειώσεις στις τιμές των ναύλων και τον καυσίμων και να καρπωθεί τις όποιες αλλαγές για δικό του όφελος. Ειδικότερα, σε μια περίοδο όπου ο φιλικός προς το περιβάλλον τρόπος λειτουργίας κάθε επιχείρησης είναι πρωταρχικής σημασίας και το κράτος λαμβάνει αυστηρά μέτρα χρησιμοποιώντας μηχανισμούς της αγοράς για να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ο εκάστοτε πλοιοκτήτης θα πρέπει να προσαρμόσει τις ταχύτητες του πλοίου ώστε να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Στην εργασία αυτή λοιπόν καθίσταται σαφές ότι κάθε πλοίο δεν θα πρέπει να κινείται σε μια προαποφασισμένη ταχύτητα, αλλά θα πρέπει να γίνεται μια ενδεδειγμένη μελέτη στην κατάσταση της αγοράς κάθε χρονική στιγμή (τιμές ναύλων, τιμές καυσίμων, τιμές δικαιώματος εκπομπής CO<sub>2</sub>) και με αυτά τα δεδομένα ο πλοιοκτήτης να επιδιώκει τον βέλτιστο τρόπο λειτουργίας του πλοίου όσο αυτό είναι εφικτό.

Στο μοντέλο που αναπτύξαμε μελετήσαμε τις επιπτώσεις, τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντολογικό επίπεδο, της πλεύσης ενός δεξαμενοπλοίου σε διάφορες ταχύτητες για δεδομένα σενάρια ναυλαγοράς εστιάζοντας κυρίως στην πιθανή εισαγωγή ενός συστήματος φορολόγησης στη ναυτιλία. Τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης ήταν ξεκάθαρα, μπορούν να γενικευτούν για το σύνολο του στόλου και παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

### **A) Φόρος άνθρακα και βελτιστοποίηση ταχυτήτων**

Η εφαρμογή ενός τέτοιου μέτρου θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα μόνο στην περίπτωση που ο πλοιοκτήτης αποφάσισε ότι πρέπει να μειώσει την ταχύτητα του πλοίου για δικό του οικονομικό όφελος. Όπως βλέπουμε στα αποτελέσματα, για τη συγκεκριμένη αγορά spot (18,5\$/ton) για να επιτευχθεί μια μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> της τάξεως του 25% πρέπει να εφαρμοστεί πρόστιμο 70\$/ton CO<sub>2</sub> με αποτέλεσμα 13% μείωση στα κέρδη του πλοιοκτήτη. Το αντίστοιχο όμως πρόστιμο σε μια υψηλότερη αγορά spot θα είχε ως αποτέλεσμα ο πλοιοκτήτης να συνεχίζει να λειτουργεί το πλοίο σε υψηλές ταχύτητες και να επωμιστεί το πρόστιμο για τις επιπλέον εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Έτσι, για να έχουμε ουσιαστικά αποτελέσματα όσον αφορά την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> θα πρέπει η φορολογία να προσαρμόζεται συνεχώς στις

διακυμάνσεις της αγοράς ή και ακόμα στις ιδιαιτερότητες της κάθε επιχείρησης (χαρακτηριστικά πλοίου) πράγμα που είναι πρακτικά αδύνατον. Το μόνο θετικό από αυτή την επιβολή προστίμου θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η μεγάλη εισροή κεφαλαίων στο κράτος που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών.

## **B) Σύστημα εμπορίας ρύπων και βελτιστοποίηση ταχυτήτων**

Η ένταξη της ναυτιλίας σε ένα σύστημα όπου καθορίζονται κάποια ανώτατα επίπεδα εκπομπής ρύπων, βάσει των οποίων εκδίδονται αντίστοιχες άδειες εκπομπών και αν μια εταιρεία βρεθεί με πλεόνασμα ή έλλειμμα δικαιωμάτων προχωρά στην αγορά ή την πώληση δικαιωμάτων μέσω του μηχανισμού εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θα είχε σίγουρα αποτελέσματα στη μείωση της συνολικής ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα και οφείλεται στη ναυτιλία. Η διάθεση συγκεκριμένου αριθμού δικαιωμάτων στο σύνολο του στόλου κάθε κράτους, η δίκαιη διανομή τους ανάλογα με διάφορα κριτήρια που αφορούν τις ιδιαιτερότητες κάθε επιχείρησης και η ελεύθερη εμπορία τους μέσα στο κλειστό σύστημα της ναυτιλίας θα δημιουργούσε μια νέα αγορά, ένα χρηματιστήριο ρύπων όπου η τιμή κάθε τόνου CO<sub>2</sub> θα προσαρμοζόταν ανάλογα με τις απαιτήσεις της ναυτιλίας σε ταχύτητες χωρίς όμως ποτέ το σύνολο του εκπεμπόμενου διοξειδίου να ξεπερνά το όριο που έχει θεσπίσει η εκάστοτε κυβέρνηση. Έτσι, για παράδειγμα μια υψηλή τιμή ναύλων σημαίνει μεγάλη ανάγκη για ταχύτητες και επομένως μεγάλη ζήτηση δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα. Όπως είναι φυσιολογικό αυτό θα εκτίνασσε την τιμή του CO<sub>2</sub> και πλέον η στρατηγική των πλοιοκτητών θα στρεφόταν στη μείωση των ταχυτήτων και στην πώληση του περισεύματος των δικαιωμάτων.

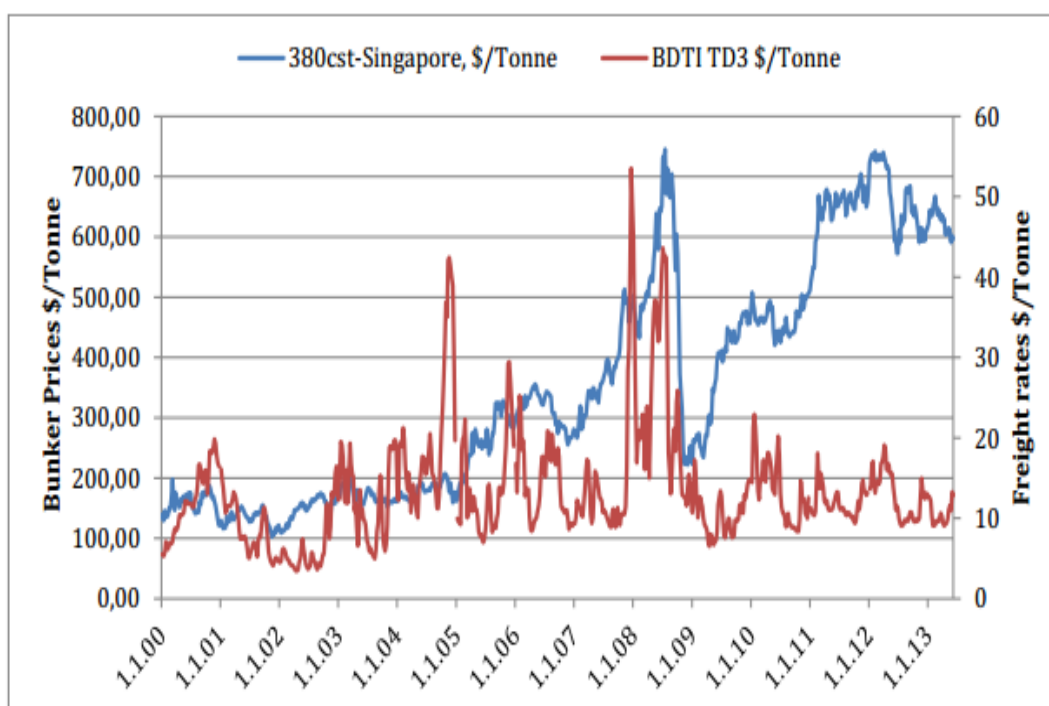
Μιλάμε λοιπόν για έναν ευέλικτο μηχανισμό που θα προστάτευε τα συμφέροντα των πλοιοκτητών (όπως είδαμε η τιμή του CO<sub>2</sub> δεν επηρέασε τα κέρδη του) και θα μείωνε ταυτόχρονα την συνολική μάζα εκπεμπόμενου άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Στη μελέτη που κάναμε για το συγκεκριμένο μοντέλο, είδαμε ότι ένα τέτοιο υπολογιστικό εργαλείο θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο για να υποδείξει την κατάλληλη στρατηγική που θα πρέπει να ακολουθήσει ο πλοιοκτήτης στην ταχύτητα λειτουργίας του πλοίου ανάλογα με την τιμή του CO<sub>2</sub>, την τιμή των ναύλων καθώς και την τιμή των καυσίμων.

## Γ) Τιμές ναύλων και βελτιστοποίηση ταχυτήτων

Τέλος, βλέπουμε ότι η στρατηγική μείωσης ταχυτήτων στα πλοία είναι συμφέρουσα, καθώς μειώνεται η κατανάλωση καυσίμων, αλλά μόνο στην περίπτωση που η προσφορά είναι μικρότερη από τη ζήτηση και τα ναύλα κυμαίνονται σε χαμηλές τιμές. Στην περίπτωση που οι τιμές των ναύλων αυξηθούν, τα πλοία θα πρέπει να κινηθούν με μεγαλύτερες ταχύτητες καθώς αυτή θα είναι μια πιο προσοδοφόρα επιλογή.

Σκοπός λοιπόν αυτής της διαδικασίας επιλογής ταχύτητας δεν είναι η ελαχιστοποίηση των εξόδων για καύσιμα σαν αποτέλεσμα της μείωσης ταχυτήτων, αλλά αυτή η προσαρμογή της ταχύτητας ανάλογα με τις συνθήκες της αγοράς να μειώνει τα κόστη σε μεγαλύτερο ρυθμό από ότι μειώνονται τα κέρδη ή να αυξάνει τα κέρδη σε μεγαλύτερο ρυθμό από ότι αυξάνονται τα κόστη.

Ο λόγος που η ναυτιλία έχει οδηγηθεί τα τελευταία χρόνια σε μείωση των ταχυτήτων λειτουργίας των πλοίων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπου και απεικονίζεται σε διάρκεια χρόνου η μείωση των τιμών των ναύλων και η ταυτόχρονη αύξηση των τιμών των καυσίμων.



Εικόνα 27: Τιμές καυσίμων και ναύλων τα τελευταία 13 χρόνια

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

1. <http://el.wikipedia.org/wiki/NOx>
2. <http://el.wikipedia.org/wiki/SOx>
3. <http://el.wikipedia.org/wiki/CO2>
4. <http://el.wikipedia.org/wiki/CO>
5. <http://el.wikipedia.org/wiki/CxHy>
6. <http://www.air-quality.gr/pm.php>
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/Volatile\\_organic\\_compound](http://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_organic_compound)
8. [http://el.wikipedia.org/wiki/Πρωτόκολλο\\_του\\_Κιότο](http://el.wikipedia.org/wiki/Πρωτόκολλο_του_Κιότο)
9. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/other/l28191\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/other/l28191_el.htm)
10. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=456>
11. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/european\\_energy\\_policy/l28012\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l28012_el.htm)
12. [http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/report\\_wg.pdf](http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/report_wg.pdf)
13. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=447&language=el-GR>
14. [http://www.energia.gr/article.asp?art\\_id=33288](http://www.energia.gr/article.asp?art_id=33288)
15. <http://www.natureassociates.se/pdf/nya/CO2%20shipping%20final.pdf>
16. <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Summary%20of%20MBM-EG%20proposals.pdf>
17. [http://en.wikipedia.org/wiki/Oil\\_tanker](http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_tanker)

18. Vivid Economics. "Assessment of the economic impact of market based measures."
19. Psaraftis, H.N. "Grouping and evaluation of proposed MBMs."
20. Psaraftis, H.N. "Market-based measures for greenhouse gas emissions."
21. GSF. "Maritime emissions briefing note."
22. ICTSD. "TRANSPORT, TRADE AND CLIMATE CHANGE"
23. C.E DELF. "A GLOBAL MARITIME EMISSIONS TRADING SYSTEM"
24. Dr Per Kageson, Stockholm (12/5/2008) "The Maritime Emissions Trading Scheme."
25. P.M Alderton (1995), "Sea transport (operation and economics)."
26. Γκιζιάκης Κωνσταντίνος, Καρλής Αθανάσιος 2007, Σημειώσεις μαθήματος: "Εισαγωγή στις ναυλώσεις", Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα ναυτιλιακών σπουδών.
27. Stopford M.(1997) "Maritime economics", Routledge, London
28. Ψαραύτης Χαρίλαος(2005) "Σημειώσεις μαθήματος οικονομικής θαλασσίων μεταφορών 1", Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας μελέτης πλοίου και θαλασσίων μεταφορών
29. William Payne(barrister at law), Edward Richard Hardy Ivamy, (1989), Payne and Ivamy carriage of goods by sea, Butterworth, Great Britain
30. Γκιζιάκης, Πλωμαρίτου, Παπαδόπουλος(2002), "Εισαγωγή στις ναυλώσεις" ,εκδόσεις Αθ. Σταμούλης
31. Bergh, I. (2010) "*Optimum speed – from a shipper's perspective*", Container ship up-date DNV, (2): 10-13.
32. Cerup-Simonsen, B.(2008) "*Effects of energy cost and environmental demands on future shipping markets*". MBA assignment no 3, The Blue MBA, Copenhagen Business School.
33. Corbett, J., Wang, H. and Winebrake, J. (2009) "*The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping*", Transportation Research Part D (14): 593-598
34. P. Crist, (2009) "*Greenhouse Gas Emissions Reduction Potential from International Shipping*", Joint Transport Research Centre of the OECD and the International Transport Forum Discussion Paper No. 2009-11
35. Palisade Corporation, (2009), "*2009 Guide to Using Evolver The Genetic Algorithm Solver for Microsoft Excel Version 5.5*"
36. Psaraftis, H.N., Kontovas, C.A. (2010), "*Ship Emissions, Costs and their Tradeoffs*", in Advances in Maritime Logistics and Supply Chain Systems, World Scientific Publishing, Singapore.