ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ ΄Η ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ

Ειρήνη –Ασημίνα Σταματοπούλου
Επιβλέπων: Χ.Ν. Ψαραύτης

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Χαρίλαο Ν. Ψαραύτη, καθηγητή της σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π για την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας και το ενδιαφέρον που έδειξε καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης του θέματος. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες μου στον κ. Χρήστο Κοντόβα, υποψήφιο διδάκτορα της σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π για την αμέριστη υποστήριξή του. Τέλος, τις θερμότερες ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στην οικογένεια και στους «υπέροχους» φίλους μου, εντός κι εκτός Ε.Μ.Π που με στήριξαν σε όλη μου την φοιτητική πορεία και ειδικά κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία, έχει σαν κύριο στόχο να ερευνήσει αν υπό προϋποθέσεις θα υπάρξει μετατόπιση φορτίου από τα πλοία και τις κλασικές διαδρομές μέσω της διώρυγας του Σουέζ, σε εναλλακτικά μέσα μεταφοράς όπως ο υπερσιβηρικός σιδηρόδρομος ή εναλλακτικές διαδρομές όπως η διαδρομή μέσω του βόρειου περάσματος. Συγκεκριμένα, η επιβολή των νέων κανονισμών της MARPOL, ANNEX VI επιβάλει την μείωση των εκπομπών οξειδίων του θείου σε συγκεκριμένες περιοχές λειτουργίας. Αυτό για να επιτευχθεί χρησιμοποιείται καύσιμο με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (Low sulfur fuel), το οποίο είναι ακριβότερο από το κοινό καύσιμο (heavy fuel oil) και συνεπώς οδηγεί σε αύξηση του κόστους λειτουργίας. Πολλές συζητήσεις έχουν γίνει για την μετατόπιση φορτίου από τα πλοία σε άλλα μεταφορικά μέσα όπως τα φορτηγά ή ο υπερσιβηρικός σιδηρόδρομος.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια η κλιματική αλλαγή έχει αλλάξει σημαντικά τα δεδομένα του βόρειου πόλου. Ο άλλοτε παγωμένος ωκεανός ήδη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι προσπελάσιμος από εμπορικά πλοία, ενισχύοντας τα σενάρια που αφορούν στο λιώσιμο των πάγων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες τουλάχιστον, και παρέχοντας την συντομότερη θαλάσσια διαδρομή μεταξύ Ασίας και βόρειας Ευρώπης.

Για την εκτίμηση του ποσοστού που αντιστοιχεί στο κάθε μεταφορικό μέσο χρησιμοποιήθηκε το πολυωνυμικό μοντέλο, στο οποίο υπεισέρχονται σαν μεταβλητές το γενικευμένο κόστος και ο χρόνος ταξιδίου. Στο μαθηματικό μοντέλο θεωρούνται ως σταθερές οι παράμετροι λ και η αξία του χρόνου (value of time). Παρατίθενται τα αποτελέσματα των υπολογισμών, τόσο συναρτήσει του κόστους φορτίου και της αξίας του χρόνου, όσο και συναρτήσει της σταθεράς λ. Με τα υπάρχοντα κόστη προκύπτει ότι η κλασική διαδρομή με πλοίο μέσω της διώρυγας του Σουέζ, είναι η επικρατέστερη επιλογή. Όταν η αξία του φορτίου ανεβαίνει πάρα πολύ τότε η διαδρομή μέσω του υπερσιβηρικού δείχνει να είναι η επιλογή που θα υπερισχύσει.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{Ο} : ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ & ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ 5
1.1 Κλιματική Αλλαγή 5
1.2 Αέρια του Θερμοκηπίου, Green House Gases (GHS) 6
1.3 Η συμμετοχή της ναυτιλίας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου 9
1.3.1 Σύγκριση των εκπομπών από την ναυτιλία σε σχέση με άλλα μέσα μεταφοράς ... 12
1.3.2 *Συνολική επίπτωση ρύπων από τη Ναυτιλία* 15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{Ο} : «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ» 17
2.1 Η νομοθεσία που διέπει την ναυτιλία 17
2.1.1 International Maritime Organization, IMO 17
2.1.2 Port State Control, PSC 19
2.2 Το πλαίσιο του οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, το Πρωτόκολλο του Κιότο και η ναυτιλία 22
2.2.1 Marine Environmental Protection Committee, MEPC 23
2.2.2 Πρόληψη ρύπανσης του αέρα από τα πλοία 23
2.2.3 Marine Environmental Protection Committee, MEPC, 58^{η} Σύνοδος 24
2.2.4 Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα όρια θείου στα ναυτιλιακά καύσιμα 25
2.3 Emission Control Areas, (ECAs) 26
2.3.1 Οξείδια του Θείου SOx 27
2.3.2 Οξείδια του Αζώτου NOx 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ» 31
3.1 Μεθοδολογία υπολογισμών αέριων ρύπων 31
3.1.1 Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, CO2 31
3.1.2 Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου, NOx 33
3.1.3 Οι εκπομπές οξειδίων του θείου, Sox 35
3.2 Διεθνείς πωλήσεις ναυτιλιακών καυσίμων 36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο} : «ΒΟΡΕΙΟ ΠΕΡΑΣΜΑ» 40
4.1.1 Εισαγωγή 40
4.1.2 Γεωγραφική Θέση & Ιστορική Αναδρομή 41
4.2 Κλιματική αλλαγή και αλλαγές που έχουν συντελεστεί στο βόρειο πέρασμα 45
4.2.1 Κλιματική αλλαγή 45
4.2.2 Σημερινές Τάσεις 48
4.2.3 Ειδικές Συνθήκες για πλεύση στο βόρειο πέρασμα 51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{Ο} : «ΥΠΕΡΣΙΒΗΡΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ» 54

5.1 Εισαγωγή 54
5.2 Συντονιστικό Συμβούλιο για την Μεταφορά μέσω του Υπερσιβηρικού (Coordinating Council of Trans-Siberian Transportation) 57
5.3 Πλεονεκτήματα της μεταφοράς προϊόντων μέσω του υπερσιβηρικού σε σχέση με την θάλασσα 58
5.4 Η Deutsche Bahn διαχειρίστρια του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου 61
5.5 Εκπομπές αερίων ρύπων από τη λειτουργία των φορτηγών τρένων 62
5.5.1 Η Ρωσία σχεδιάζει πυρηνικό σταθμό 63
5.5.2 Railenergy Τελικό Συνέδριο 65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° : «MODAL SHIFT & MODAL CHOICE» 67
6. 1 Λογαριθμικό πολυωνυμικό Μοντέλο - Multinomial Logit Model 67
6.1.1 Για i τρόπους ή μέσα μεταφοράς 67
6. 2 Σενάρια 69
6.2.1 Διαφοροποίηση κανονισμού για Seca και άρα ακριβότερο κόστος καυσίμου 69
6.2.2 Σύγκριση εναλλακτικών διαδρομών της για το ταξίδι Σαγκάη – Αμβούργο 72
6.2.3 Μεταβολή των ποσοστών xi συναρτήσει του συντελεστή λ 77
6.2.4 Μεταβολή συναρτήσει της αξίας του φορτίου 79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 13
7.1 Συμπεράσματα και προσωπικές εκτιμήσεις 13
7.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα 14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8° : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 15

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{ο} : ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ & ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ

1.1 Κλιματική Αλλαγή

Για πολλά χρόνια η κλιματική αλλαγή, θεωρείτο υπερβολικό σενάριο και επιστημονικά αβάσιμη θεωρία. Σήμερα έχει γίνει πλέον αποδεκτή ως πραγματικότητα, η οποία θα έχει άμεσες επιδράσεις τόσο στην ασφάλεια του περιβάλλοντος όσο και στη διασφάλιση των ανθρωπίνων συνηθειών.

Οι συνέπειες της αλλαγής του κλίματος με κύρια την υπερθέρμανση του πλανήτη, περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την αύξηση της συχνότητας και την ένταση διαφόρων δυσμενών καιρικών συνθηκών, λειψυδρία, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και ως συνέπεια του τελευταίου πλημμύρες και την επακόλουθη καταστροφή των ακτών, μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών λόγω της αυξανόμενης θερμοκρασίας και μείωση της παροχής πόσιμου νερού. Επιπλέον, η αύξηση της θερμοκρασίας σχετίζεται ακόμη και με ασθένειες και θανάτους. [1]

Παραδοσιακές «βιοτεχνίες» όπως η αλιεία, ο αγροτουρισμός, και ο τουρισμός ενδέχεται να μειωθούν ακόμα και να αφανιστούν ολοκληρωτικά σε κράτη που επηρεάζονται περισσότερο από την κλιματική αλλαγή.

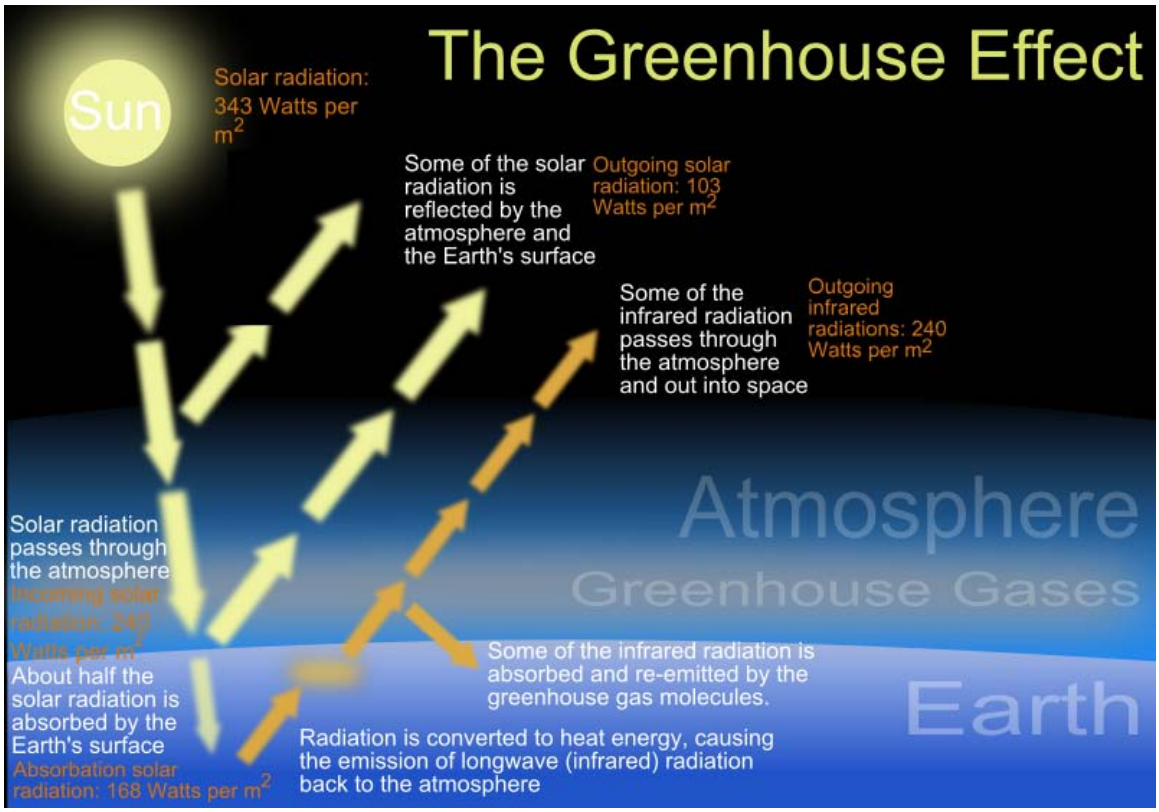
Ήδη, νησιωτικά κράτη κινδυνεύουν με αφανισμό από τον χάρτη. Τα νησιά Τουβαλού όπως και το σύμπλεγμα των Μαλδιβών κινδυνεύουν να καλυφθούν πλήρως από τα νερά των ωκεανών, εξαιτίας της αύξησης της στάθμης της Θάλασσας. Περίπου 1,000,000 άνθρωποι ζουν σήμερα σε κοραλλιογενή νησιά σε ολόκληρο τον κόσμο, τα οποία κινδυνεύουν να σβήσουν για πάντα από το χάρτη, δημιουργώντας τους πρώτους πρόσφυγες της κλιματικής αλλαγής στην ιστορία της ανθρωπότητας.

Θεωρώντας ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη οφείλεται σε συσσώρευση αερίων του θερμοκηπίου αναμένεται να είναι αρκετά ισχυρή σε παγκόσμιο επίπεδο και ακόμη πιο ισχυρή στην περιφέρεια της Αρκτικής. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από μελέτες που έχουν γίνει και στηρίζονται σε κλιματικά μοντέλα τα οποία δείχνουν αύξηση των ατμοσφαιρικών αερίων του θερμοκηπίου. Τα σενάρια αυτά επιβεβαιώνουν ότι η κλιματική αλλαγή θα είναι πιο δραστική σε μεγάλα βόρεια γεωγραφικά πλάτη, λόγω ενός πολύπλοκου μηχανισμού ανάδρασης στο πλαίσιο ενός συστήματος αλληλεπίδρασης πάγων – ωκεανών. [2]

1.2 Αέρια του Θερμοκηπίου, Green House Gases (GHS)

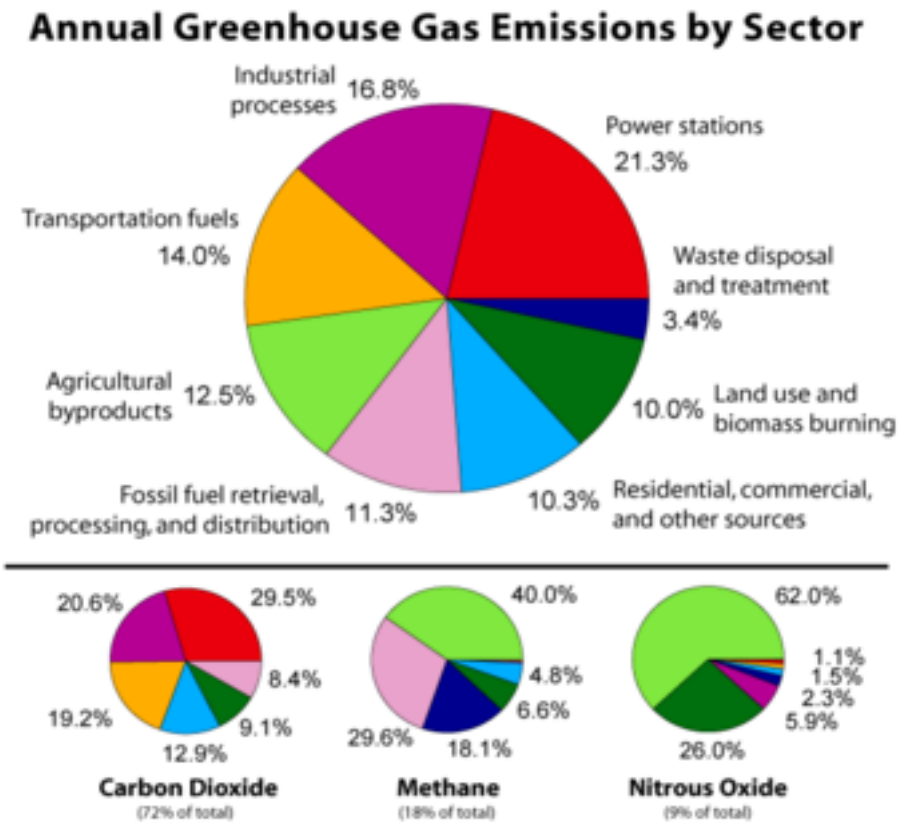
Ως αέρια του θερμοκηπίου (Green House Gases, GHS) αναφέρονται τα αέρια της ατμόσφαιρας που απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία στο θερμικό υπέρθυρο φάσμα. Αυτή η διαδικασία είναι η θεμελιώδης αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα CO_2, το μεθάνιο, CH_4 το υποξείδιο του αζώτου NO_x και το όζον O_3. Τα αέρια του θερμοκηπίου επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμοκρασία της Γης.

Τα αέρια του θερμοκηπίου που σχηματίζουν ένα πέπλο γύρω από την επιφάνεια της γης, είναι σε θέση να ανταλλάσσουν υπέρυθρη ακτινοβολία. Το τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην γη, λόγω του πέπλου αυτού εγκλωβίζεται και αντί να αντανακλάται πλήρως στην ατμόσφαιρα, επιστρέφει πάλι στην επιφάνεια της γης προκαλώντας την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, και πλήθος συνεπειών.



ΕΙΚΟΝΑ 1 - ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ [ΠΗΓΗ: WWW.WIKIPEDIA.ORG]

Από την αρχή ακόμη της βιομηχανικής επανάστασης η χρήση ορυκτών καυσίμων συνέβαλλε στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από 280ppm σε 390ppm, παρά την απορρόφηση ενός μεγάλου τμήματος των εκπομπών μέσω διαφόρων φυσικών μηχανισμών όπως οι «καταβόθρες» που συμμετέχουν στον κύκλο του άνθρακα. Σε αντίθεση με άλλους ρύπους, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δεν προκύπτουν από αναποτελεσματική καύση. Το CO_2 είναι ένα προϊόν που προκύπτει από την στοιχειομετρική καύση του άνθρακα. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι ευθέως ανάλογες με την κατανάλωση ενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 2-ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ [ΠΗΓΗ: WWW.WIKIPEDIA.ORG]

Το διάγραμμα αυτό δείχνει το σχετικό ποσοστό των ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από καθεμία από τις οκτώ κατηγορίες πηγών, όπως εκτιμάται από την βάση δεδομένων για την Παγκόσμια Ατμοσφαιρική Έρευνα έκδοση 3.2 του 2000 [1]. Οι τιμές αυτές προορίζονται να παρέχουν μια συνοπτική εικόνα των παγκόσμιων ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά το έτος 2000. Η κορυφή του πίνακα δείχνει το άθροισμα από όλα τα αέρια του θερμοκηπίου. Αυτή αποτελείται από διοξείδιο του άνθρακα κατά 72%, 18% μεθάνιο, το 8% το υποξείδιο του αζώτου και το 1% άλλα αέρια. Οι κάτω πίνακες δείχνουν τις συγκρίσιμες πληροφορίες για κάθε ένα από αυτά τα τρία βασικά αέρια του θερμοκηπίου, με τον ίδιο χρωματισμό των τομέων, όπως χρησιμοποιείται στο πάνω μέρος του γραφήματος. Τομείς με κλάσμα μικρότερο του 1% δεν διαθέτουν βαθμολογία.

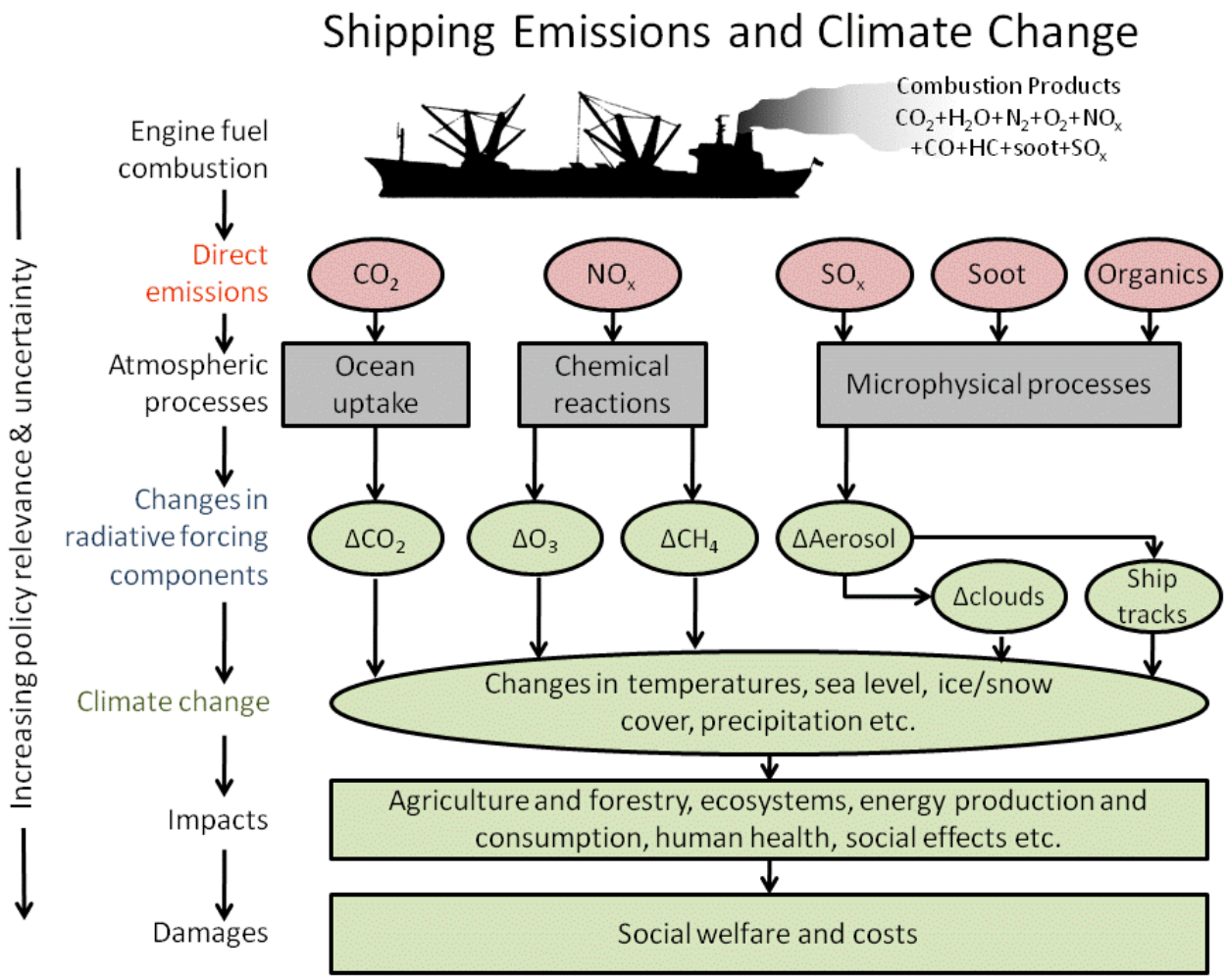
1.3 Η συμμετοχή της ναυτιλίας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Τα τελευταία χρόνια έχουν τεθεί ερωτήματα σχετικά με το πώς και το πόσο έχει επηρεάσει ο τομές της ναυτιλίας την κλιματική αλλαγή. Οι εκπομπές από την ναυτιλία έχουν χαρακτηριστεί ως όλο και μεγαλύτερο πρόβλημα για τους αρμόδιους οργανισμούς που χαράσσουν περιβαλλοντική πολιτική. [Corbett,2003]

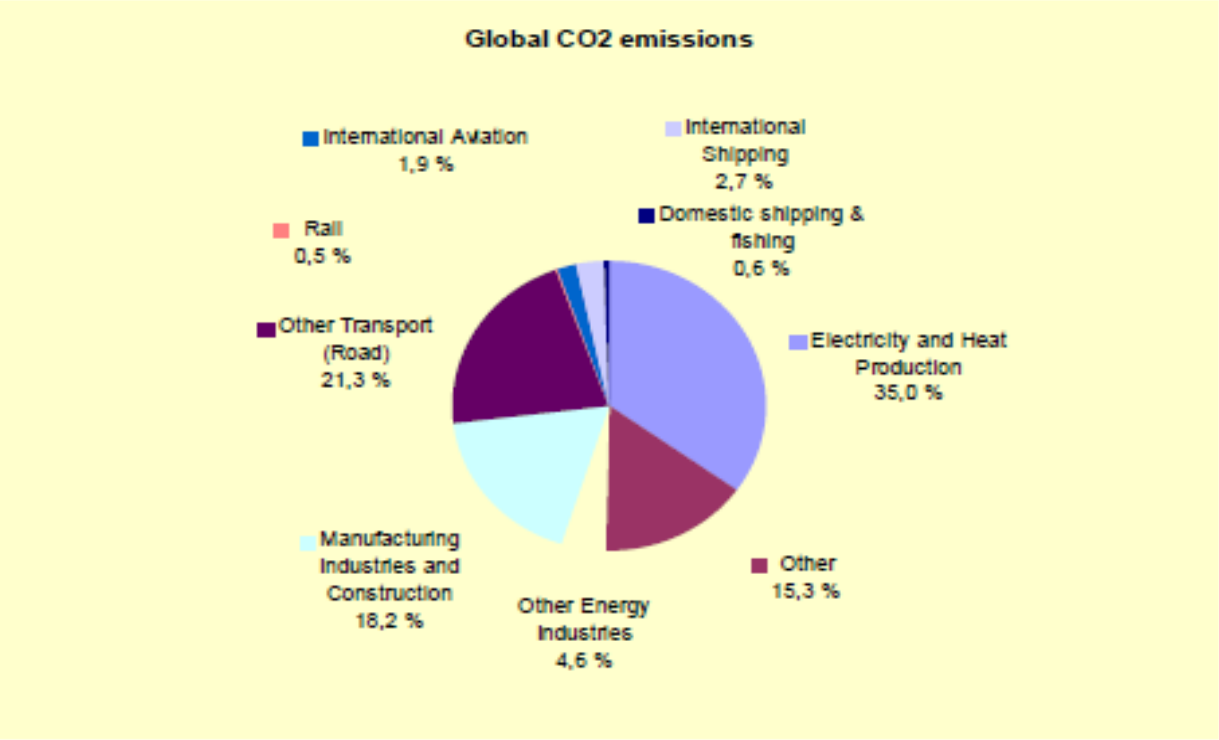
Η ναυτιλία παράγει ένα ευρύ φάσμα εκπομπών, βασικά χαρακτηριστικά του οποίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO2, οξείδια του αζώτου NOx, μονοξείδιο του άνθρακα CO, πτητικές οργανικές ενώσεις VOC, το διοξείδιο του θείου SO2, μαύρο άνθρακα BC, σωματίδια οργανικής ύλης POM. Οι εκπομπές NOx και άλλων πρόδρομων ουσιών του όζοντος μπορεί να οδηγήσουν στο σχηματισμό τροποσφαιρικού όζοντος και διαταράσσουν τις συγκεντρώσεις της ρίζας του υδροξυλίου OH, και ως εκ τούτου, την διάρκεια ζωής του μεθανίου 7 CH4. Το κυρίαρχο στοιχείο του αερολύματος που προκύπτει από τις εκπομπές των πλοίων είναι θειικό άλας SO4 που σχηματίζεται από την οξείδωση του SO2 το οποίο προκύπτει από το θείο στα καύσιμα.

Συμπερασματικά έχουμε:

- Εκπομπές NOx συμβάλλουν στο σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους που οδηγεί σε αυξημένα επίπεδα του όζοντος και την παραγωγή των επικίνδυνων οργανικών ενώσεων.
- SO2 μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη λειτουργία των πνευμόνων.
- SOx και NOx επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα, δεδομένου ότι συμβάλλουν στην όξινη βροχή.
- CO2 και το όζον (GHG) που αφορούν στην κλιματική αλλαγή



ΕΙΚΟΝΑ 3- ΡΥΠΟΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ [ΠΗΓΗ: IMO 2009]

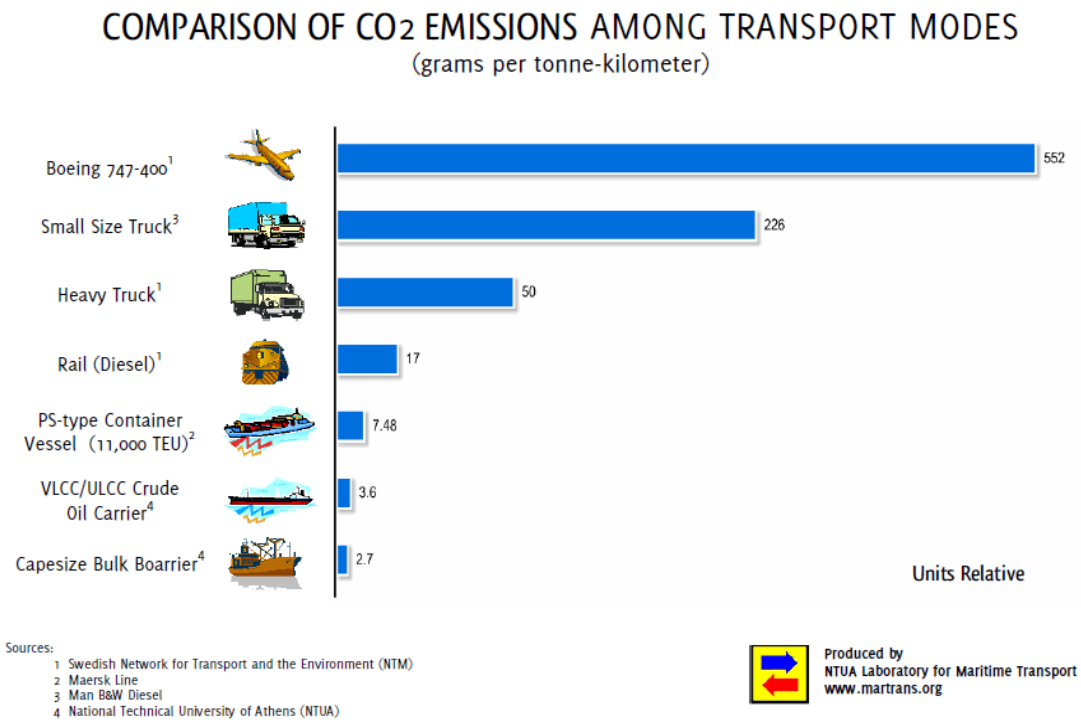


ΕΙΚΟΝΑ 4-ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 [ΠΗΓΗ: IMO 2009]

Η παγκόσμια ναυτιλία όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα συνεισφέρει στην παραγωγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μόλις 2.7% μεταφέροντας το σύνολο σχεδόν του όγκου (90%) της παγκόσμιας εμπορευματικής διαδικασίας.

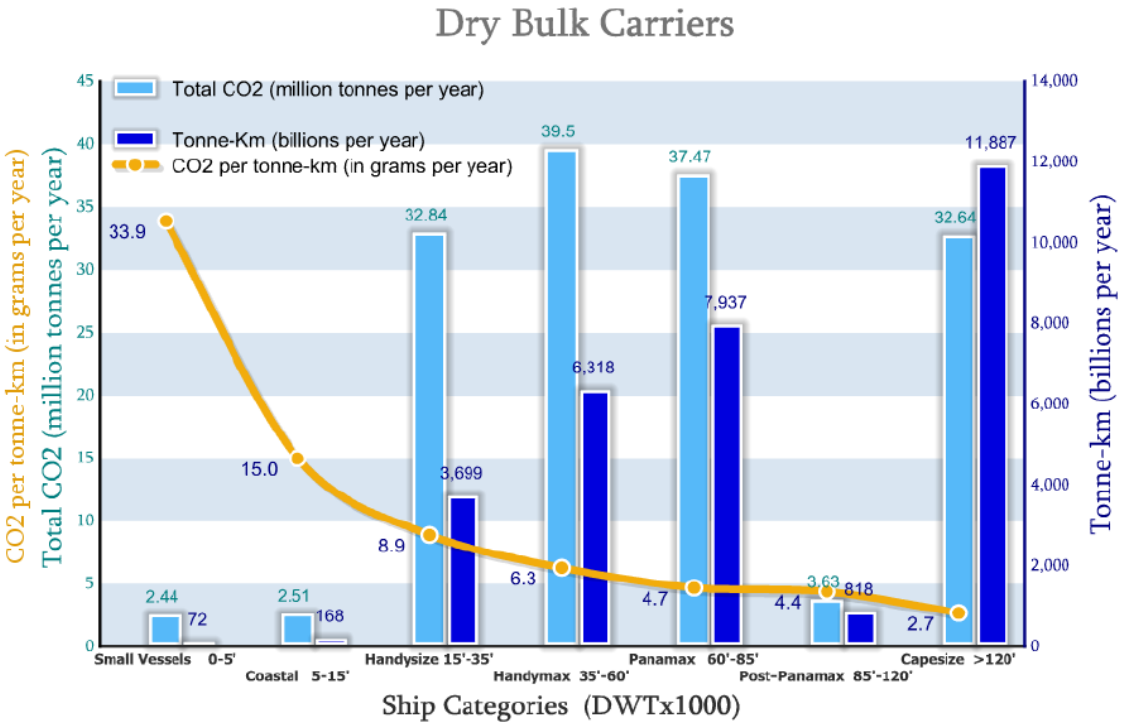
1.3.1 Σύγκριση των εκπομπών από την ναυτιλία σε σχέση με άλλα μέσα μεταφοράς

Το εύρος αποτελεσματικότητας από τα πλοία και τις εκπομπές από άλλα μέσα μεταφοράς εκτιμάται με την χρήση πραγματικών στοιχείων λειτουργίας από στατιστικές μεταφορών καθώς και άλλες πληροφορίες όπως δημοσιεύτηκε στην αναφορά του IMO. Η αποδοτικότητα των πλοίων είναι συγκριτικά πολύ μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων μέσων μεταφοράς όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 5. Η αποδοτικότητα είναι εκφρασμένη ως μάζα CO2 ανά τονοχιλιόμετρο, όπου η μάζα CO2 εκφράζει τις συνολικές εκπομπές από τη δραστηριότητα μεταφοράς. Το τονοχιλιόμετρο εκφράζει το συνολικό μεταφορικό έργο που παράγεται. Οι περιοχές που απεικονίζονται στο σχήμα δείχνουν το τυπικό μέσο εύρος για κάθε μία από αυτές. Η τιμή αυτή δεν εξειδικεύεται στη μέγιστη (ή ελάχιστη) απόδοση που μπορεί να παρατηρηθεί. Η εικόνα 5 παρουσιάζει μια σύγκριση των τιμών CO2 ανά τονοχιλιόμετρο για διαφορετικά μεταφορικά μέσα. Για παράδειγμα ένα αεροπλάνο Boeing 747 jumbo jet παράγει 200 φορές περισσότερο CO2 ανά τονοχιλιόμετρο από ένα πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου (τύπου Capesize) και ένα φορτηγό 18 φορές περισσότερο από το προαναφερθέν πλοίο [Ψαραύτης και Κοντόβας, 2008]

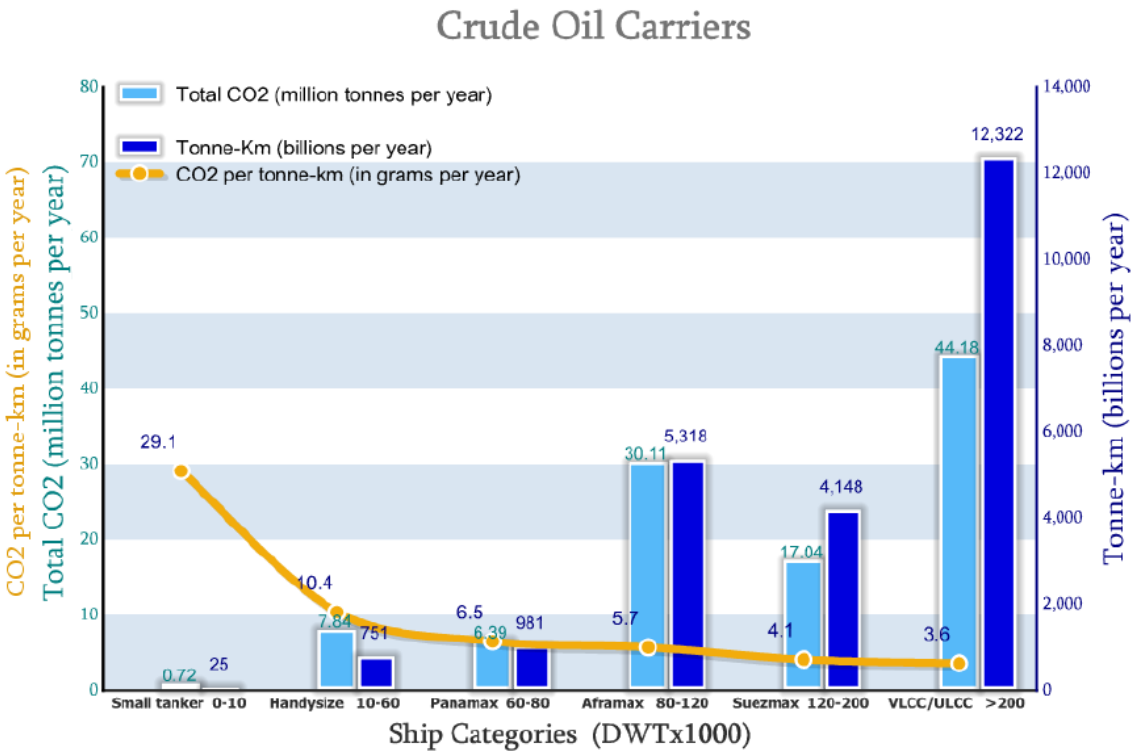


ΕΙΚΟΝΑ 5 -ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2 ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ [ΠΗΓΗ: WWW.MARTRANS.ORG]

Είναι προφανές ότι το μέγεθος αυτό ακόμα και για την ίδια κατηγορία μεταφορικού μέσου δεν είναι σταθερό. Για παράδειγμα, στα πλοία υπάρχει η τάση όσο αυξάνεται το μέγεθος του πλοίου τόσο να μειώνεται ο δείκτης αυτός, όπως φαίνονται στα παρακάτω σχήματα από τη Μελέτη Εκπομπών Ρύπων στη Ναυτιλία που εκπονήθηκε από το Εργαστήριο Θαλασσίων Μεταφορών, (βλ. Ψαραύτης και Κοντόβας, 2008) για περισσότερη ανάλυση και περισσότερες κατηγορίες πλοίων.



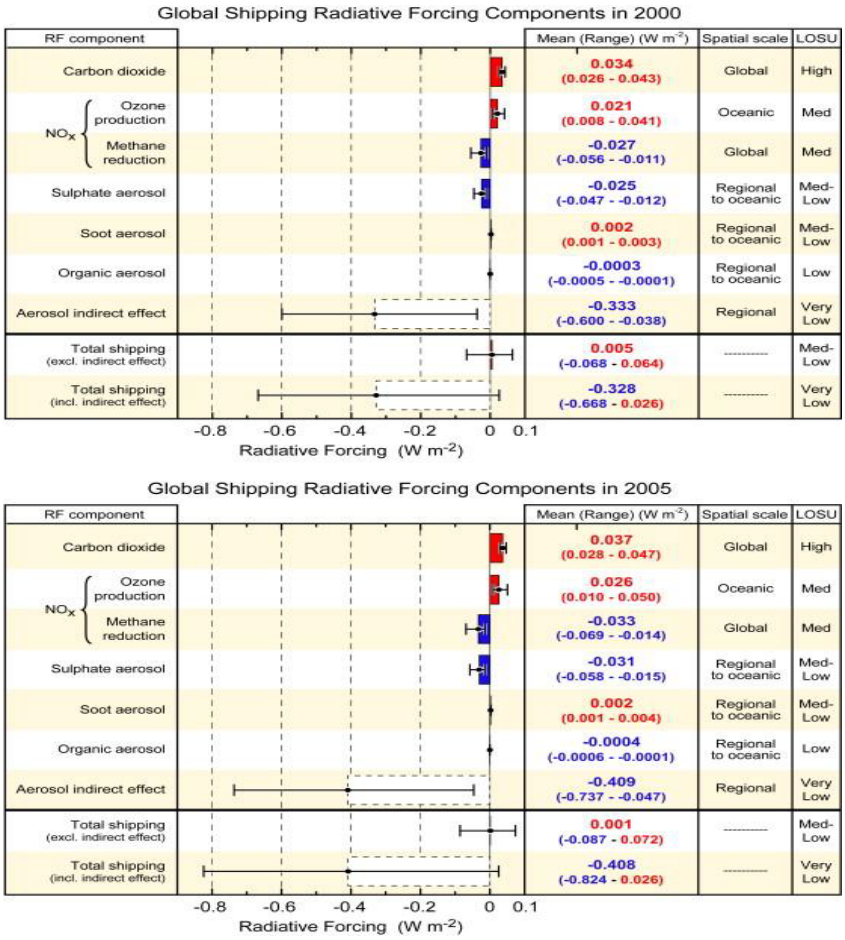
ΕΙΚΟΝΑ 6 - ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2 ΑΝΑ ΤΟΝΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΦΟΡΤΗΓΑ ΠΛΟΙΑ [ΠΗΓΗ: ΨΑΡΑΥΤΗΣ ΚΟΝΤΟΒΑΣ 2008]



ΕΙΚΟΝΑ 7 - ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2 ΑΝΑ ΤΟΝΟΧΙΛΙΟΜΕΤΡΟ ΓΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ [ΠΗΓΗ: ΨΑΡΑΥΤΗΣ ΚΟΝΤΟΒΑΣ 2008]

1.3.2 *Συνολική επίπτωση ρύπων από τη Ναυτιλία*

Ωστόσο, η επίδραση των εκπομπών από την ναυτιλία είναι περίπλοκο να εξηγηθεί. Εκτός από τις εκπομπές CO2 παράγεται διοξείδιο του θείου SO2 το οποίο προκαλεί ψύξη μέσω μιας διαδικασίας επίδρασης στα ατμοσφαιρικά σωματίδια και τα σύννεφα. Επιπλέον, τα οξείδια του αζώτου NOx αυξάνουν τα επίπεδα του αέριου όζοντος O3 και μειώνουν τα επίπεδα του μεθανίου που είναι αέριο του θερμοκηπίου, προκαλώντας έτσι και αύξηση της θερμοκρασίας αλλά ταυτόχρονα και μείωση. Έτσι σαν αποτέλεσμα, ο δείκτης της καθαρής παγκόσμιας ακτινοβολίας από την ναυτιλία δείχνει να είναι σήμερα σημαντικά αρνητικός [Eyring et al, 2010)]



ΕΙΚΟΝΑ 8- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ [ΠΗΓΗ: ΨΑΡΑΥΤΗΣ & ΚΟΝΤΟΒΑΣ,2010]

Προφανώς όμως, οι παρόντες κανονισμοί για την μείωση των SOx (που συνεισφέρουν στην ψύξη) θα μειώσουν την επίδραση αυτή με αποτέλεσμα στο μέλλον η ναυτιλία να έχει μεγαλύτερη αρνητική επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Βέβαια οφείλουμε να μην ξεχνάμε ότι τα SOx έχουν πολύ αρνητικές επιδράσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον όπως είδαμε στην προηγούμενη ενότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{ο} : «ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ»

2.1 Η νομοθεσία που διέπει την ναυτιλία

2.1.1 International Maritime Organization, IMO

Η διεθνής ναυτιλία ρυθμίζεται από ένα μίγμα διεθνούς δικαίου της θάλασσας αλλά και από το δίκαιο που διέπει ένα συγκεκριμένο κράτος. Η σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας (United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS) αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του διεθνούς ναυτικού δικαίου. Η UNCLOS προσυπογράφει το δικαίωμα κάθε κυρίαρχου κράτους να έχει ένα νηολόγιο και κατά συνέπεια να γίνει ένα κράτος σημαίας, και να παρέχει στα πλοία το δικαίωμα αβλαβούς διέλευσης από τα χωρικά ύδατα και τις οικονομικές ζώνες. Το διεθνές δίκαιο, όπως η UNCLOS, ρυθμίζει τις υποθέσεις μεταξύ των κρατών, αλλά δεν ισχύει άμεσα σε μεμονωμένα πλοία [Buhaug IMO, 2009]

Τα σχετικά με τα πλοία, ρυθμίζονται από τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς της χώρας στης οποίας το νηολόγιο έχουν καταχωρηθεί, δηλαδή το κράτος της οποίας έχουν την σημαία. Ορισμένες χώρες μπορούν να απαιτούν συγκεκριμένα κριτήρια που πρέπει να πληρούνται πριν τη χορήγηση πρόσβασης στα πλοία. Τα κριτήρια αυτά θα μπορούσε να είναι ότι το πλοίο είναι χτισμένο στην επικράτειά τους, ότι η πλοιοκτήτρια εταιρεία είναι εγγεγραμμένη στη χώρα, ότι οι ιδιοκτήτες είναι πολίτες της χώρα και πολλά άλλα. Άλλες χώρες έχουν ελάχιστες ή καθόλου περιορισμούς στην πρόσβαση, και συνήθως αναφέρονται ως «ανοικτά μητρώα». Εάν το πλοίο συμμετάσχει στη διεθνή ναυτιλία, δηλαδή έχει είσοδο σε ξένα ή διεθνή ύδατα, το κράτος της σημαίας έχει την υποχρέωση να εξασφαλίζει ότι το πλοίο συμμορφώνεται με κανονισμούς που ορίζουν οι διεθνείς συμβάσεις και συμφωνίες, στις οποίες το κράτος της σημαίας είναι συμβαλλόμενο μέρος.

Ο διεθνής ναυτιλιακός οργανισμός έχει σαν στόχο, να ενθαρρύνει και να διευκολύνει τη γενική υιοθέτηση των υψηλότερων δυνατών προτύπων σε θέματα που αφορούν τη θαλάσσια ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα της ναυσιπλοΐας και τη πρόληψη και τον έλεγχο της θαλάσσιας ρύπανσης από πλοία.[Buhaug IMO, 2009] Όταν μία διάταξη του IMO τεθεί σε ισχύ, οι χώρες που την έχουν επικυρώσει μπορούν απαιτούν την ισχύ της όχι μόνο για τα πλοία που ανήκουν στο νηολόγιό τους, αλλά σε όλα τα πλοία, ανεξαρτήτως σημαίας.

Ως εκ τούτου, τα πλοία που θέλουν να καταπλεύσουν στα λιμάνια ή στα ύδατα που τελούν υπό τη δικαιοδοσία ενός νόμου που έχει επικυρωθεί μέσω κάποιας πράξης του IMO, θα πρέπει να συμμορφωθεί με την εν λόγω σύμβαση, ανεξαρτήτως της σημαίας. Αυτό είναι μία σημαντική αρχή, η οποία συνήθως αναφέρεται ως η αρχή της «μη ευνοϊκότερης μεταχείρισης». Αναφέρεται στο κράτος του επιβάλλοντος λιμένα στο οποίον ισχύουν πρότυπα με ομοιόμορφο τρόπο σε όλα τα πλοία που προσεγγίζουν τα λιμάνια του, ανεξαρτήτως σημαίας.

Λόγω αυτής της αρχής μα και του διεθνούς χαρακτήρα της ναυτιλίας, μια ρύθμιση του IMO επηρεάζει, εκ των πραγμάτων, τα περισσότερα πλοία, ανεξαρτήτως σημαίας, όταν θα έχει τεθεί σε ισχύ. Από την άλλη πλευρά, δεν είναι ξεκάθαρο αν υπάρχουν ή δεν υπάρχουν νομικά εμπόδια για την αποτροπή ενός πλοίου από το να είναι σύμφωνο με μια συγκεκριμένη ρύθμιση του IMO, που παρέχει δραστηριότητα αποκλειστικά εκτός της περιοχής δικαιοδοσίας των χωρών που έχουν επικυρώσει τη Σύμβαση.

2.1.2 Port State Control, PSC

Τα κράτη σημαίας είναι επιφορτισμένα με την εφαρμογή και την επιβολή της νομοθεσίας σχετικά με τα πλοία τους σε μητρώα. Επιπλέον, πολλά από τα πιο σημαντικά τεχνικές IMO συμβάσεις περιέχουν διατάξεις όπου επιτρέπουν στα πλοία να επιθεωρούνται όταν επισκέπτονται ξένα λιμάνια, για να διασφαλίζεται ότι πληρούν Απαιτήσεις του IMO. Αυτό αναφέρεται ως "Έλεγχο του κράτους λιμένα» (Port State Control, PSC). Τα πλοία που δεν πληρούν τα πρότυπα, όταν υποβάλλονται σε Port State Control μπορεί να κρατούνται μέχρι να ολοκληρωθούν οι επισκευές που εκτελούνται και το πλοίο να αποπλεύσει. Προκειμένου να εξασφαλιστεί μια εναρμονισμένη και συντονισμένη προσέγγιση για επιθεώρηση από τους λιμένες, πολλές χώρες έχουν οργανωθεί σε ομάδες, με βάση τα μνημόνια κατανόησης (MoU), και ως εκ τούτου ομαδοποιούνται σε περιφερειακά καθεστώτα. Υπάρχουν επί του παρόντος εννέα τέτοια καθεστώτα ελέγχου από το κράτος λιμένα, που καλύπτει τα περισσότερα παράκτια κράτη, ως εξής:

1 Ευρώπη και τη Βόρειο Ατλαντικό (Paris MOU), που υπεγράφη το 1982

2 Ασίας και του Ειρηνικού (Tokyo MoU), η οποία υπεγράφη το 1993

3 Λατινική Αμερική (Acuerdo de Viña del Mar), η οποία υπεγράφη το 1992

4 Καραϊβικής (Caribbean MoU), η οποία υπεγράφη το 1996

5 Δυτική και Κεντρική Αφρική (Abuja MoU), η οποία υπεγράφη το 1999

6 Εύξεινο Πόντο (Black Sea MoU), η οποία υπεγράφη το 2000

7 Μεσογείου (Mediterranean MoU), η οποία υπεγράφη το 1997

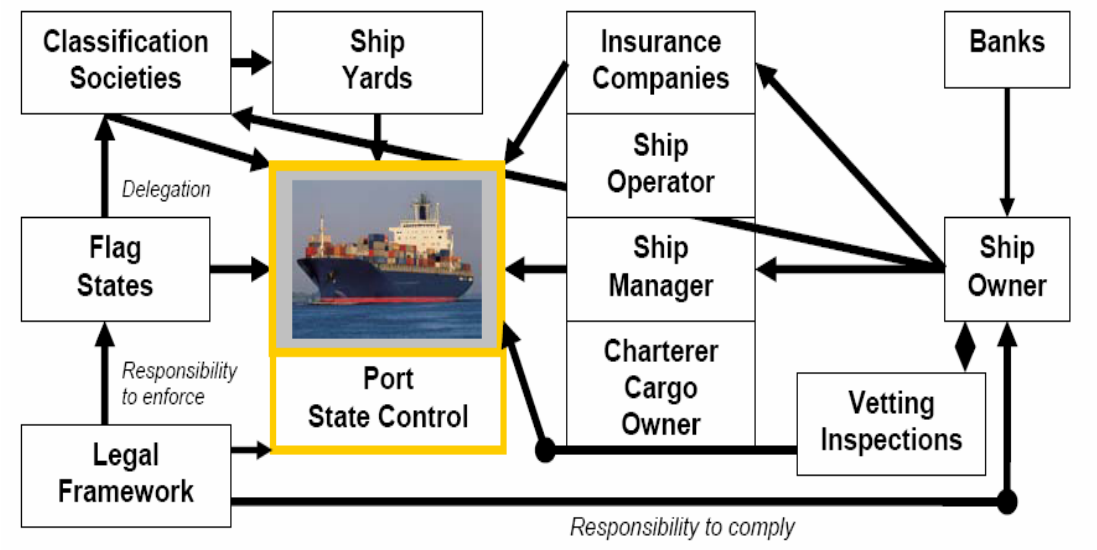
8 Ινδικός Ωκεανός (Indian Ocean MoU), που υπεγράφη το 1998

9 Αραβικών Κρατών του Κόλπου (Riyadh MoU), η οποία υπεγράφη το 2004.

Επιπλέον, η Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Coast Guard ,USCG), έχουν επίσης θεσπίσει υπηρεσία επιθεώρησης για ξένα σκάφη, η οποία δεν είναι μέρος οποιουδήποτε από τα μνημόνια συμφωνίας, αλλά η οποία ακολουθεί κάποια από τις εξελίξεις και τις προσπάθειες εναρμόνισης των λοιπών καθεστώτων PSC.

Η εικόνα 9 παρέχει μια επισκόπηση των διαφόρων παραγόντων του κλάδου της ναυτιλίας και παρουσιάζει τους αντίστοιχους ρόλους τους σε σχέση με την επιβολή του νομοθετικού πλαισίου. Το νομοθετικό πλαίσιο για την διεθνή ναυτιλία σήμερα αποτελείται από 50 συμβάσεις και πρωτόκολλα που δημιουργήθηκαν από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO), των οποίων τα 41 είναι σε ισχύ, και τα σχετικά νομοθετικά μέτρα της Διεθνούς Οργάνωσης Εργασίας (ΔΟΕ) για τους ναυτικούς.

Είναι ευθύνη του συμβαλλόμενου κράτους, με το να μεταφέρει την διεθνή νομοθεσία στην εθνική και να την ενισχύσουν. Η δεξιά πλευρά του σχήματος 2-12 παρουσιάζει τις διάφορες άλλες βιομηχανίες, τα συμφέροντα γύρω από τον πλοιοκτήτη, όπως οι τράπεζες που χρηματοδοτούν τα πλοία, οι ασφαλιστικές εταιρείες που ασφαλίσουν τα πλοία και τις εταιρείες που εμπλέκονται στην εμπορική δραστηριότητα και την λειτουργία του σκάφος (διαχειριστής πλοίου, διευθυντής).



ΕΙΚΟΝΑ 9 - ΕΠΙΒΑΛΛΟΝΤΕΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ [ΠΗΓΗ: ΙΜΟ, 2009]

2.2 Το πλαίσιο του οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, το Πρωτόκολλο του Κιότο και η ναυτιλία

Το πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) υπεγράφη το 1992, τέθηκε σε ισχύ το 1994, ενώ το Μάρτιο του 2009 απέκτησε 192 συμβαλλόμενα μέρη [6]. Σύμφωνα με την Σύμβαση, τα μέρη συγκεντρώνουν και μοιράζονται δεδομένα, προκειμένου να ξεκινήσουν τις εθνικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση των εκπομπών και συνεργάζονται για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος. Το Δεκέμβριο του 1997, το Πρωτόκολλο του Κιότο εγκρίθηκε και τέθηκε σε ισχύ τον Φεβρουάριο του 2005. Το Μάρτιο του 2009, 184 μέρη [6] έχουν επικυρώσει το πρωτόκολλο.

Παρόλο που η σύμβαση δεν προβλέπει δεσμεύσεις για τη σταθεροποίηση των εκπομπών, το πρωτόκολλο θέτει δεσμευτικούς στόχους για τις χώρες του παραρτήματος Ι. Αυτές οι χώρες συμφώνησαν να μειώσουν τις συνολικές εκπομπές των έξι αερίων του θερμοκηπίου κατά μέσο όρο κατά 5,2% κάτω από τα επίπεδα του 1990 μεταξύ 2008 και το 2012.

Ενώ οι εκπομπές από τις αεροπορικές και θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν μέρος της ημερήσιας διάταξης του πλαισίου του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή, οι εκπομπές αυτές δεν περιλαμβάνονται στο πρωτόκολλο του Κιότο.

Μετά από τις συζητήσεις στο πλαίσιο του IMO [7], πολλές χώρες διατήρησαν την άποψη ότι οποιαδήποτε μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα εγκριθεί από τον IMO θα πρέπει να ισχύσει για Μέρη του παραρτήματος Ι της UNFCCC και του Πρωτοκόλλου του Κιότο, σύμφωνα με την αρχή της «Κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης".

Δεδομένου ότι οι νομικές συμβουλές από την Υποδιεύθυνση Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού για τις νομικές υποθέσεις στο έγγραφο MEPC 58/4/20 δείχνουν σαφώς, ότι δεν υπάρχει πιθανή σύγκρουση μεταξύ του νόμου αυτού και της συνθήκης του Κιότο και τις διατάξεις που μπορούν να αναπτυχθούν από τον Οργανισμό για τον έλεγχο της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία.

2.2.1 Marine Environmental Protection Committee, MEPC

Η ένωση για την προστασία του περιβάλλοντος από τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις, είναι ένα συμβούλιο που ανήκει διοικητικά στον διεθνή ναυτιλιακό οργανισμό (IMO) και συνεδριάζει κάθε εννέα μήνες με σκοπό την έκδοση των αναθεωρημένων κανονισμών που αφορούν στην προστασία του περιβάλλοντος από την ναυτιλιακή δραστηριότητα, δηλαδή, κανονισμούς που αφορούν στην λειτουργία του πλοίου και μεταφέρονται στην διεθνή σύμβαση της MARPOL και συγκεκριμένα στο παράρτημα VI. (MARPOL, ANNEX VI)

2.2.2 Πρόληψη ρύπανσης του αέρα από τα πλοία

Κανονισμοί για την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα από τα πλοία εγκρίθηκαν για πρώτη φορά στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του 1997 της MARPOL 73/78 και περιλαμβάνονται στο παράρτημα VI της σύμβασης. Το αναθεωρημένο παράρτημα VI εγκρίθηκε τον Οκτώβριο του 2008 με την MEPC (58) που τροποποιεί το πρωτόκολλο του 1997 για την τροποποίηση της Διεθνούς Σύμβασης για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία του 1973 (MARPOL 1973), όπως τροποποιήθηκε από το Πρωτόκολλο του 1978 (Αναθεωρημένο MARPOL παράρτημα VI)

2.2.3 Marine Environmental Protection Committee, MEPC, 58η Σύνοδος

Η επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (Marine Environmental Protection Committee, MEPC) στην 58η σύνοδό της που έλαβε χώρα μεταξύ 6-10 Οκτωβρίου 2008 ενέκρινε ομόφωνα τροποποιήσεις στο παράρτημα VI της MARPOL κανονισμούς για τη μείωση των επιβλαβών εκπομπών από τα πλοία.

Οι κύριες αλλαγές στο παράρτημα VI της MARPOL θα οδηγήσουν σε μια σταδιακή μείωση των εκπομπών οξειδίων του θείου (SOx) από πλοία, με το παγκόσμιο ανώτατο όριο περιεκτικότητας σε θείο να μειώνεται αρχικά στο 3,50% (από το σημερινό 4,50%), που θα ισχύσει από 1ης Ιανουαρίου 2012 και στη συνέχεια σταδιακά στο 0,50 %, που θα ισχύσει από 1 Ιανουαρίου 2020. Τα όρια αυτά υπόκεινται σε επανεξέταση σκοπιμότητας που θα ολοκληρωθεί το αργότερο το 2018.

Τα όρια που ισχύουν σε περιοχές ελέγχου εκπομπών θείου (Sulfur Emission Control Areas, SECAs) θα μειωθούν στο 1,00%, αρχής γενομένης από την 1η Ιουλίου 2010 (από το σημερινό 1,50%) Ενώ, πρόκειται να μειωθεί περαιτέρω στο 0,10%, με ισχύ από 1ης Ιανουαρίου 2015.

Επιπλέον, συμφωνήθηκε προοδευτική μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NOx) από τους κινητήρες πλοίων. Με πιο αυστηρούς ελέγχους στα λεγόμενα «Tier III» που αφορούν στους κινητήρες, δηλαδή εκείνους σε πλοία τα οποία κατασκευάστηκαν την ή μετά την 1η Ιανουαρίου 2016 και που λειτουργούν σε περιοχές ελέγχου των εκπομπών.

2.2.4 Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα όρια θείου στα ναυτιλιακά καύσιμα

Με αυτή την οδηγία η ευρωπαϊκή επιτροπή έχει θέσει σε ισχύ την νομοθεσία ΕΕ 2005/33 σε συνδυασμό με την 1999/32. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία εφαρμόζεται σε πλοία που συναλλάσσονται μεταξύ των ευρωπαϊκών λιμένων και των πλοίων που φέρουν τη σημαία ενός ευρωπαϊκού κράτους μέλους. Και οι δύο κανονισμοί ορίζουν τα πρότυπα για τους ιδιοκτήτες τους προμηθευτές καυσίμων, και των πληρωμάτων των πλοίων

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία μπορεί να επηρεάσει την ναυτιλία σε σημαντικό βαθμό κυρίως λόγω του παγκόσμιου χαρακτήρα της, καθώς τους παραπάνω κανονισμούς πρέπει να ακολουθούν και όλα τα πλοία τα οποία προσεγγίζουν ευρωπαϊκά λιμάνια ανεξαρτήτως σημαίας.

Η ευρωπαϊκή επιτροπή έχει θεσπίσει νέες απαιτήσεις για την ποιότητα του καυσίμου που χρησιμοποιείται στα πλοία. Οι οδηγίες ορίζουν πανομοιότυπα όρια με αυτά των SECA's όπως έχει ήδη εφαρμοστεί με το παράρτημα VI της MARPOL με μόνη διαφορά την ημερομηνία εφαρμογής.

Από 1^{ης} Ιανουαρίου 2010 ια επιπλέον οδηγία της ΕΕ ορίζει νέα όρια στα ναυτιλιακά καύσιμα που χρησιμοποιούνται από πλοία που πρόκειται να ελλιμενιστούν σε ευρωπαϊκά λιμάνια. Αυτή ορίζει καύσιμο περιεκτικότητας σε θείο όχι μεγαλύτερο του 0,1% Αυτό επηρεάζει όλα τα πλοία ανεξαρτήτως σημαίας με τις παρακάτω εξαιρέσεις:

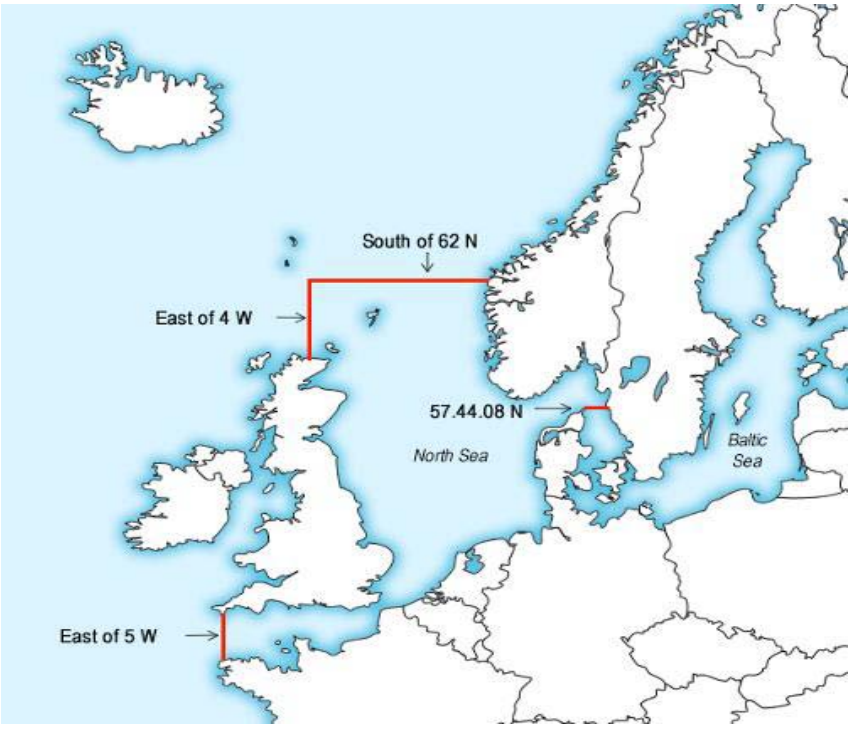
- Πλοία που παραμένουν στο λιμάνι για λιγότερο από 2 ώρες σύμφωνα με το πρόγραμμα που δημοσιεύεται
- Πλοία που δεν χρησιμοποιούν τις κύριες μηχανές τους καθ' όσο βρίσκονται στο λιμάνι και τροφοδοτούνται από την ξηρά (cold ironing)

2.3Emission Control Areas, (ECAs)

Ως περιοχή ελέγχου εκπομπών ορίζεται μια θαλάσσια περιοχή που μπορεί να περιλαμβάνει και λιμάνι και θέτει περιορισμούς στις εκπομπές αερίων ρύπων (οξείδια του θείου SOx και οξείδια του αζώτου NOx) Η περιοχή ελέγχου εκπομπών θείου και των οξειδίων του είναι γνωστή ως SECA (Sulfur emission Control Area)

Οι υφιστάμενες περιοχές ελέγχου των εκπομπών περιλαμβάνουν:

- Την Βαλτική Θάλασσα (SOx, η οποία εγκρίθηκε: 1997 / τέθηκε σε ισχύ: 2005)
- Την Βόρεια Θάλασσα (SOx, 2005/2006)
- Τις ακτές της Βόρειας Αμερικής, συμπεριλαμβανομένων των περισσότερων από τις ΗΠΑ και την ακτή του Καναδά (NOx και SOx, 2010/2012).



ΕΙΚΟΝΑ 10- ΟΡΙΑ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ECA'S ΒΟΡΕΙΑ ΘΑΛΑΣΣΑ

ΕΙΚΟΝΑ 11-ΟΡΙΑ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ECA'S ΒΟΡΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ

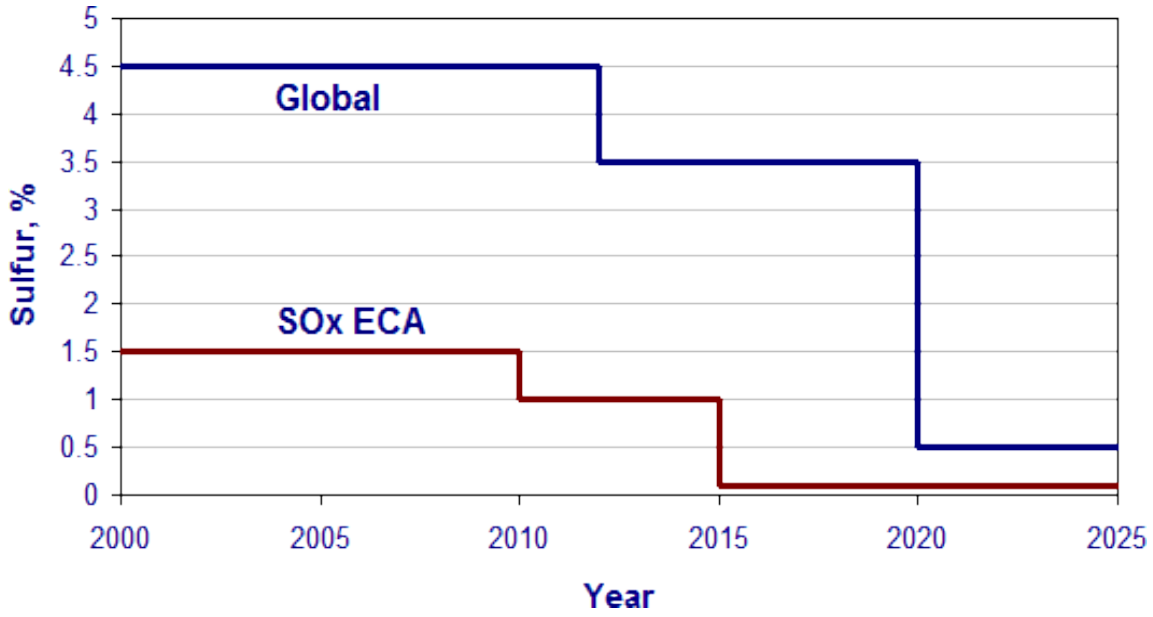
2.3.1 Οξείδια του Θείου SOx

Ο IMO μέσω του παραρτήματος VI της MARPOL όρισε για πρώτη φορά τις περιοχές SECA's. Αυτό σημαίνει ότι το επίπεδο εκπομπών SOx από τα πλοία θα ελέγχεται ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης των εκπομπών. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητο τα πλοία είτε να χρησιμοποιούν καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (άμεση σχέση περιεκτικότητας θείου με τα οξείδια που παράγονται με την καύση) ,είτε να εξοπλίσουν τα πλοία τους με ειδικές κατασκευές κινητήρων οι οποίες θα λειτουργούν σαν φίλτρα – καταλύτες ώστε η ποσότητα οξειδίων του θείου που αφήνεται στην ατμόσφαιρα να ικανοποιεί τους κανονισμούς

Η δεύτερη λύση έχει χαρακτηριστεί αρκετά πολυδάπανη καθώς απαιτεί μετατροπές στο μηχανοστάσιο του πλοίου και τον εφοδιασμό του πλοίου με συσκευές πολύ μεγάλου κόστους, έχει υιοθετηθεί από το σύνολο σχεδόν του ναυτιλιακού κόσμου ως λύση η καύση καυσίμου χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο. Έτσι τα όρια για τα ναυτιλιακά καύσιμα έχουν διαμορφωθεί ως εξής μέσα στα τελευταία χρόνια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-ΟΡΙΑ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΘΕΙΟΥ

MARPOL Annex VI Όρια περιεκτικότητας Θείου		
Ημερομηνία	**Όριο Θείου στο καύσιμο (% m/m)**	
	SECA	**Παγκόσμιιο**
2000	1.5%	4.5%
2010.07	1.0%	
2012		3.5%
2015	0.1%	
2020[a]		0.5%
a – εναλλακτική ημερομηνία 2025 –θα αποφασιστεί το 2018		



ΕΙΚΟΝΑ 12 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΘΕΙΟΥ ΣΤΟ ΚΑΥΣΙΜΟ

2.3.2 Οξείδια του Αζώτου NOx

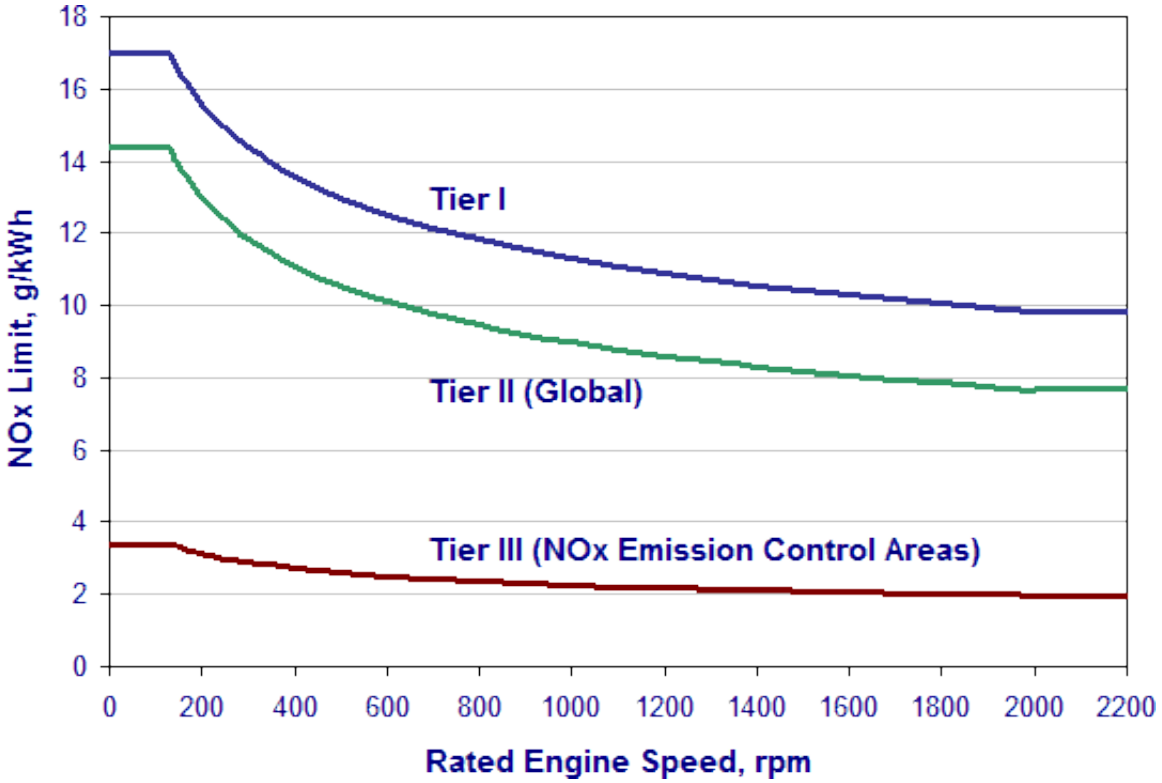
Τα όρια εκπομπών οξειδίων του Αζώτου NOx για τους κινητήρες ντίζελ προκύπτουν ανάλογα με την ταχύτητα λειτουργίας του κινητήρα (σε στροφές n ανά λεπτό, rpm) Τα όρια καθορίζονται από τα αντίστοιχα Tier όπως φαίνεται και στον πίνακα. Τα Tier I και Tier II αναφέρονται στο παγκόσμιο όριο ενώ τα πρότυπα που ορίζει το Tier III ισχύει μόνο για περιοχές ελέγχου εκπομπών.

Τα πρότυπα Tier II αναμένεται να καλυφθούν από τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας καύσης. Οι παράμετροι που εξετάζονται από τους κατασκευαστές κινητήρων περιλαμβάνουν τον χρονισμό έγχυσης καυσίμου, την πίεση, και ποσοστό των καυσίμων στην περιοχή ακροφυσίου, τον χρονισμό των βαλβίδων εξάτμισης, και τον όγκο κυλίνδρου συμπίεσης.

Τα πρότυπα Tier III αναμένεται να απαιτούν αποκλειστικά τεχνολογίες ελέγχου των εκπομπών NOx, όπως οι διάφορες μορφές επαγωγής νερού στη διαδικασία καύσης (στα καύσιμα, στον αέρα σαρώσεως, ή μέσα στον κύλινδρο), ανακύκλωση καυσαερίων, ή επιλεκτική καταλυτική μείωση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 -ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ NOX

MARPOL Annex VI Όρια εκπομπών NOx				
	Ημερομηνία	**Όρια εκπομπών NOx (g/Kwh)**		
		n < 130	**130 ≤ n <2000**	**n ≥ 2000**
Tier I	2000	17.0	$45 \cdot n^{-0.2}$	9.8
Tier II	2011	14.4	$44 \cdot n^{-0.23}$	7.7
Tier III	2016 +	3.4	9 . n-0.2	1.96



ΕΙΚΟΝΑ 13 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΙΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΝΟΧ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ»

3.1 Μεθοδολογία υπολογισμών αέριων ρύπων

Έχει στηριχθεί κυρίως στις ακόλουθες μελέτες:

- Psaraftis, H.N. and Kontovas, C.A. (2008), "Ship Emissions Study" , National Technical University of Athens,report to Hellenic Chamber of Shipping, May
- Psaraftis, H.N. and Kontovas, C.A (2009) "A web-based open emissions calculator", Int. J. Ocean Systems Management, Vol. 1, No. 2, 2009

3.1.1 Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, CO2

Για την εκτίμηση των εκπομπών CO2 αρκεί να πολλαπλασιάσει κανείς την συνολική κατανάλωσης καυσίμων με έναν κατάλληλο συντελεστή εκπομπών. Πριν από το 2009, ο συντελεστής εκπομπών ήταν 3,17 και επρόκειτο για την εμπειρική μέση τιμή που χρησιμοποιείται πιο συχνά σε υπολογισμούς των εκπομπών CO2 που βασίζονται στην κατανάλωση καυσίμου (EMEP / CORINAIR, 2002?. Endreren et al, 2007). Το 2009 μια μελέτη για τα αέρια του θερμοκηπίου χρησιμοποιεί ελαφρώς χαμηλότερους συντελεστές, διαφορετικούς για το μαζούτ και πετρέλαιο ντίζελ. Οι πραγματικές τιμές είναι 3,082 για το ναυτιλιακό ντίζελ και το ντίζελ των πλοίων (MDO / MgO) και 3,021 για το βαρύ μαζούτ (HFO) (Buhaug et al., 2009). Σύμφωνα με την έκθεση της Ομάδας Εργασίας του IMO στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τα πλοία, οι συντελεστές μετατροπής του τα άνθρακα σε CO2 που χρησιμοποιεί ο IMO θα πρέπει να αντιστοιχούν με τους παράγοντες που χρησιμοποιούνται από την IPCC (2006 Κατευθυντήριες γραμμές της IPCC), προκειμένου να εξασφαλιστεί η εναρμόνιση των εκπομπών, καθώς ο συντελεστής χρησιμοποιείται από διάφορα τμήματα στο πλαίσιο της UNFCCC και του Πρωτοκόλλου του Κιότο (IMO, 2009).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΕΚΠΜΠΩΝ CO2 [ΠΗΓΗ: IMO, 2009]

FUEL TYPE	GHG-WG 1/3/1	IPCC 2006 Guidelines			Revised 1996 Guidelines
		Default	Lower	Upper	
Marine diesel and marine gas oils (MDO/MGO)	3.082	3.19	3.01	3.24	3.212
Low Sulphur Fuel Oils (LSFO)	3.075	3.13	3.00	3.29	
High Sulphur Fuel Oils (HSFO)	3.021				

$$CO_2\ emissions\left[tonnes\,CO_2\right]=F_{CO_2}\left[\frac{tonnes\,CO_2}{tonnes\ fuel}\right]\times F\left[tonnes\ fuel\right] \quad \text{Eq.2}$$

Για την εκτίμηση των εκπομπών με τη χρήση της εξίσωσης 2 για κάθε καύσιμο (MDO / MGO, LSFO και HSFO) πολλαπλασιάζεται η συνολική κατανάλωση με τον εμπειρικό συντελεστή 3,17 (kg καυσίμου CO2/kg)

3.1.2 Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου, NOx

Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου NOx εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τον τρόπο με τον οποίο καίγεται το καύσιμο στον κινητήρα. Ως εκ τούτου εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τον κινητήρα. Παράγοντες που καθορίζουν διαφορετική λειτουργία είναι για παράδειγμα SSD αργόστροφοι κινητήρες ή MSD κινητήρες μεσόστροφοι. Οι εκπομπές NOx που αναφέρονται στον κανονισμό 13 του παραρτήματος VI.

Το αρχικό Tier I όριο για τις εκπομπές NOx ισχύει για κινητήρες που θα κατασκευάζονται κατά ή μετά την 1η Ιανουαρίου 2000.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 -ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ NOX [ΠΗΓΗ: BUHAUG ET AL, 2009]

SSD	MSD	Source
87	57	Lloyd's Marine Emissions study (1995) [5]
89*	65*	Combination of IVL and Lloyd's data presented in "Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community" 2002 [6]
90[a]	60[b]	Data compiled for this IMO study

* It is possible that some engines were built after 1 January 2000.
[a] 25 engines, including seven engines from Lloyd's Marine Emissions study.
[b] 96 engines, including 19 engines from Lloyd's Marine Emissions study.

Για τους κινητήρες που έχουν ναυπηγηθεί πριν από την 1η Ιανουαρίου 2000, η αναλογία των εκπομπών NOx στην κατανάλωση καυσίμων (τόνοι ανά ημέρα σε τόνους ανά ημέρα) κυμαίνεται από 0.087 για αργή στροφών σε 0.057 για τις μεσαίες στροφών. NOx συντελεστές εκπομπών είναι εμπειρικά (βλ. EMEP / CORINAIR (2002) Πίνακας 4.2).

Engines Prior to 1 January 2000 (Tier 0)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2 [ΠΗΓΗ: BUHAUG ET AL, 2009]

	SSD	MSD
Tier 0 average NO_x factor (kg/tonne of fuel)	89.5	59.6
Tier I average NO_x factor (kg/tonne of fuel)	78.2	51.4
Power installed post-2000 (% total kW)	40.4%	
2007 NO_x (kg/tonne of fuel)	84.9	56.3
2000–2006 NO_x emission factor	Linear interpolation for each year*	

$$NO_x \ emissions\left[tonnes\ NO_x\right] = F_{NO_x}\left[\frac{tonnes\ NO_x}{tonnes\ fuel}\right] \times F\left[tonnes\ fuel\right] \quad \text{Eq. 4}$$

Όπου F εείναι η συνολική κατανάλωση σε τόνους (δεν χρειάζεται να είναι διαφορετική για διαφορετικό τύπο καυσίμου MDO/MGO, LSFO and HSFO)

Συντελεστής εκπομπών (σε τόνους NOx):

Χρησιμοποιήστε

- 0.057 για μέση ταχύτητα και 0,087 για την αργή στροφών (Tier 0) - με βάση το EMEP / CORINAIR (2002)
- 0,051 για την μέση ταχύτητα και 0,078 για την αργή στροφών (Tier 1) - που βασίζεται στο 2ο μελέτη του IMO αερίων του θερμοκηπίου

3.1.3 Οι εκπομπές οξειδίων του θείου, Sox

Οι εκπομπές SOx αναφέρονται στον κανονισμό 14 του παραρτήματος VI, κατά τον οποίο οι εκπομπές θείου βρίσκονται αυτή τη στιγμή σε παγκόσμιο επίπεδο στο 4,50%, και λιγότερο στις περιοχές ελέγχου εκπομπών SOx (SECAs).

Όσον αφορά το SO2, αυτό το είδος των εκπομπών εξαρτάται από τον τύπο του χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Για να υπολογιστεί πρέπει να πολλαπλασιαστούν η συνολική κατανάλωση καυσίμων (σε τόνους ανά ημέρα) κατά το ποσοστό του θείου που υπάρχει στο καύσιμο (για παράδειγμα, το 4%, 1,5%, 0,5%, ή άλλο) και στη συνέχεια από τον ακριβή συντελεστή 0,02 για τον υπολογισμό των εκπομπών SO2 (σε τόνους ανά ημέρα). Ο συντελεστής 0,02 είναι ακριβής, με την έννοια ότι προέρχεται από τη χημική αντίδραση του θείου με το οξυγόνο.

$$SO_2\ emissions\left[tonnes\ SO_2\right]=0.02\times S(\%wt)\times F\left[tonnes\ fuel\right] \quad \text{Eq.3}$$

Όπου S είναι η περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο (% κ.β)

Ελλείψει συγκεκριμένων στοιχείων για τα καύσιμα περιεκτικότητας σε θείο, χρησιμοποιήστε τις προεπιλεγμένες τιμές του: 2,7% (κ.β.) για το βαρύ μαζούτ και 0,5% (κ.β.) - κλάσματα.

3.2 Διεθνείς πωλήσεις ναυτιλιακών καυσίμων

Ωστόσο, υπάρχει μια γενικευμένη αμφιβολία για την αξιοπιστία των στατιστικών στοιχείων των καυσίμων των πλοίων ως δείκτης της πραγματικής κατανάλωσης καυσίμου που χρησιμοποιείται στη ναυτιλία. Ένα πρόβλημα που εκδηλώνεται κατά τη σύγκριση των στοιχείων αυτών των συνόλων είναι η ΕΠΕ και ΙΕΑ καθορίσει "τα καύσιμα των διεθνών" με διαφορετικό τρόπο: ΙΕΑ δίνει την κατανάλωση καυσίμου της διεθνούς ναυσιπλοΐας συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης από πολεμικά πλοία, ενώ η ΕΠΕ περιλαμβάνει ορισμένα διεθνή καύσιμα αεριωθούμενων στα στοιχεία της για την κατανάλωση καυσίμου ανά τον κόσμο. Έτσι, οι εκτιμήσεις των παγκόσμιων εκπομπών CO2 από τις θαλάσσιες μεταφορές που προέρχονται από τις στατιστικές ενέργειας διαφέρουν σημαντικά από τις εκτιμήσεις, «με βάση τις δραστηριότητες», όπως αυτές θα καθοριστούν στη συνέχεια.

Λόγω των δυσκολιών στη χρήση των στατιστικών στοιχείων κατανάλωσης μια εναλλακτική μέθοδος υπολογισμού έχει προκύψει. Η λεγόμενη bottom up. Πρόκειται για μια προσέγγιση που προσπαθεί να υπολογίσει τις εκπομπές του παγκόσμιου στόλου από τον υπολογισμό των εκπομπών για όλους τους πιθανούς τύπους πλοίου καθώς και για το μεγέθους τους. Για να λειτουργήσει σωστά, αυτή η μέθοδος χρειάζεται πληροφορίες για τις κινήσεις των πλοίων και τα χαρακτηριστικά του πλοίου (τύπος πλοίου και το μέγεθος, τον τύπο του κινητήρα και την ηλικία, το είδος καυσίμου, κλπ.), καθώς και τα αντίστοιχα στοιχεία της κατανάλωσης καυσίμου και των συντελεστών εκπομπών.

Δυστυχώς, τέτοιες ακριβείς πληροφορίες είναι συνήθως φευγαλέες, ως εκ τούτου στο συνήθη τρόπο αυτή η μέθοδος λειτουργεί κάνοντας τις πρότυπες υποθέσεις εργασίας σε διάφορες παραμέτρους, όπως η ταχύτητα του πλοίου, η κατανάλωση καυσίμου σε αυτήν την ταχύτητα, τις ημέρες στη θάλασσα και στο λιμάνι, και άλλα. Η προσέγγιση αυτή έχει πολλές παραλλαγές, κυρίως ανάλογα με το πώς προέρχεται το σύνολο των εισροών, και τις συνθήκες προσομοίωσης ή άλλες υποθέσεις εργασίας που χρησιμοποιούνται. Αναλυτικές μεθοδολογίες για τον υπολογισμό των καυσίμων με βάση τις απογραφές των εκπομπών των πλοίων μπορούν

να βρεθούν στη βιβλιογραφία, βλ. Corbett και Kohler (2003), Endresen et al. (2003,2007), Eyring et al. (2005), Buhaug et al. (2009) και Ψαραύτη και Kontovas (2009).

Ο πίνακας 6 παρουσιάζει μια σύγκριση των εκτιμήσεων της κατανάλωσης καυσίμων ανάμεσα σε μια ευρεία σειρά μελετών. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η ορθή σύγκριση, η οποία είναι ούτως ή άλλως δύσκολη λόγω των διαφορετικών υποθέσεων μοντελοποίησης έχουν εφαρμοστεί διάφορες προσαρμογές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 -ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

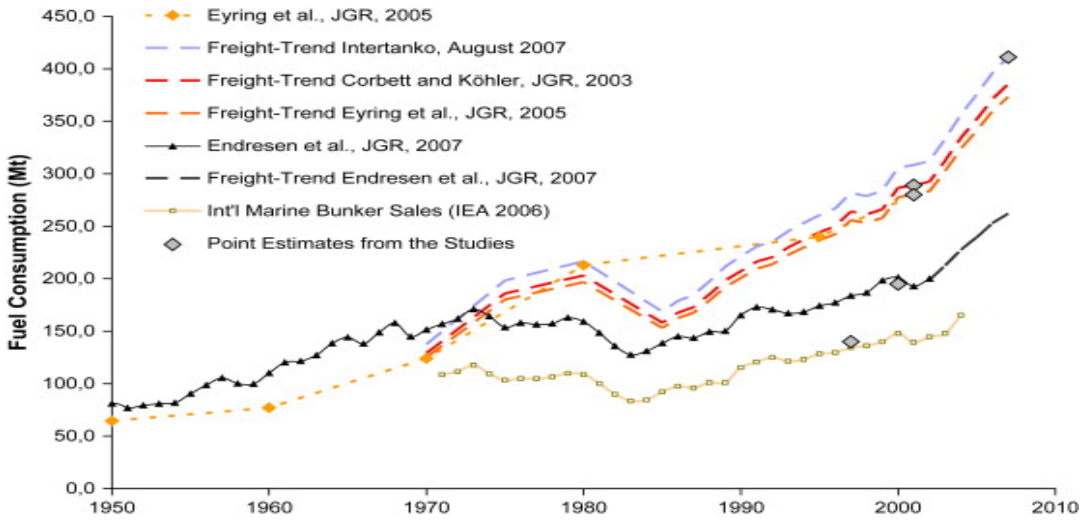
	Base year	Total (Mt)	Adjusted Total	2007 est (Mt)
Eyring et al., 2005	2001	280	277	361
Corbett et al. 2003	2001	289	254	339
Endresen et al, 2007	2000	195	210	282
IMO Expert Group	2007	369	369	369
IEA total marine sales	2005	214	214	234
EIA bunker	2004	225	225	260
Buhaug et al., 2008	2007	333	333	333
Psaraftis and Kontovas, 2009	2007	298	283	283

Ο κύριος λόγος για τις διαφορετικές εκτιμήσεις μεταξύ των συναφών μελετών είναι το θεωρητικό σύνολο των ωρών λειτουργίας του κινητήρα πλοίου ανά έτος. Για να γίνω πιο ακριβής, είναι οι δύο βασικές παραμέτρους σε όλες τις μελέτες «bottom up»:

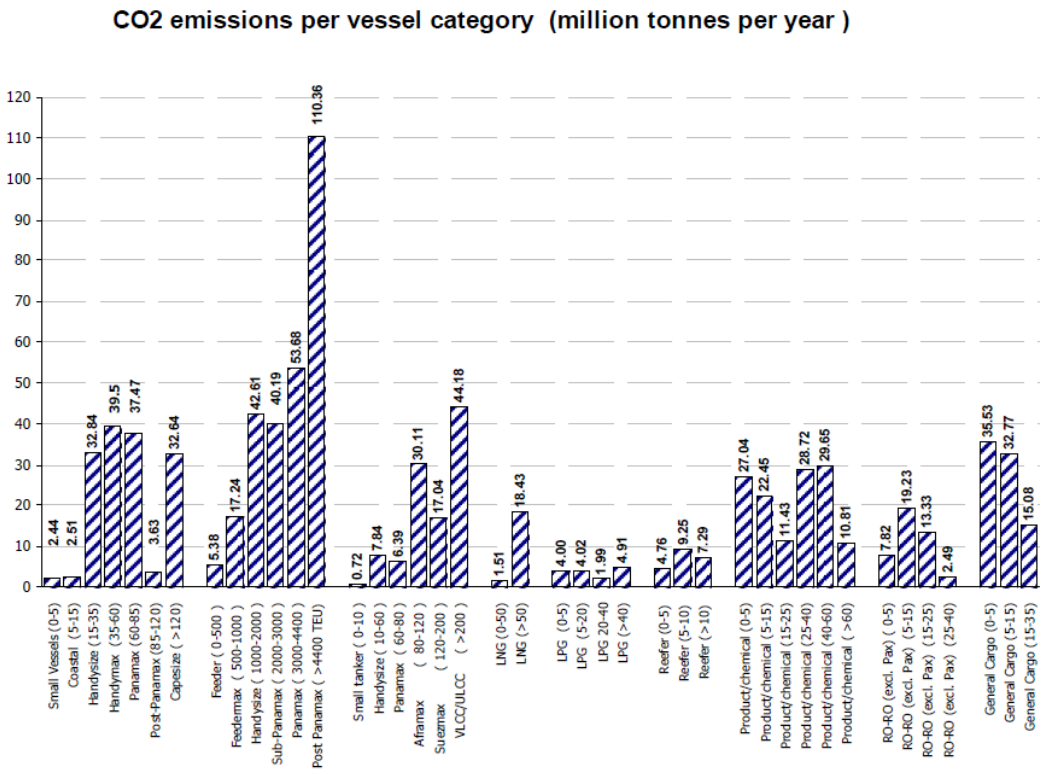
1. η κατανάλωση καυσίμου του κινητήρα για τις κύριες μηχανές και τα βοηθητικά: με βάση την εγκατεστημένη ισχύ των μηχανών (σε kW), η ειδική κατανάλωση καυσίμου του κινητήρα (SFOC) και το φορτίο του κινητήρα, και?

2. η δραστηριότητα του κινητήρα: ώρες λειτουργίας του κινητήρα στη θάλασσα, στο λιμάνι

Η εικόνα 16 δείχνει τις διάφορες εκτιμήσεις της συνολικής κατανάλωσης καυσίμου από τον παγκόσμιο στόλο πλοίων και το ΥΥ την εκτίμηση των εκπομπών CO2 ανά κατηγορία πλοίου με βάση την μελέτη των Ψαραύτη και Κοντόβα (2009).



ΕΙΚΟΝΑ 14 -ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑ [ΠΗΓΗ: ΨΑΡΑΥΤΗΣ & ΚΟΝΤΟΒΑΣ, 2009]



ΕΙΚΟΝΑ 15 -ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΛΟΚΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2 [ΠΠΗΓΗ: ΨΑΡΑΥΤΗΣ & ΚΟΝΤΟΒΑΣ, 2009]

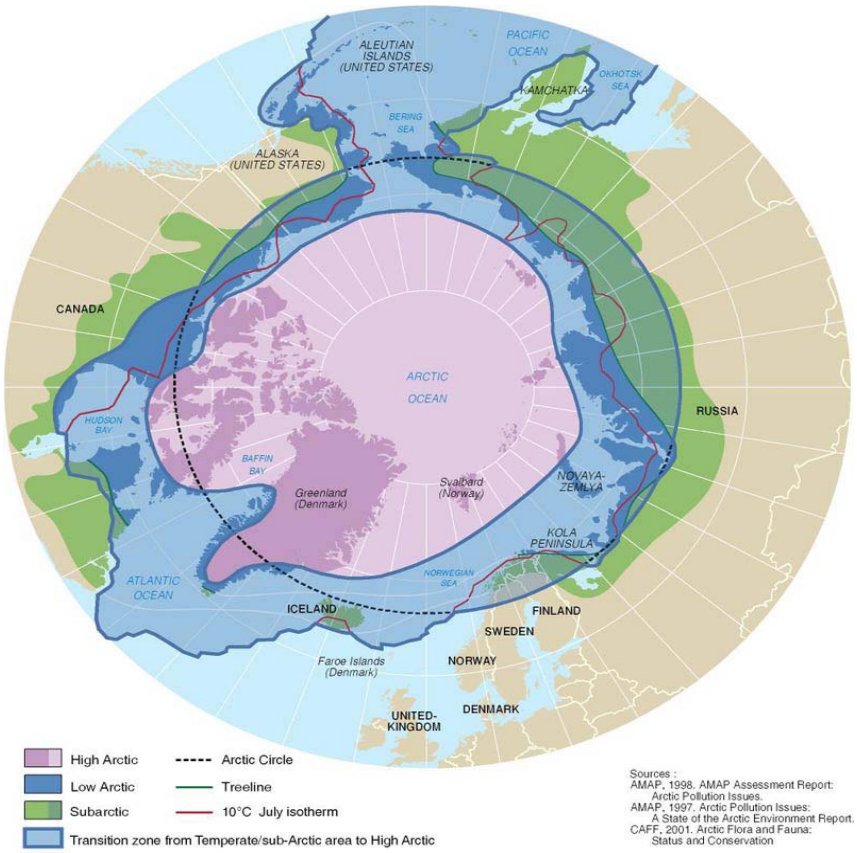
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{ο} : «ΒΟΡΕΙΟ ΠΕΡΑΣΜΑ»

4.1.1 Εισαγωγή

Οι παραδοσιακές θαλάσσιες οδοί για την μεταφορά αγαθών είναι η διέλευση από τη διώρυγα του Σουέζ ή από το ακρωτήρι Καλής Ελπίδας. Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί αύξηση των πλοίων, με αποτέλεσμα την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τους μεγάλους χρόνους αναμονής. Λαμβάνοντας υπ' όψιν και τα κρούσματα πειρατείας σε μερικές διαδρομές οι εφοπλιστές καλούνται σήμερα να βρουν εναλλακτική ασφαλή διαδρομή για την διαμετακόμιση αγαθών μεταξύ Ασίας και Ευρώπης. Η Αρκτική φαίνεται να προσφέρει την λύση. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD,2004) η βιώσιμη εναλλακτική διαδρομή μέσω της Αρκτικής θεωρείται ότι θα γίνει η παραδοσιακή διασύνδεση μεταξύ της βόρειας Ασίας και των αγορών της βορειοδυτικής Ευρώπης.

Η εξερεύνηση της Αρκτικής δεν έγινε μόνο για την αναζήτηση θαλάσσιων διαδρομών, αλλά μάλλον για την ανάπτυξη των διαδρομών που έχουν ήδη, εξερευνηθεί. Οι δυο κύριες «Αρκτικές διαδρομές» περιλαμβάνουν το

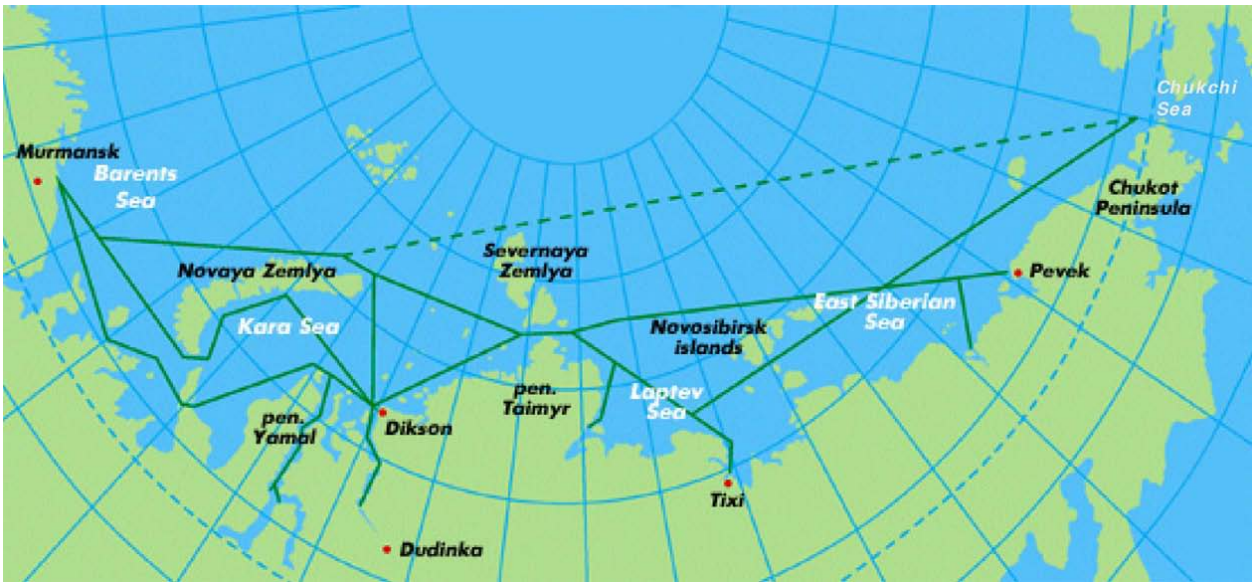
- το βορειοδυτικό πέρασμα το οποίο περνά μέσω του Καναδικού Αρχιπελάγους (Northwest Passage)
- το βορειοανατολικό πέρασμα (Northeast Passage) του οποίου η βόρεια θαλάσσια οδός (Northern Sea Route, NSR) αποτελεί κύριο τμήμα και εκτείνεται κατά μήκος της ρωσικής ακτογραμμής (AMSA, 2009; Østreng et.al, 2010), βλ. Εικόνα 16.



ΕΙΚΟΝΑ 16 -ΒΟΡΕΙΟ ΠΕΡΑΣΜΑ [ΠΗΓΗ: VERNY& GRIGENTIN, 2009]

4.1.2 Γεωγραφική Θέση & Ιστορική Αναδρομή

Το Βόρειο Πέρασμα (North Passage) ή Βόρεια Θαλάσσια Οδός (Northern Sea Route) ή Βορειοανατολικό Πέρασμα (Northeast Passage) είναι μια λωρίδα θάλασσας η οποία επισήμως ορίζεται από την ρωσική νομοθεσία, από τον Ατλαντικό Ωκεανό μέχρι τον Ειρηνικό Ωκεανό κατά μήκος της ρωσικής ακτής από το Murmansk στη θάλασσα του Barents, κατά μήκος της Σιβηρίας προς τον Βερίγγειο Πορθμό και στην άπω Ανατολή. Το βόρειο Πέρασμα διασχίζει 5 αρκτικές θάλασσες: τη θάλασσα του Barents, τη θάλασσα του Kara, τη θάλασσα του Laptev, την ανατολική Σιβηρική θάλασσα και τέλος την θάλασσα του Chukchi. Πριν τον 20^{ο} αιώνα η διαδρομή αυτή ήταν επίσης γνωστή ως το Βορειοανατολικό Πέρασμα.



ΕΙΚΟΝΑ 17- ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΟΡΕΙΟΥ ΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ [ΠΗΓΗ: VERNY& GRIGENTIN, 2009]

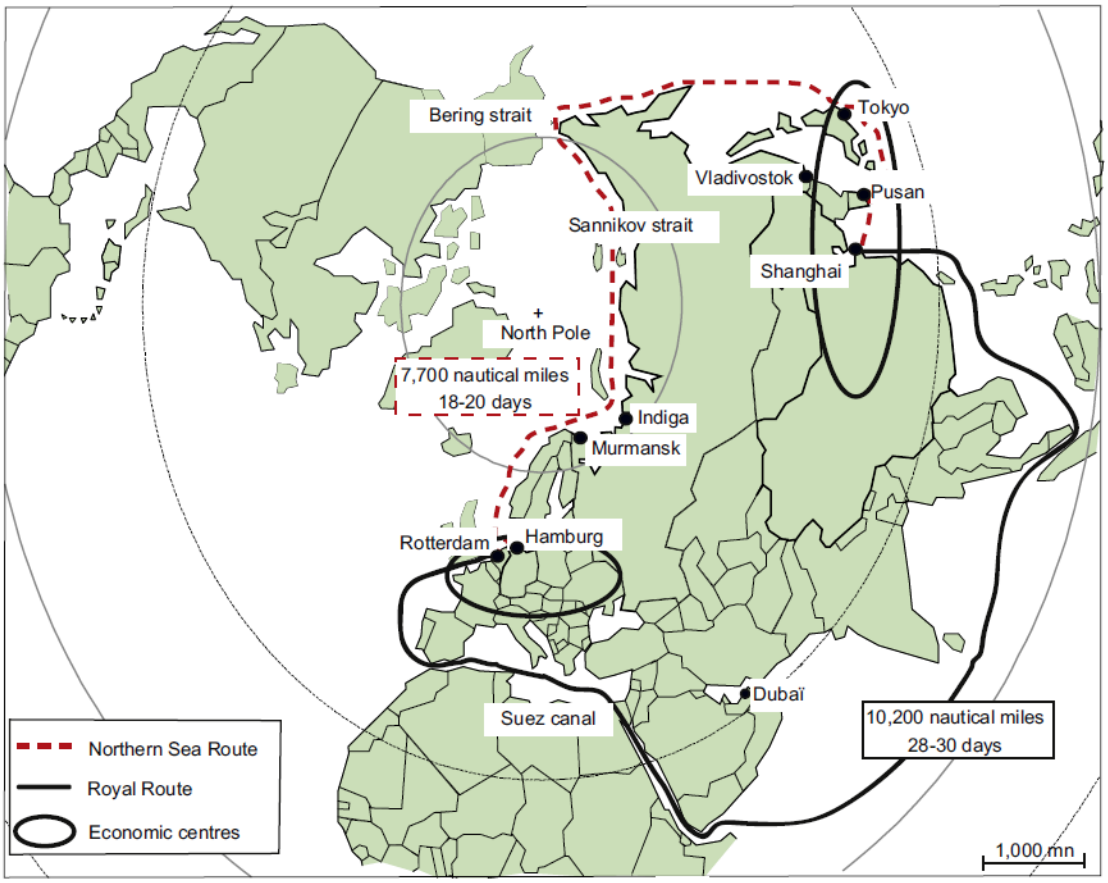
Η απόσταση της βόρειας Θαλάσσιας Οδού θεωρείται ότι κυμαίνεται μεταξύ 2100 και 2900 ναυτικών μιλίων και είναι μέρος της συντομότερης διαδρομής που ενώνει την βορειοανατολική Ασία με την βόρεια Ευρώπη. [Wergeland, 1992] Οι εκτιμήσεις για την πραγματική απόσταση της διαδρομής αυτής, ποικίλουν διότι δεν πρόκειται για μια ενιαία και μοναδική διαδρομή, αλλά γενικά αναφέρεται σε όλες τις πιθανές διαδρομές που ενώνουν τον Ατλαντικό Ωκεανό με τον Ειρηνικό, χρησιμοποιώντας το βόρειο κομμάτι του Αρκτικού Ωκεανού. Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή διαδρομής είναι η κατανομή των θαλάσσιων πάγων της περιοχής. [Liu & Kronbak, 2010]

Το κίνητρο για χρήση της βόρειας θαλάσσιας οδού είναι κυρίως οικονομικοί λόγοι. Ο πρώτος που έθεσε την ιδέα για πιθανή θαλάσσια σύνδεση του ατλαντικού και του ειρηνικού ωκεανού ήταν στη Ρωσία, ο διπλωμάτης Gerasimov το 1525. Ωστόσο, τμήματα της διαδρομής είχαν εξερευνηθεί από ρώσους έποικους και εμπόρους, ήδη από τον 11ο αιώνα.

Ωστόσο, ήταν το 1878 όταν έγινε η πρώτη ολοκληρωμένη μετάβαση μέσω του βορειοανατολικού περάσματος από τον εξερευνητή Φινλανδίας- Σουηδίας Nordenskiöld από δυτικά προς ανατολικά, στην εκστρατεία Vega. Ένα χρόνο πριν το ταξίδι του Nordenskiöld, ξεκίνησε η εκμετάλλευση της διαδρομής με τις λεγόμενες αποστολές του Kara, εξάγοντας γεωργικά προϊόντα μέσω της θάλασσας του Kara. Από το κομβόι των 122 αποστολών μεταξύ 1877 και 1919 μόνο 75 πέτυχαν, μεταφέροντας μόλις 55 τόνους φορτίου. Από το 1911 το "ατμόπλοιο Kolyma" επιχειρούσε από το Βλαδιβοστόκ στο Kolyma μια φορά τον χρόνο. Οι Nordenskiöld, Νάνσεν, Amundsen, DeLong, Makarov και άλλοι οδήγησαν σε πρόσθετες αποστολές, κυρίως για επιστημονικούς λόγους και για χαρτογράφηση.

Το 1932, μια σοβιετική αποστολή με επικεφαλή τον καθηγητή Otto Yulievich Schmidt έπλευσε πρώτη σε όλη τη διαδρομή από το Arkhangelsk προς τον Βερίγγειο Πορθμό. Μετά από κάποιες προσπάθειες που έγιναν το 1933 και 1934 η βόρεια θαλάσσια οδός άνοιξε επισήμως και η εμπορική χρήση ξεκίνησε από το 1935. Το 1932 ιδρύθηκε ένα ειδικό διοικητικό όργανο και ο καθηγητής Otto Yulievich Schmidt έγινε ο πρώτος διευθυντής του. Αυτό είχε κύριο αντικείμενο να εποπτεύει την πλοήγηση στην Αρκτική και την κατασκευή νέων λιμένων. Ξένα πλοία εμποδίζονταν από τη χρήση της βόρειας θαλάσσιας οδού κι ακόμα και σήμερα παραμένει ένα σημαντικό μέρος του συστήματος ασφαλείας της Ρωσίας. [Granberg, 1998]

Το 1987 ο Γκορμπατσόφ σε λόγο που εκφώνησε στο Murmansk δήλωσε ότι το βόρειο πέρασμα θα ανοίξει σε διεθνή κυκλοφορία. Έτσι, το 1991 εγκρίθηκαν οι κανονισμοί για την ναυσιπλοΐα στις θαλάσσιες διαδρομές του βορειοανατολικού περάσματος. Το έγγραφο αυτό ρυθμίζει την πλεύση μέσω του βόρειου περάσματος χωρίς περιορισμούς για τα πλοία κάθε εθνικότητας, για εμπορικούς σκοπούς. [Liu & Kronbak, 2010]



ΕΙΚΟΝΑ 18 - ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΜΕΣΩ ΣΟΥΕΖ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΟΥ ΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ [ΠΗΓΗ: VERNY & GRIGENTIN, 2009]

4.2 Κλιματική αλλαγή και αλλαγές που έχουν συντελεστεί στο βόρειο πέρασμα

4.2.1 Κλιματική αλλαγή

Θεωρώντας ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη οφείλεται σε συσσώρευση αερίων του θερμοκηπίου αναμένεται να είναι αρκετά ισχυρή σε παγκόσμιο επίπεδο και ακόμη πιο ισχυρή στην περιφέρεια της Αρκτικής. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από μελέτες που έχουν γίνει και στηρίζονται σε κλιματικά μοντέλα τα οποία δείχνουν αύξηση των ατμοσφαιρικών αερίων του θερμοκηπίου. Τα σενάρια αυτά επιβεβαιώνουν ότι η κλιματική αλλαγή θα είναι πιο δραστική σε μεγάλα βόρεια γεωγραφικά πλάτη, λόγω ενός πολύπλοκου μηχανισμού ανάδρασης στο πλαίσιο ενός συστήματος αλληλεπίδρασης πάγων – ωκεανών. [9]

Σύμφωνα, με την IPCC (International Panel for Climate Change) και το μοντέλο που έχει αυτή υιοθετήσει, η αύξηση της θερμοκρασίας στην Αρκτική θα είναι της τάξης των 3 – 4 ^{o}C για τα επόμενα 50 χρόνια. Αυτό αντιστοιχεί σε περισσότερο από το διπλάσιο του παγκόσμιου μέσου όρου. Ωστόσο, τα μοντέλα παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση στα αποτελέσματά τους, γεγονός που υποδηλώνει ότι η Αρκτική μπορεί να είναι ο τόπος στον οποίο θα συμβούν οι πιο δραστικές και γρήγορες αλλαγές του 21 αιώνα. [10]

Ήδη παρατηρήσεις επιβεβαιώνουν ότι η θερμοκρασία του αέρα έχει αυξηθεί με ρυθμό διπλάσιο του παγκόσμιου μέσου όρου, κατά τα τελευταία 100 χρόνια, με την συνολική έκταση των πάγων να μειώνεται με ρυθμό της τάξης του 3 -5% ανά δεκαετία, ενώ οι μεγάλες εκτάσεις που ήταν καλυμμένες με πολυετείς πάγους μειώνονται με διπλάσια ταχύτητα, όσο η εκβολή των ποταμών της Ρωσίας αυξάνεται. Το μόνιμα παγωμένο έδαφος της Τούνδρας, αποψύχεται και η καλυμμένη από χιόνια γη μειώνεται. [11]

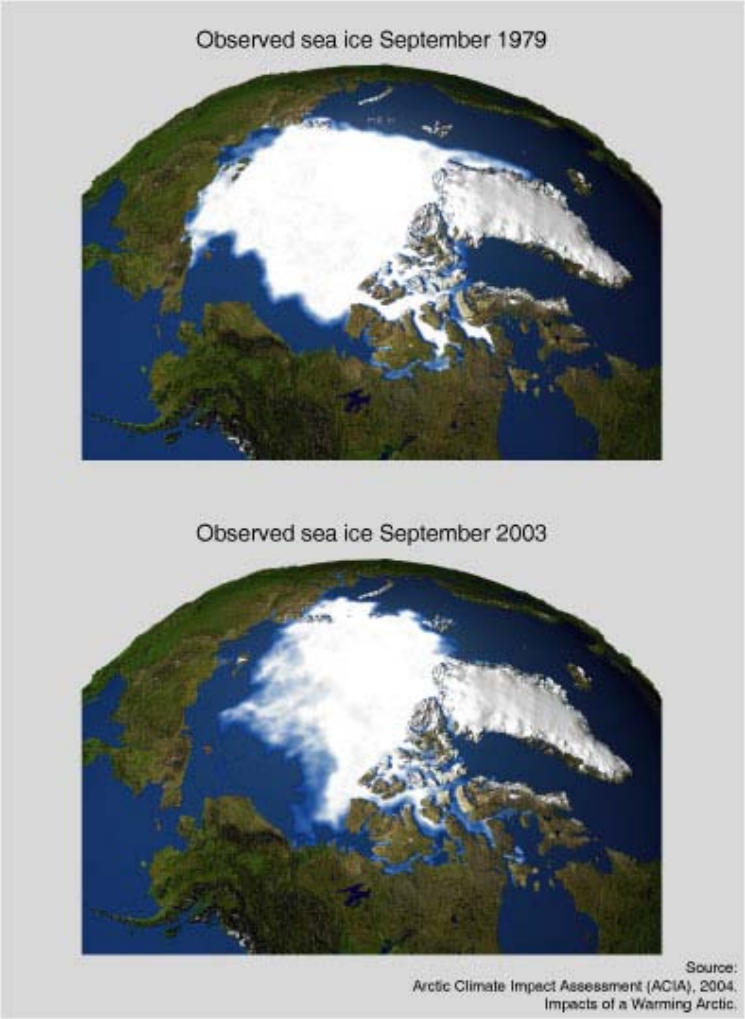
Η μεγάλη πιθανότητα τα μοντέλα της IPCC να είναι συντηρητικά στις προβλέψεις τους σχετικά με την αύξηση της θερμοκρασίας επισημάνθηκε σε ένα άρθρο που παρουσιάστηκε αφότου έγιναν γνωστές οι εκθέσεις της IPCC. Το άρθρο κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το 47 -57%

των παρατηρούμενων τάσεων αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη ήταν εξωγενείς ως προς το μοντέλο προβλέψεων της IPCC και το οποίο για 30 χρόνια ήταν κατευθυντήριος γραμμή για το σύνολο των μοντέλων πρόβλεψης. [12] Το άρθρο καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα μοντέλα πρόβλεψης είχαν υποεκτιμήσει τις συνέπειες της παγκόσμιας αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου πάνω από την Αρκτική και την μετάβαση σε ένα νέο καθεστώς για την Αρκτική, μια Αρκτική χωρίς πάγους κατά τους θερινούς μήνες. Το γεγονός αυτό είναι πιο πιθανό να συμβεί αυτόν τον αιώνα και θα μπορούσε ακόμη και να συμβεί εντός των ετών 2026 -2046, αντί του 2050 και οπουδήποτε αλλού μέχρι το 2100, όπως προβλεπόταν από τις εκθέσεις της IPCC ως το σύνηθες σενάριο. Ως εκ τούτου, η ευαισθησία για την περιοχή της Αρκτικής οφείλει να είναι ακόμη μεγαλύτερη από την αναμενόμενη. [17]

Ακόμη κι έτσι οι εκτιμήσεις αυτές θα μπορούσαν να είναι συντηρητικές. Δεν υπάρχει κανένα μοντέλο αυτή την στιγμή που να λαμβάνει υπ' όψιν την απελευθέρωση μεθανίου που οφείλεται στο λιώσιμο των παγωμένων λιμνών της Αρκτικής. Οι επιστήμονες έχουν ανακαλύψει ότι ακόμη και μια μέτρια απόψυξη του παντοτινά παγωμένου χώματος που βρίσκεται κάτω από τις λίμνες που περιβάλλουν την Αρκτική, καθώς και την μόνιμα παγωμένη ξηρή έκταση γύρω από αυτές, θα μπορούσε να προκαλέσει έναν φαύλο κύκλο, καθώς το αέριο μεθάνιο θα που θα απελευθερωθεί θα παγιδεύσει 25 φορές περισσότερο την ηλιακή ακτινοβολία απ ότι κάνει το CO_2. [14] Μια πλήρης απόψυξη θα απελευθερώσει 10 φορές περισσότερη ποσότητα μεθανίου CH_4 από αυτήν που έχει ήδη βοηθήσει στην υπερθέρμανση του πλανήτη.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα μοντέλα πρόβλεψης, δεν λαμβάνουν υπ' όψιν τους το εξής, τα μεγάλα παγόβουνα της Αρκτικής λόγω τους λευκού τους χρώματος αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται. Όταν αυτά θα λιώσουν ακόμη κι αν πρόκειται μόνο για τους καλοκαιρινούς μήνες το μπλε χρώμα, των ωκεανών στους οποίους θα μετατραπούν οι πάγοι, θα απορροφά πολύ μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργώντας έτσι μια ανάδραση πάνω στο φαινόμενο υπερθέρμανσης του πλανήτη δυσχεραίνοντας ακόμη περισσότερο την υπάρχουσα κατάσταση.

Αυτές οι παρατηρήσεις και η ανάλυση των σημερινών τάσεων του πλανήτη και δείχνουν ότι οι θαλάσσιοι πάγοι της Αρκτικής λιώνουν με ταχύτερους ρυθμούς απ' ότι προβλεπόταν τα προηγούμενα χρόνια. Μια από τις συνέπειες αυτής της πρώιμης απόψυξης της Αρκτικής είναι το άνοιγμα της Βόρειας Θαλάσσιας Οδού (Northern Sea Route, NSR) ή του Βορειοανατολικού Περάσματος (Northeast Passage) για εμπορικά πλοία



ΕΙΚΟΝΑ 19 -ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΑΣΗΣ ΠΑΓΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΤΩΝ 1979-2003 [ΠΗΓΗ: ACIA, 2004]

4.2.2 Σημερινές Τάσεις

Κατά τα τελευταία 75 χρόνια λέγεται ότι η Σοβιετική Ένωση αλλά και το Ρωσικό κράτος λειτουργούν πλοία τους στο βόρειο πέρασμα. Οι θαλάσσιες μεταφορές στην περιοχή επεκτάθηκαν κι έφτασαν στο ζενίθ τους το 1987 με 6,6 εκατομμύρια τόνους κυρίως υπό την μορφή περιφερειακών εξαγωγών φυσικών πόρων και λιγότερο υπό την μορφή φορτίων για τις κοινότητες κατά μήκος της ακτής της Σιβηρίας. [Joshua Ho, 2009] Αφότου κατέρρευσε η σοβιετική ένωση με μεγάλη αισιοδοξία προβλέφθηκε η αυξανόμενη χρήση της βόρειας θάλασσας για την θαλάσσια μεταφορά εμπορευμάτων μεταξύ Ευρώπης – Ασίας. Αυτή η αισιοδοξία δεν ανταποκρίνεται μέχρι στιγμής σε πραγματικές διαδρομές, κυρίως λόγω του γεγονότος ότι η Αρκτική ποτέ δεν ήταν εντελώς ελεύθερη από πάγους, ούτε καν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ώστε να υπάρξει σημαντική διαμετακόμιση εμπορευμάτων μεταξύ Ευρώπης - Ασίας. Ο σημερινός όγκος εμπορευμάτων που μεταφέρονται μέσω της θάλασσας φαίνεται να ήταν περίπου 2,13 εκατομμύρια τόνους το 2007 και η μεταφορά υδρογονανθράκων μέσω της θάλασσας του Barents και της Λευκής Θάλασσας έφτασε τους 8.5 εκατομμύρια τόνους μέσα στο 2006 [Frolov & Krutskih, 2008]

Η Αξιολόγηση για την Ναυτιλία στην Αρκτική Θάλασσα (Arctic Marine Shipping Assessment, AMSA) είναι αρκετά συντηρητική στις εκτιμήσεις της για το πότε θα συμβεί τακτική θαλάσσια πολική μεταφορά. [AMSA, 2008] Εκτιμά, λοιπόν, ότι τα επόμενα χρόνια η περιοχή θα εξακολουθεί να κυριαρχείται από αυξανόμενη μεταφορά εμπορευμάτων περιφερειακά και κυρίως στα θαλάσσια ύδατα της Νορβηγίας και συγκεκριμένα στη θάλασσα του Barents, Pechora και Kara. Λόγω της μείωσης των θαλάσσιων πάγων τόσο οι παράκτιες περιοχές όσο και οι λιμενικές εγκαταστάσεις θα βιώσουν άμεσα εποχιακές βελτιώσεις. Η AMSA εκτιμά ότι περίπου από το 2025 κι έπειτα η διαμετακόμιση αγαθών μέσω της βόρειας θάλασσας θα μπορεί να είναι πιο τακτική. Παρά το γεγονός ότι η ακτή της Σιβηρίας μπορεί να είναι ανοιχτή για τα πλοία αρκετά νωρίτερα, το βάθος του νερού κατά μήκος της ακτής αυτής μπορεί να θέσει όρια μεγέθους στα πλοία που θα μπορούν να πλεύσουν εκεί, άρα και όρια στη μεταφορική τους ικανότητα. Αυτό συνεπάγεται ότι τα πρώτα χρόνια μπορεί να μην είναι οικονομικά συμφέρουσα

η επιλογή πλεύσης στη βόρειο θάλασσα. Η AMSA καταλήγει έτσι στο συμπέρασμα, ότι κανονική χρήση της βόρειας θάλασσας από εμπορικά πλοία έστω για τέσσερεις μήνες τον χρόνο δεν μπορεί να συμβεί μέχρι τα μέσα του παρόντος αιώνα, από το 2040 κι έπειτα.

Ωστόσο, οι θαλάσσιες δραστηριότητες κατά μήκος της Βόρειας Θάλασσας έχουν αλλάξει τα τελευταία δυο χρόνια. Παλαιότερα, μη- Ρωσικά πλοία δεν διέσχιζαν την βόρεια θαλάσσια διαδρομή κατά μήκος της Σιβηρίας, αλλά τώρα πια εμπορικά, ερευνητικά αλλά και εκστρατευτικά πλοία ταξίδευαν μέσω της Βόρειας Θαλάσσιας Διαδρομής στη διάρκεια του καλοκαιριού ήδη από το 2004 και αναμένεται αυτά να αυξηθούν. Για παράδειγμα ο προβλεπόμενος όγκος μεταφορών στη βόρεια θαλάσσια διαδρομή, κατά κύριο λόγο συνδέονται με την μεταφορά φυσικών πόρων φυσικού αερίου και πετρελαίου που μπορεί να αυξηθεί έως και τα 5.5 εκατομμύρια τόνους το 2010 και μέχρι το 2020 στους 12,8 εκατομμύρια τόνους. [Frolov & Krutskih, 2008]

Υπάρχουν επίσης, ενδείξεις ότι το Αρκτικό Πέρασμα μπορεί να ανοίξει πολύ γρηγορότερα από το αναμενόμενο. Κάποια από αυτές είναι για παράδειγμα ότι το 2008 ο Αρκτικός ωκεανός για πρώτη φορά στα χρονικά προσέφερε μια πλεύσιμη ελεύθερη από πάγους θαλάσσια οδό, κατά μήκος των ακτών της Σιβηρίας. [Johannessen & Peterson, 2008] Αυτό συνέβη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού που έλιωσαν οι πάγοι έπειτα από έναν χειμώνα που το πάχος του πάγου ήταν το μεγαλύτερο που είχε παρατηρηθεί τα 5 προηγούμενα χρόνια, γεγονός που καταμαρτυρεί ότι οι εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας έχουν αυξηθεί και θέτει το ενδεχόμενο η ακτή της Σιβηρίας να είναι χωρίς πάγο τους καλοκαιρινούς μήνες αρκετά πιθανό. Επιπλέον, αναφέρεται ότι στις 9 Σεπτεμβρίου 2009 δυο γερμανικά εμπορικά πλοία ήταν τα πρώτα που διέσχισαν το πρώην αδιαπέραστο βορειοανατολικό πέρασμα που ξεκινά από το Ulsan της Κορέας και φθάνει στο λιμάνι του Novy της Ρωσίας. [The Barents Observer, 2009]

Τα πλοία που έχουν πιστοποιηθεί για πλεύση σε παγωμένες θάλασσες από τους νηογνώμονες (Ice class) θα είναι πιθανόν τελικά να πλεύσουν γύρω από το Yamal Penisula κατά μήκος της θάλασσας του Barrents στο Murmansk και τελικά να οδηγηθούν στο Rotterdam. Τέλος δορυφορικές φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης υποδεικνύουν την πιθανότητα ενός πλου καθαρού από πάγους στο Βορειοανατολικό Πέρασμα ήδη από το 2008.

ΕΙΚΟΝΑ 20- ΤΟ ΠΛΟΙΟ YAMAL ΕΝ ΠΛΩ ΣΤΟ ΒΟΡΕΙΟ ΠΕΡΑΣΜΑ [ΠΗΓΗ: WEB]

4.2.3 Ειδικές Συνθήκες για πλεύση στο βόρειο πέρασμα

4.2.3.1 ΠΛΟΙΑ ICE CLASS

Η πλεύση στο βόρειο πέρασμα, όταν αυτό θα είναι προσπελάσιμο, ακόμη και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, απαιτεί ειδική προετοιμασία. Η θαλάσσια διαδρομή δεν θα αφορά σε θάλασσα χωρίς τμήματα πάγων, αλλά θα πραγματοποιείται σε ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες ανάμεσα σε μεγάλα τμήματα πάγων. Αυτό αυτομάτως θέτει τον περιορισμό τα πλοία που θα διασχίζουν τη βόρεια θαλάσσια οδό, να είναι πιστοποιημένα από νηογνώμονες για πλεύση σε παγωμένα νερά, δηλαδή να είναι ice class.

Το να χτιστεί ένα πλοίο πιστοποίησης ice class είναι αρκετά πιο σύνθετη διαδικασία σε σχέση με τα συμβατικά. Τα πάχη των ελασμάτων θα πρέπει να είναι παχύτερα ενώ η εσωτερική στήριξη ισχυρότερη. Οι περισσότεροι νηογνώμονες απαιτούν διαφοροποιήσεις ακόμη και στο πηδάλιο και την έλικα, καθώς πρέπει να είναι αρκετά προστατευμένα. Επιπλέον, απαιτούνται περισσότερα στεγανά διαμερίσματα αλλά και ειδικές ρυθμίσεις για την θέρμανση των δεξαμενών καυσίμων, καθώς οι θερμοκρασίες λειτουργίας είναι αρκετά χαμηλές. Σήμερα οι κανονισμοί των νηογνωμόνων είναι σχεδόν ενιαίοι. Τέλος υπάρχουν διαφορετικές κατηγορίες πλοίων ice class που ορίζουν την τάξη δυσκολίας για τις συνθήκες πλεύσης.

Τέλος, οφείλουμε να αναφέρουμε ότι το πλήρωμα ενός πλοίου που πλέει σε παγωμένες θάλασσες πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο, καθώς αντιμετωπίζει ειδικές συνθήκες, όπως χαμηλότερες ταχύτητες, εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες, πλοήγηση σε παγωμένα νερά και συνήθως ρηχά νερά, χειρισμό μηχανημάτων για θέρμανση των καυσίμων και του έρματος κατά την διάρκεια του ταξιδιού.

4.2.3.1 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΑΓΟΘΡΑΥΣΗΣ ΚΑΙ ΡΩΣΙΚΟΙ ΦΟΡΟΙ

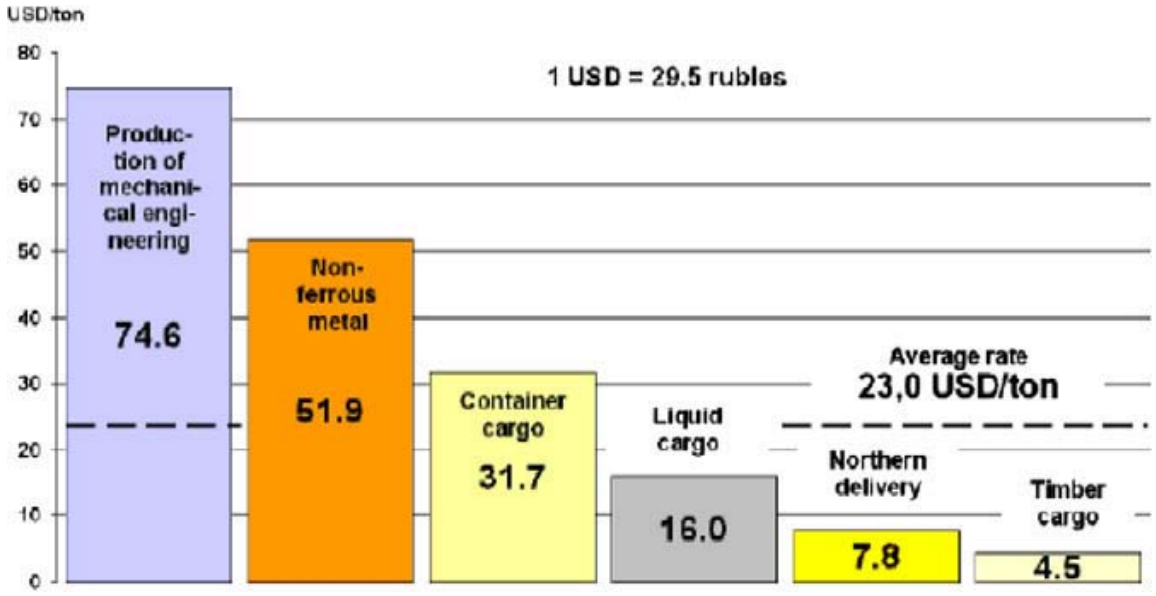
Για να ολοκληρωθεί το ταξίδι σε παγωμένα νερά είναι απαραίτητη η υποστήριξη του πλοίου με παγοθραυστικά που λειτουργούν ως πλοηγοί . Οι υπηρεσίες αυτές είναι εξειδικευμένες, παρέχονται από συγκεκριμένες εταιρείες και αυξάνουν το κόστος λειτουργίας. Αυτή τη στιγμή σε αυτό τον χώρο δραστηριοποιούνται λίγες εταιρείες. Το κόστος της παρεχόμενης υπηρεσίας εξαρτάται από το μέγεθος του πλοίου και των πάγων, την διαδρομή και το επίπεδο της απαιτούμενης υποστήριξης. Εκτός από το σπάσιμο των πάγων, οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν καθοδήγηση από αναγνωριστικά αεροσκάφη, υδρογραφικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες καθώς και συστήματα επικοινωνίας.

Οι χρεώσεις εξαρτώνται από την διαδρομή και την περιοχή στην οποία πρόκειται να πλεύσει το εκάστοτε πλοίο. Το βόρειο πέρασμα έχει χωριστεί σε τρεις διαφορετικές δασμολογικές περιοχές(MULHERIN, 1994):

- Περιοχή Α, από Novaya Zemlya μέχρι Severnaya Zemlya (60-90; E).
- Περιοχή Β, από Severnaya Zemlya για τον Βερίγγειο Πορθμό (90 -169; W).
- Περιοχή Γ, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις περιοχές βόρεια από τα 78; N παράλληλα.

Το τιμολόγιο για την Περιοχή Α ορίζεται σε 70% για την περιοχή C, ενώ για το Β είναι 80% της Περιφέρειας Γ. Το τιμολόγιο για την περιοχή C εκτιμάται για κάθε πλήρη διαμετακόμιση ή μία που διασχίζει δύο ή περισσότερες από αυτές τις περιοχές. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν ο όγκος φορτίου κατά μήκος του βόρειου περάσματος ήταν περίπου 4 εκατομμύρια τόνους ετησίως, τα μέσα παγοθραυστικά τέλη ήταν 2-4 USD ανά τόνο φορτίου. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, όταν ο όγκος του φορτίου μειώθηκε σε 2,5 - 2.800.000 τόνους ετησίως, η λειτουργία έγινε ασύμφορη και το ποσοστό αυξήθηκε στα 7,5 δολάρια ανά τόνο φορτίου. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το κράτος που χορηγεί ετησίως πρόσθετες επιδοτήσεις να βοηθούν στη διατήρηση των παγοθραυστικών. Το 2003, η κυβέρνηση σταμάτησε τη χορήγηση επιχορηγήσεων για τη διατήρηση των παγοθραυστικών. Για να επεξεργαστεί αυτή την αλλαγή, το Υπουργείο Οικονομικών Ανάπτυξης και Εμπορίου για τις 10 Ιανουαρίου 2003, εξέδωσε σχετικά

με την αλλαγή των συντελεστών για παγοθραυστικές Fleet Services για το ΕΕΣ ». Το ποσοστό αυξήθηκε ως εκ τούτου σε ένα μέσο όρο από 23 δολάρια ΗΠΑ ανά τόνο φορτίου, προκειμένου να διατηρήσει και να εκσυγχρονίσει τα παγοθραυστικά (Laiho et al., 2005). Οι αλλαγές κατά την περίοδο 1985 - 2003 είναι φαίνεται στην Εικ.. 20 δείχνει τα ποσοστά για τα διαφορετικούς τύπους φορτίου το 2003. Η πιο πρόσφατη χρέωση για παγοθραυστικές υπηρεσίες είναι διαθέσιμες από το έγγραφο αριθ. 322 που δημοσιεύτηκε από το ρωσικό Υπουργείο:



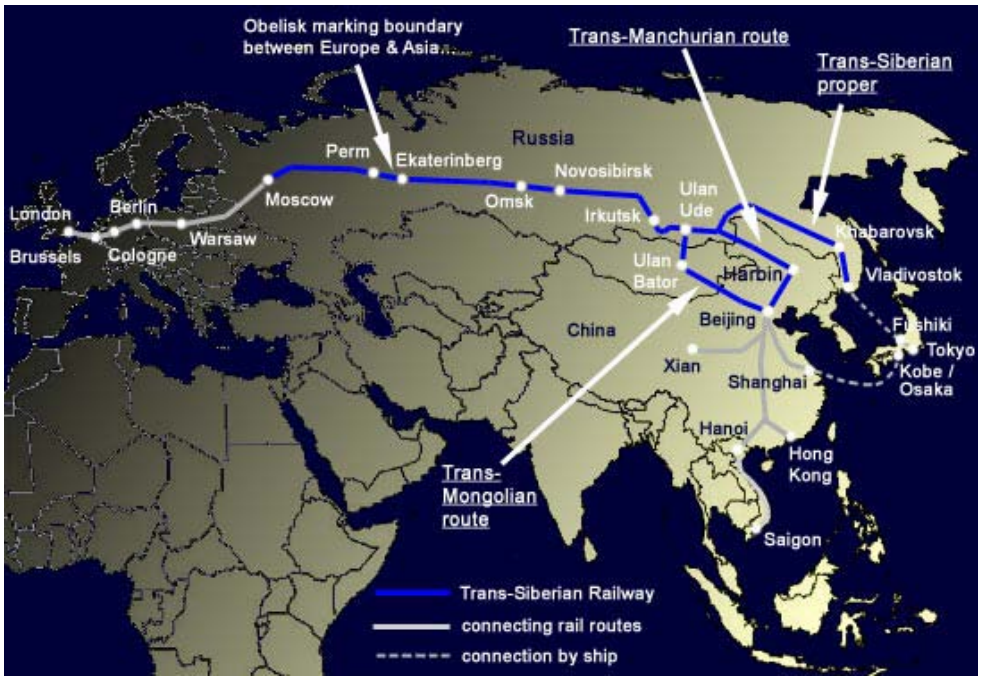
ΕΙΚΟΝΑ 21 -ΑΜΟΙΒΕΣ ΠΑΓΟΘΡΑΥΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ USD [ΠΗΓΗ: ARCOP 2000-30112]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{ο} : «ΥΠΕΡΣΙΒΗΡΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ»

5.1 Εισαγωγή

Ο υπερσιβηρικός σιδηρόδρομος (Trans-Siberian Railway) αφορά σε ένα δίκτυο σιδηροδρόμων με το οποίο συνδέονται η Μόσχα με την ρωσική άπω Ανατολή και την θάλασσα της Ιαπωνίας. Είναι η μεγαλύτερη σιδηροδρομική γραμμή στον κόσμο. Υπάρχουν κλαδικές γραμμές προς την Κίνα που περνούν μέσω της Μογγολίας και της Μαντζουρίας. Κατασκευάστηκε μεταξύ των ετών 1890-1905 και σαν κύριο στόχο είχε τη σύνδεση της Μόσχας με το Βλαδιβοστόκ στην ρωσική ακτή στον Ειρηνικό. Έχει μήκος περίπου 6,560 μίλια που αντιστοιχεί σε 10,555 χιλιόμετρα κατέχοντας την πρώτη θέση σε μήκος σιδηροδρομικού δικτύου.

Μια δεύτερη κύρια οδός είναι αυτή που διασχίζει την Μαντζουρία και συμπίπτει με τον υπερσιβηρικό έως την Tarskaya. Από την Tarskaya τα διευρωπαϊκά μαντζουριανά νοτιοανατολικά οδηγούν νοτιοανατολικά, μέσω του Χαρμπίν και Mudanjiang στις βορειοανατολικές επαρχίες της Κίνας, που ενώνει με την κύρια οδό στο Ussuriysk ακριβώς βόρεια του Βλαδιβοστόκ. Τέλος, μερικά τρένα «διαιρούνται» και συνεχίζουν για την Shenyang, Κίνα, με ένα μέρος των υπηρεσιών εξακολουθεί για την Πιονγιάνγκ, στη Βόρεια Κορέα



ΕΙΚΟΝΑ 22 - ΟΙ ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΚΛΑΔΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΣΙΒΗΡΙΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ

Η τρίτη κύρια οδός είναι η Trans-Μογγολίας Σιδηροδρόμων, το οποίο συμπίπτει με τον Υπερσιβηρικό έως το Ulan Ude στην ανατολική ακτή της λίμνης Βαϊκάλης. Από το Ulan Ude της υπέρ-μογγολικής γραμμής, οδηγείται νότια έως το Ulaan-Baatar προτού πραγματοποιήσει τον δρόμο του νοτιοανατολικά προς το Πεκίνο.

Το 1991 ένα τέταρτο δρομολόγιο προστίθεται βορειότερα και ολοκληρώνεται τελικά, έπειτα από σχεδόν πέντε δεκαετίες σποραδικής εργασίας. Γνωστό ως Baikal Amur Mainline (BAM). Η πρόσφατη αυτή επέκταση αναχωρεί από την υπερσιβηρική γραμμή αρκετά δυτικά από την λίμνη Βαϊκάλη και περνά από την λίμνη στο βορειότερο άκρο της. Διασχίζει τον ποταμό Amur βόρεια του Khabarovsk), και φτάνει τελικά στον Ειρηνικό στο Sovetskaya Gavan.

Ο υπερσιβηρικός είναι πιθανότατα πιο γνωστός κυρίως ως μια ρομαντική διαδρομή με τρένο που δίνει την δυνατότητα στον ταξιδιώτη να θαυμάσει τα θεαματικά τοπία της Σιβηρίας, της λίμνης Βαϊκάλης και την θέα του Ειρηνικού ωκεανού. Πολύ λιγότερο γνωστός είναι ο ρόλος του υπερσιβηρικού ως μια σημαντική αρτηρία μεταφοράς αγαθών αφού προσφέρει μια πλήρως

ανεπτυγμένη υπηρεσία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων σε όλη την Ευρασία από το Βερολίνο έως το Πεκίνο, με συνδέσεις με μεγάλες πόλεις της Ευρώπης αλλά και την δυνατότητα μεταφόρτωσης τμήματος του φορτίου είτε σε άλλη σιδηροδρομική γραμμή είτε σε πλοία για να φτάσουν συχνά σε προορισμούς όπως η νότια Κορέα, η Ιαπωνία, το Χονγκ Κονγκ.

Για την προσέλκυση φορτίων αλλά και για την δημιουργία ενός συντονιστικού οργάνου που θα εξασφαλίζει υψηλή ποιότητα μεταφοράς φορτίων δημιουργήθηκε το συντονιστικό συμβούλιο της υπερσιβηρικής μεταφοράς (Coordinating Council of Trans-Siberian Transportation, CCTT)

Η κεντρική γραμμή του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου είναι υψηλής χωρητικότητας διπλή γραμμή, μήκους περίπου 10.000 χλμ που κινείται με ηλεκτρική ενέργεια. Από τεχνική άποψη είναι σε θέση να μεταφέρει μέχρι και 100.000.000 τόνους φορτίου ετησίως, μεταξύ των οποίων και 140.000 εμπορευματοκιβώτια που διακινούνται μεταξύ των χωρών της Ασίας και του Ειρηνικού ωκεανού προς την Ευρώπη και την κεντρική Ασία.

Η κεντρική γραμμή του υπερσιβηρικού έχει συμπεριληφθεί στα σχέδια που αναπτύσσονται και προωθούνται από τον οργανισμού ηνωμένων εθνών ως ένας από τους άξονες προτεραιότητας που συνδέουν την Ευρώπη με την Ασία.

Οι σιδηροδρομικοί σταθμοί στα σύνορα της Μογγολίας, της Κίνας και της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κορέας ξαναχτίστηκαν και οι σιδηροδρομικές προσεγγίσεις για τους θαλάσσιων λιμένες και τους τερματικούς σταθμούς έχουν εκσυγχρονιστεί, ενώ τερματικοί σταθμοί σε όλο το μήκος της σιδηροδρομικής γραμμής εκσυγχρονίζονται ώστε να ανταποκρίνονται στα διεθνή πρότυπα όσον αφορά των χειρισμό εμπορευματοκιβωτίων διαστάσεων 20’ και 40’ ποδιών. Αυτή την στιγμή υπάρχουν 36 σταθμοί κατά μήκος του πόλεων που διασχίζει ο υπερσιβηρικός που είναι εφοδιασμένοι με τον κατάλληλο εξοπλισμό μεταξύ των οποίων και 13 σταθμοί που μπορούν να χειρίζονται TEU 40 ποδών.

Οι παρούσες τάσεις που αφορούν στην ανάπτυξη εμπορικών και οικονομικών σχέσεων μεταξύ των χωρών της Ευρώπης και της Ασίας αλλά και των χωρών του Ειρηνικού Ωκεανού

δείχνει τις δυνατότητες για αύξηση του όγκου κυκλοφορίας των εμπορευμάτων που μεταφέρονται μέσα σε container μέσω της κύριας γραμμής του υπερσιβηρικού.

5.2 Συντονιστικό Συμβούλιο για την Μεταφορά μέσω του Υπερσιβηρικού (Coordinating Council of Trans-Siberian Transportation)

Η Διεθνής ένωση "Συντονιστικού Συμβουλίου σχετικά με τις Μεταφορές μέσω του υπερσιβηρικού" είναι μία μη εμπορική ένωση μεταφορών με διάρκεια λειτουργίας αορίστου χρόνου η οποία καταχωρήθηκε στο κεντρικό εμπορικό μητρώο του St Gallen (Ελβετία) στις 21 Φεβρουαρίου 1997. Ιδρύθηκε από το υπουργείο συγκοινωνιών σιδηροδρόμων της Ρωσικής Ομοσπονδίας την γερμανική τράπεζα DB AG (Deutche Bahn), την ένωση ευρωπαϊκών φορέων υπερσιβηρικών, GETO (Association of European Trans-Siberian Operators), και την κορεάτικη ένωση διεθνών διαμεταφορέων KIFFA (Korean International Freight Forwarders Association).

Αυτή τη στιγμή το CCTT αποτελείται από 114 μέλη από 22 χώρες συμπεριλαμβανομένων σιδηροδρομικών και ναυτιλιακών εταιριών, διαχειριστές και φορτωτές, λιμάνια και εταιρίες φορτοεκφόρτωσης, κρατικούς οργανισμούς και διοικήσεις δήμων, εταιρίες τηλεπικοινωνιών και μάρκετινγκ καθώς και υπηρεσίες ασφάλειας και μέσων ενημέρωσης.

Οι κύριοι σκοποί του Συντονιστικού Συμβουλίου για τις υπερσιβηρικές μεταφορές είναι :

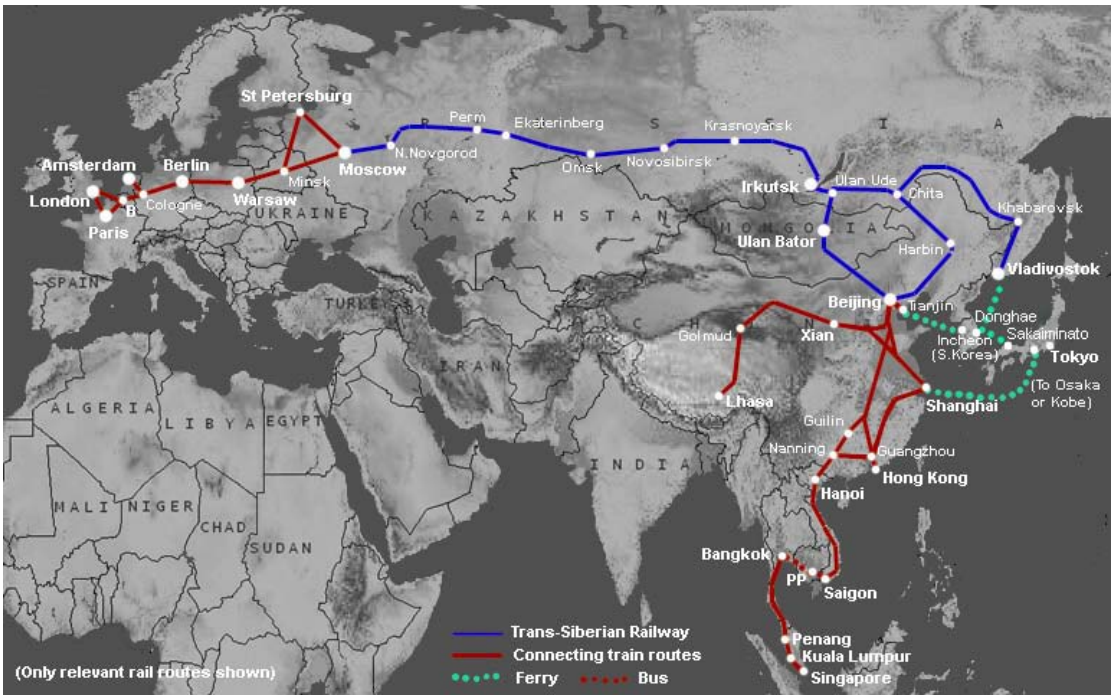
- Προσέλκυση εγχώριων και ξένων φορτίων προς την υπερσιβηρική διαδρομή
- Τον συντονισμό των δραστηριοτήτων των εταιριών που συμμετέχουν για την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας παράδοσης αγαθών και την ανάπτυξη οικονομικών σχέσεων μεταξύ των χωρών της νοτιοανατολικής Ασίας, της άπω και της Μέσης Ανατολής της κεντρικής Ασίας και της Ευρώπης με βάση τη χρήση των υποδομών των ρωσικών σιδηροδρόμων.

Το συντονιστικό συμβούλιο για τις μεταφορές μέσω υπερσιβηρικού αλλά και οι ρωσικές σιδηροδρομικές γραμμές ετοιμάζουν αλλαγές στην κυκλοφορία του υπερσιβηρικού έως το 2020 οι οποίες προβλέπουν τα ακόλουθα:

Συστηματική προσέγγιση της ανάπτυξης της κυκλοφορίας του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου για μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων σε συνεργασία με συλλόγους από την Ευρώπη την Ασία την Ρωσία, την Ιαπωνία, την νότια Κορέα.

5.3 Πλεονεκτήματα της μεταφοράς προϊόντων μέσω του υπερσιβηρικού σε σχέση με την θάλασσα

Το πρώτο επιχείρημα των υπέρμαχων του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου είναι ότι αποτελεί την ταχύτερη σύνδεση μεταξύ Ευρώπης - Ασίας. Ο χρόνος μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είναι σημαντικά μικρότερος σε σχέση με την μεταφορά με πλοία, μέσω της κλασικής διαδρομής διά της διώρυγας του Σουέζ. Για κάποιες διαδρομές η διαφορά του χρόνου μεταφοράς μπορεί να μειωθεί ακόμη και στο 1/3 του συμβατικού χρόνου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η σύνδεση δυτικής Ευρώπης (Φινλανδία) με την Ασία (Κίνα). Για την εν λόγω διαδρομή η μεταφορά προϊόντων με το τρένο χρειάζεται λιγότερο από 10 ημέρες για να ολοκληρωθεί, ενώ η θαλάσσια διαδρομή διαρκεί περίπου 28 ημέρες.



ΕΙΚΟΝΑ 23 - ΥΠΕΡΣΙΒΗΡΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ & ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα των ρωσικών σιδηροδρόμων, για μεταφορά προϊόντων από την Ασία (Κίνα) έως την δυτική Ευρώπη (Φινλανδία) ο χρόνος μεταφοράς μέσω του υπερσιβηρικού είναι σημαντικά μικρότερος σε σχέση με μεταφορά με πλοία μέσω της κλασικής διαδρομής μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Η μεταφορά προϊόντων με τρένο διαρκεί σχεδόν λιγότερο από 10 ημέρες ενώ η θαλάσσια διαδρομή χρειάζεται περίπου 28 ημέρες για να ολοκληρωθεί.

Ένας ακόμη λόγος είναι ο χαμηλός κίνδυνος για πειρατείες και γενικά προβλήματα που προκύπτουν από την έκρυθμη κατάσταση που επικρατεί τον τελευταίο καιρό τόσο στη μέση ανατολή όσο και στα παράλια της Αφρικής.

ΕΙΚΟΝΑ 24 - ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

Συνοψίζοντας τα επιχειρήματα της μεταφοράς προϊόντων μέσω του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου, έχουμε:

- μειώνει περίπου κατά τα δύο τρίτα του χρόνου για τις μεταφορές εμπορευμάτων: τα δοχεία από την Κίνα προς τη Φινλανδία σχετικά με τον Υπερσιβηρικό διαρκέσει λιγότερο από 10 ημέρες, σε σύγκριση με 28 ημέρες από την θάλασσα.

- χαμηλό επίπεδο του πολιτικού κινδύνου: έως 90% της διαδρομής διέρχεται από τη Ρωσία - ένα κράτος με ένα σταθερό δημοκρατικό σύστημα διακυβέρνησης, σταθερό πολιτικό κλίμα και σταθερά αναπτυσσόμενη οικονομία

- ελαχιστοποιεί την ανάγκη για τη μεταφόρτωση εμπορευμάτων, μειώνοντας έτσι το κόστος των εμπορευμάτων και τον κίνδυνο της τυχαίας ζημιάς σε εμπορεύματα κατά το χειρισμό.

5.4 Η Deutsche Bahn διαχειρίστρια του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου

Η Deutsche Bahn η διαχειρίστρια εταιρία του γερμανικού σιδηροδρόμου ανακοίνωσε ήδη από τα μέσα του 2008, την απόφασή της να ξεκινήσει μια άμεση γραμμή σύνδεσης για την εξυπηρέτηση φορτίων μεταξύ της Κίνας και της Γερμανίας και τη λειτουργία αυτής ήδη από το τελευταίο τρίμηνο του ίδιου έτους.

Την διαχείριση της γραμμής θα αναλάβει η China United International Railway Container Transport (CUIRC), η οποία ανήκει κατά 8% στον γερμανικό κολοσσό. Η διαδρομή ανάμεσα στο Βερολίνο και το Πεκίνο έχει μήκος 9850 χλμ. και πρόκειται να διαρκεί 15 ημέρες ενώ το αντίστοιχο με πλοίο περίπου 25 ημέρες.

Ο Norbert Bensel επικεφαλής των εργασιών εφοδιαστικής της Deutsche Bahn αναφέρει «τα φορτηγά τρένα δεν μπορούν να ανταγωνιστούν τις θαλάσσιες μεταφορές, αλλά για κατεπείγοντα εμπορεύματα ή για μεγάλους όγκους φορτίου η χρήση του τρένου θα μπορούσε να έχει λογική.

Η γερμανική σιδηροδρομική επιχείρηση συνομιλεί με τους ρώσους ομολόγους ώστε να λάβει μερίδια συμμετοχής ο ένας του άλλου, και κυρίως σε ό,τι αφορά την ρωσική επιχείρηση σιδηροδρόμων της οποίας ο κύριος εταίρος είναι η DB για την διηπειρωτική σύνδεση Κίνας – Γερμανίας.

Η ετήσια έκθεση της DB προβλέπει αρχικά ετήσιες πωλήσεις μεταξύ 10 και 10 εκατομμυρίων ευρώ από την εμπορευματική υπηρεσία σιδηροδρομικών μεταφορών προς την Κίνα.

Αυτή την στιγμή παρέχονται από τον υπερσιβηρικό σιδηρόδρομο οι εξής υπηρεσίες:

- την πλήρη παρακολούθηση των αμαξοστοιχιών και την κατάσταση των αυτοκινήτων και των container
- οι πελάτες να ακολουθούν τις αποστολές τους σε πραγματικό χρόνο, γνωρίζουν την τρέχουσα θέση τους κατά μήκος ολόκληρης της διαδρομής και να γνωρίζει πότε τα container και τα φορτία τους φτάνουν σε κάθε προορισμό στη Ρωσία
- εμπορική επιθεώρηση των ειδών
- ηλεκτρονικής διασάφησης των εμπορευμάτων, με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ελέγχου φορτίου από 3 ημέρες στη 1,5 ώρα
- όλα τα container σε κάθε αμαξοστοιχία να αναγράφονται σε ένα έγγραφο μεταφοράς
- την παρακολούθηση της ασφάλειας των εμπορευμάτων κατά την μεταφορά.

5.5 Εκπομπές αερίων ρύπων από τη λειτουργία των φορτηγών τρένων

Η Deutsche Bahn θεωρεί ότι οι εμπορευματικές μεταφορές με τρένο είναι ο τρόπος μεταφοράς με το χαμηλότερο επίπεδο εκπομπών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα τρένα κινούνται σε μεγάλο ποσοστό με ηλεκτρική ενέργεια. Παρόλο που κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να ισχύει σύμφωνα με την έκθεση του IMO Buhaug 2009, ο υπερσιβηρικός τροφοδοτείται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από πυρηνική ενέργεια ή από υδροηλεκτρικά εργοστάσια, γεγονός που τον κάνει να είναι ως προς τις εκπομπές CO2 περιβαλλοντικά ουδέτερος.

Η DB Schenker Rail στόχος είναι να μειωθεί ειδικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας κατά 19 τοις εκατό έως το 2020 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2006. Ο αριθμός βελτιώθηκε και πάλι το 2010, από περίπου 2 τοις εκατό σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Αυτό οφείλεται στην

συνεχή βελτιστοποίηση της χρήσης, καθώς και ο εκσυγχρονισμός του στόλου των οχημάτων. Σε σύγκριση με το 2006, η ειδική κατανάλωση ενέργειας ήταν 8,4 τοις εκατό χαμηλότερο.

Η DB Schenker Rail ήταν επίσης σε θέση να μειώσει τις ειδικές εκπομπές CO2 ε, αυτή τη φορά κατά 2,2 τοις εκατό, καθιστώντας τα 9,1 τοις εκατό χαμηλότερο από το 2006. Τα τελευταία χρόνια, ο Όμιλος DB αυξάνεται συνεχώς το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται σε σιδηροδρομικό του δίκτυο που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Το 2010, στο 19,8 τοις εκατό, που αντιπροσωπεύουν σχεδόν το ένα πέμπτο του συνόλου του μείγματος ηλεκτρικής ενέργειας. Ο συντελεστής CO2 στο μείγμα ηλεκτρικής ενέργειας σιδηροδρόμων DB έχει παραμείνει σχεδόν σταθερή σε 597 g / kWh. Περίπου 141 ώρες gigawatt σώθηκαν από το 2010 ανακτώντας την ενέργεια που παράγεται κατά το φρενάρισμα. Αυτό αντιστοιχεί σε 5,2 τοις εκατό της ετήσιας ενέργειας που καταναλώνεται από την DB Schenker Rail .

5.5.1 Η Ρωσία σχεδιάζει πυρηνικό σταθμό

ΕΙΚΟΝΑ 25 –ΠΥΡΗΝΙΚΟ ΤΡΕΝΟ [ΠΗΓΗ:TOM NIELSEN]

Παρόλο που ακούγεται σαν ένα κεφάλαιο σε ένα βιβλίο επιστημονικής φαντασίας, δεν είναι. Η Rosatom και οι ρωσικοί Σιδηρόδρομοι αναπτύσσουν τα σενάρια τα τρένα τους να κινούνται με πυρηνική ενέργεια.

Ο αντιπρόεδρος των ρωσικών Σιδηροδρόμων (RZhD) Βαλεντίν Gapanovich λέει ότι θα παρουσιάσει τη διάταξη της αμαξοστοιχίας στο τέλος του τρέχοντος έτους. Το τρένο θα αποτελείται από 11 βαγόνια.Η μηχανή του τρένου θα είναι ένα μικρός γρήγορος αντιδραστήρας αφότου δημιουργό, όσο και σε αρχικό στάδιο, το τρένο θα είναι μια επιστημονική εκθεσιακό συγκρότημα.

Ο σχεδιασμός γίνεται από την κρατική εταιρία ατομικής Ενέργειας της Ρωσίας, Rosatom. Το εκτιμώμενο κόστος της κατασκευής είναι ακόμα ασαφές, και τίποτα δεν έχει ακόμη ειπωθεί για την ασφάλεια αυτών των τρένων.

Αυτή δεν είναι η πρώτη φορά την ιδέα ενός πυρηνικού κινητήρα τρένο παρουσιάζεται. Πίσω το 1956, το Υπουργείο Μεταφορών της εποχής ΕΣΣΔ ανακοινώθηκε για πρώτη φορά πυρηνική προώθηση ως μια δυνατότητα για τις μηχανές έλξης που θα μπορούσε να λειτουργήσει αυτόνομα, χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα ή μεγάλη ποσότητα καυσίμου. Το Υπουργείο, στη συνέχεια, ανέφερε ότι τέτοιου είδους μηχανών θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στον απώτατο βορρά και απομακρυσμένες περιοχές της Σιβηρίας, σύμφωνα με φόντο άρθρο δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Popularnaja Mehanika.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα με την προτεινόμενη κινούνται με πυρηνική ενέργεια τρένο είναι ότι μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε ένα κινητό εργοστάσιο πυρηνικής ενέργειας, την παροχή ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές και βιομηχανικούς χώρους.

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το τρένο αυτό παρά τις αμφιβολίες για την ασφάλεια των πυρηνικών σταθμών, δεν θα επηρεάζει την κλιματική αλλαγή καθώς δεν χρησιμοποιεί υδρογονάνθρακες για την κίνησή του και τα αντίστοιχα ποσοστά CO_2 θα είναι μηδαμινά.

5.5.2 Railenergy Τελικό Συνέδριο

Railenergy, το συνεργατικό ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο σιδηροδρομικών για την ενεργειακή απόδοση.

(Βρυξέλλες, 25 Νοεμβρίου 2010)

Σήμερα, η Βασιλική Φλαμανδική Ακαδημία παρέχει ένα εξαιρετικό πλαίσιο για την Railenergy Τελικό Συνέδριο, που συγκεντρώνει πάνω από 130 συμμετέχοντες. Ο συντονιστής Railenergy, Judit Sandor (UNIFE), και τον ομόλογό του UIC Enno Wiebe, κατάφερε να καλέσει αυτό το ευρύ κοινό που αποτελείται από εκπροσώπους της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, όλες τις μεγάλες ευρωπαϊκές εταιρείες που δραστηριοποιούνται τρένο, διαχειριστές υποδομής καθώς και τους ευρωπαίους κατασκευαστές των σιδηροδρόμων.

Σήμερα, μετά από τέσσερα χρόνια της συνεργατικής έρευνας σιδηροδρομικών, 27 Ευρωπαίους εταίρους παραδίδουν έναν μεγάλο αριθμό συστάσεων και έναν κατάλογο των τεχνολογιών για μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση στον τομέα των σιδηροδρόμων. Railenergy υπόσχεται να βοηθήσει να σωθούν 6% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα - ποσοστό που δεν φαίνεται υψηλό με την πρώτη ματιά, αλλά με συγκεκριμένα στοιχεία, το 6% των ετήσιων λογαριασμών της ενέργειας μια μεγάλη ευρωπαϊκή επιχείρηση σιδηροδρόμων ανέρχεται σε περίπου 6.000.000 Ευρώ. Τεράστιες δυνατότητες εξοικονόμησης είναι να αξιοποιηθούν και η Railenergy προσφέρει τώρα το κλειδί.

Όταν το έργο ξεκίνησε, το θέμα της ενέργειας δεν αποτελούσε προτεραιότητα στην πολιτική ατζέντα. Η κοινοπραξία είχε μια ιδέα - οραματιστή τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος των σιδηροδρόμων. Στόχος τους ήταν να διατηρήσουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα του τομέα σε σχέση με τα άλλα μέσα μεταφοράς και να εξασφαλιστεί η αποτελεσματική και αποδοτική κίνηση της μάζας με τη μείωση της ενέργειας, που προσιδιάζουν σε λειτουργία. Η κοινοπραξία δημοσίευσε επομένως ένας κατάλογος των

μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας και τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, ενεργειακά αποδοτική οδήγηση και αναστρέψιμη συνεχές ρεύμα υποσταθμούς.

Γενική UNIFE Προπονητικής Eric fontanel ήταν υπερήφανος για να τονίσει την πρώτη κοινή UIC / UNIFE Τεχνική σύσταση για "Προδιαγραφή και επαλήθευση της κατανάλωσης ενέργειας για σιδηροδρομικό τροχαίο υλικό και" ως ένα από τα σημαντικότερα αποτελέσματα του έργου Railenergy. Αυτό το εθελοντικό πρότυπο επέτρεψε UIC και UNIFE να προσθέσετε ένα νέο λιθαράκι στο οικοδόμημα της ευρωπαϊκής τυποποίησης ώστε να παρέχουν στους φορείς εκμετάλλευσης και τους κατασκευαστές με μια κοινή γλώσσα κατά τη διαδικασία σύναψης συμβάσεων.

Οι Emilio MAESTRINI, Διευθυντής της UIC Rail System, παρουσίασε την αριθμομηχανή Railenergy που υποστηρίζει φορείς λήψης αποφάσεων για την αξιολόγηση των διαφόρων στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης. Το εργαλείο αυτό, ενσωματώνοντας τη γνώση που συγκεντρώνει το σύνολο της κοινότητας των σιδηροδρόμων μέσα Railenergy, είναι διαθέσιμες στο κοινό στη διεύθυνση: http://www.railenergy.eu.

Ένα ισχυρό μήνυμα προς την πολιτική στον τομέα παραδόθηκε - μέγιστης δυνατής ενεργειακής απόδοσης πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένες και πρέπει να αξιοποιηθούν πλήρως. Railenergy αποτελεί βασικό ορόσημο για την επίτευξη σε παγκόσμιο επίπεδο ενεργειακά αποδοτικό σιδηροδρομικό σύστημα. Κατά τη διάρκεια των τεχνικών διασκέψεων και κατασκευαστές συμφώνησαν ότι τα καθήκοντα τους στην εκμετάλλευση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να ενσωματωθούν στην επιχείρηση από τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού του τροχαίου υλικού μέσω συμβάσεων για την λειτουργία και την προσαρμογή του στόλου. Οι τιμές της ενέργειας δεν θα σταματήσει να αυξάνονται στο μέλλον και του τομέα των σιδηροδρόμων θα συνεχίσουν με κοινές προσπάθειες της για να γίνει πιο αποτελεσματική, προκειμένου να παραμείνουν ανταγωνιστικές και να βελτιώνει συνεχώς τις επιδόσεις της βιωσιμότητάς της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° : «MODAL SHIFT & MODAL CHOICE»

6. 1 Λογαριθμικό πολυωνυμικό Μοντέλο - Multinomial Logit Model

6.1.1 Για i τρόπους ή μέσα μεταφοράς

Σε περιπτώσεις που προτείνονται περισσότερες από μία επιλογές όσον αφορά τη διαδρομή ή τα μέσο μεταφοράς ή ακόμη και πιο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως η ταχύτητα, η πιθανότητα ο τυχαίος χρήστης να επιλέξει την επιλογή i, προκύπτει από λογαριθμικό πολυωνυμικό μοντέλο. (multinomial logit model) Μέσω του μοντέλου προσπαθούμε να καθορίσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την εκάστοτε επιλογή και έτσι να προβλέψουμε την κατανομή ταξιδιωτών, ή φορτίων στα ανάλογα μέσα μεταφοράς ή τις εναλλακτικές διαδρομές.

Στη γενική περίπτωση όταν προσφέρονται M τρόποι μεταφοράς η πιθανότητα του να επιλεγεί το μέσο i εξαρτάται από την σχετική τιμή, τον χρόνο μεταφοράς και άλλα συγκριτικά πλεονεκτήματα του εκάστοτε μέσου. Η πιθανότητα P_i που αναφέρεται στον τυχαίο ταξιδιώτη να επιλέξει το μέσο i προσεγγίζεται με την παρατηρούμενη συχνότητα f_i του συγκεκριμένου μέσου ή με το αντίστοιχο μερίδιο της αγοράς του μέσου i. Το μοντέλο M διαστάσεων μπορεί να περιγραφεί με την παρακάτω σχέση (Theil 1969; Rassam et al. 1971)

$$f_i = \frac{\exp(a_i + b_i p_i + c_i t_i)}{\sum_k \exp\,(\,a_k + b_k p_k + c_k t_k)}$$

Όπου,

$f_i \cong P_i$, η δεσμευμένη πιθανότητα ή συχνότητα του να επιλεγεί ο τρόπος μεταφοράς i

$p_i =$ η τιμή για τον τρόπο i (ο ναύλος αλλά και άλλα κόστη)

$t_i =$ ο ολικός χρόνος ταξιδιού μέσω του τρόπου i

a , b , c συγκεκριμένες παράμετροι για το κάθε τρόπο μεταφοράς

k δείκτης για το μάθε τρόπο μεταφοράς

Για 2 τρόπους ή μέσα μεταφοράς

Σύμφωνα με τους Ψαραύτη Κοντόβα (2010)θα μπορούσαμε, όταν έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε 2 μέσα ή τρόπους μεταφοράς, να χρησιμοποιήσουμε μια απλούστερη μορφή του παραπάνω μοντέλου.

$$\chi_1 = \frac{e^{-\lambda(c1)}}{e^{-\lambda c1} + e^{-\lambda c2}}$$

Όπου λ ένας σταθερός συντελεστής, πάντα θετικός της τάξης του 10^{-3} και Ci είναι το γενικευμένο κόστος λειτουργίας του μέσου I και ίσο με $C_i = P_i + k * T_i$ όπου p ο ναύλος του εκάστοτε φορτίου, k μια σταθερά που αντικατοπτρίζει την αξία του χρόνου (value of time) και είναι υψηλότερη για πιο ακριβά φορτία, τέλος Ti είναι ο χρόνος μεταφοράς (σε ημέρες) με το μέσο i.

Αν η τιμή αγοράς του φορτίου στον τόπο προορισμού (τιμή CIF) είναι P ($ / τόνο) (ΠΡΟΣΟΧΗ! Διάφορο του pi Που φαίνεται παραπάνω και δηλώνει τον ναύλο), τότε, μια μέρα καθυστέρησης στην παράδοση του ενός τόνου αυτού του φορτίου θα προκαλέσει την απώλεια της PR/365 στον ιδιοκτήτη του φορτίου, όπου R είναι το κόστος του κεφαλαίου του ιδιοκτήτη του φορτίου (εκφραζόμενο ως ετήσιο επιτόκιο). Αυτή η απώλεια θα είναι όσον αφορά την απώλεια εισοδήματος λόγω της καθυστερημένης πώληση του φορτίου. Ως εκ τούτου, είναι εύκολο να δούμε ότι IC = PR/365.

Έτσι προκύπτει ότι

$$\ln\frac{x_1}{x_2} = -\lambda[C_1 - C_2]$$

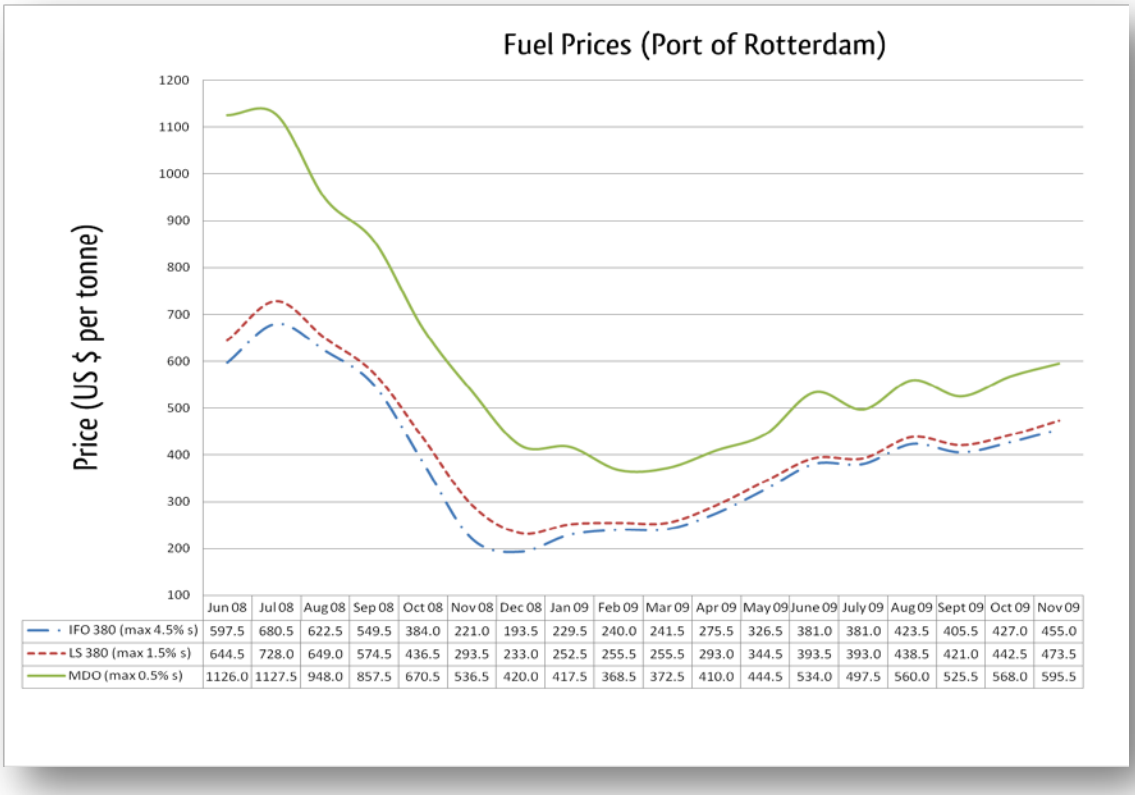
Ενώ το άθροισμα των χ1, χ2 είναι πάντα σταθερό και ίσο με την μονάδα

$$\chi_1 + \chi_2 = 1$$

6. 2 Σενάρια

6.2.1 Διαφοροποίηση κανονισμού για Seca και άρα ακριβότερο κόστος καυσίμου

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες, σήμερα έχουν τεθεί σε ισχύ απαιτήσεις που καθορίζουν την ποιότητα του καυσίμου (βλ. περιεκτικότητα σε θείο, %)στις περιοχές ελέγχου εκπομπών θείου SECA's. Το καθαρότερο καύσιμο που απαιτείται για πλεύση στις περιοχές αυτές είναι ακριβότερο από το σύνηθες καύσιμο που χρησιμοποιείται οπουδήποτε αλλού, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



	Jun 08	Jul 08	Aug 08	Sep 08	Oct 08	Nov 08	Dec 08	Jan 09	Feb 09	Mar 09	Apr 09	May 09	June 09	July 09	Aug 09	Sept 09	Oct 09	Nov 09
IFO 380 (max 4.5% s)	597.5	680.5	622.5	549.5	384.0	221.0	193.5	229.5	240.0	241.5	275.5	326.5	381.0	381.0	423.5	405.5	427.0	455.0
LS 380 (max 1.5% s)	644.5	728.0	649.0	574.5	436.5	293.5	233.0	252.5	255.5	255.5	293.0	344.5	393.5	393.0	438.5	421.0	442.5	473.5
MDO (max 0.5% s)	1126.0	1127.5	948.0	857.5	670.5	536.5	420.0	417.5	368.5	372.5	410.0	444.5	534.0	497.5	560.0	525.5	568.0	595.5

ΕΙΚΟΝΑ 26 -ΤΙΜΕΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ [ΠΗΓΗ: ΨΑΡΑΥΤΗΣ & ΚΟΝΤΟΒΑΣ, 2010]

Η αύξηση αυτή στο κόστος καυσίμου θα μετακυληθεί στο γενικευμένο κόστος. Τι πρόκειται να γίνει αν υπάρχει εναλλακτικό μέσο μεταφοράς για την εν λόγω διαδρομή;

Θεωρητικό παράδειγμα

Έστω λοιπόν ότι αναφερόμαστε στη διαδρομή από το Όσλο στο Μπέργκεν. Έχουμε δυο επιλογές: την θαλάσσια διαδρομή μέσω της βόρειας θάλασσας και την διαδρομή με φορτηγό. Τα αντίστοιχα κόστη μεταφοράς πριν την εφαρμογή του κανονισμού 14 της MARPOL ήταν γνωστή η κατανομή των φορτίων σε φορτηγά και πλοία που εκφράζονται με τους συντελεστές χ1 και χ2 αντίστοιχα. Τα γενικευμένα κόστη είναι γνωστά και με την εφαρμογή του κανονισμού το μόνο που αυξάνει είναι το κόστος καυσίμου για το πλοίο με διαφορά τιμής ΔF που υπεισέρχεται στο C2

Έτσι έχουμε,

$$\ln\frac{x_1}{x_2} = -\lambda[C_1 - C_2]$$

$$\ln\frac{x'_1}{x'_2} = -\lambda[C_1 - C'_2]$$

$$\ln\frac{x'_1}{x'_2} = -\lambda[C_1 - C_2 - \Delta F]$$

$$\ln\frac{x'_1}{x'_2} - \ln\frac{x_1}{x_2} = \lambda\Delta F$$

Όμως λ>0 και ΔF>0 αφού έχουμε αύξηση της τιμής του καυσίμου. Οπότε, αφού η συνάρτηση ln είναι αύξουσα συνάρτηση

$$\frac{x'_1}{x'_2} > \frac{x_1}{x_2}$$

Αφού $\chi_1 + \chi_2 = 1$ η παραπάνω ανισότητα σημαίνει ότι το $x'_1 > x_1$ και ότι $x'_2 < x_2$

Άρα θα μετακυληθεί φορτίο από το πλοίο στο φορτηγό.

6.2.2 Σύγκριση εναλλακτικών διαδρομών της για το ταξίδι Σαγκάη – Αμβούργο

Οι θαλάσσιες μεταφορές προϊόντων και αγαθών, αλλά κυρίως εμπορευματοκιβωτίων, έχουν ενταθεί τα τελευταία χρόνια και έχουν παγιωθεί σε σταθερές διαδρομές εδώ και πολύ καιρό που καθορίζονται από γεωγραφικούς και εμπορικούς λόγους. Οι θαλάσσιες διαδρομές έχουν αλλάξει ελάχιστα από τότε που άνοιξαν για πρώτη φορά τα κανάλια του Παναμά και του Σουέζ το 1914 και το 1869 αντίστοιχα. (Container Shipping on the Northern Sea Route, Verny & Grigentin) Η συνεχώς αυξανόμενη κίνηση εμπορευματοκιβωτίων τις τελευταίες 4 δεκαετίες προκαλεί ερωτήματα ως προς την ικανότητα των διεθνών εμπορικών δικτύων. Αυτή τη στιγμή σχεδόν το σύνολο της κίνησης μεταξύ Ευρώπης Ασίας δρομολογείται μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Η λειτουργία της διώρυγας του Σουέζ οφείλει να προσαρμοστεί στην αύξηση της κίνησης ώστε να αποφευχθεί συμφόρηση (Drewry, 2008) Υπάρχει έτσι η πιθανότητα μέσα στα επόμενα χρόνια η διέλευση από αυτή τη «θαλάσσια λεωφόρο» να φτάσει στο όριο των δυνατοτήτων της για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Selkou & Roe, 2004)

Παράλληλα με την συμφόρηση που αναμένεται τα επόμενα χρόνια στο πέρασμα μέσω της διώρυγας του Σουέζ, οι κλιματικές αλλαγές που συντελούνται στο βόρειο ημισφαίριο και προβλέπουν έναν βόρειο ωκεανό χωρίς πάγους, οφείλουμε να μελετήσουμε το ενδεχόμενο εναλλακτικής διαδρομής μέσω του βόρειου περάσματος. Βέβαια, για να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο προϋποθέτει όρους λειτουργίας που να στηρίζονται στην παγκοσμιοποίηση και η στρατηγική θέση που θα έχουν τα νέα λιμάνια – κόμβοι θα είναι μέλος μιας διεθνούς εμπορικής διαδρομής.

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες επιταχύνθηκε η τάση διεθνοποίησης του εμπορίου και της παραγωγής (Hammami et al., 2008; Robertson and Scholte, 2006; Verny, 2007a). Έτσι προσφέρεται στους καταναλωτές μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων σε όλο και χαμηλότερες τιμές, κυρίως λόγω οικονομιών κλίμακας αλλά και ανταγωνισμού. Επιπλέον, όλο και μεγαλύτερο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής αγαθών μετακινείται προς κατανάλωση σε άλλους προορισμούς κυρίως με θαλάσσιες μεταφορές. Το 2007 ένα δισεκατομμύριο τόνοι

προϊόντων μεταφέρθηκε σε όλον τον κόσμο, με περίπου το 80% αυτών να μετακινήθηκε μέσω θαλάσσιων μεταφορών.

Προς το παρόν, ένα μεγάλο μέρος των εμπορευματικών μεταφορών μεταξύ Ανατολής και Δύσης πραγματοποιείται μέσω θαλάσσης. Η δεσπόζουσα ή σχεδόν μονοπωλιακή θέση των θαλάσσιων ναυτιλιακών εταιρειών μέσα φορτωτές δεν μπορούν να αναμένουν μείωση του κόστους μεταφοράς τους. Οι σιδηροδρομικές μεταφορές προσφέρουν μια εύλογη οικονομική εναλλακτική λύση για την μεταφορά δια θαλάσσης. Ακόμη και το βόρειο πέρασμα θεωρείται πλέον πιθανή εναλλακτική διαδρομή προς την κλασική του Σουέζ προσφέροντας μικρότερη απόσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 -ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ ΜΕ ΚΟΣΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟ ΤΑΞΙΔΙΟΥ [ΠΗΓΗ: VERNY & GRIGENTIN, 2009]

Cost heading	Royal Route (via Suez)	Trans-Siberian Railway	NSR	Sea and air (via Dubai)		Air (direct)
Mode	Sea	Rail	Sea	Sea	Air	Air
Distance (nautical miles)	10,200	5,375	7,700	5,910	2,690	4,345
Transport time (door-to-door)	28–30	18–20	18–20	13	2	2
Average speed (knots)	24	54	17–24	24	486	486
Type of transport used	CS	Unit train	Special CS	CS	Cargo aircraft	Cargo aircraft
Carrying capacity (TEU à 14 tonne)	9,600	110	2,800	7,200	8	8
Capacity supply (TEU/year/unit)[a]	124,800	1,980	72,000	216,000	832	832
Approximate rates (USD/TEU)	1,000	1,800–2,200	2,000	15,000		48,500
Estimated surcharges (USD/TEU)	400–800	Not determined	500–800	10,000		22,500
TOTAL (USD/TEU)	**1,400–1,800**	**1,800-2,200**	**2500–2800**	**25,000**		**71,000**
Baseline 100, Royal Route	**100**	**+30%**	**100%**	**+1,500%**		**+5,000%**

i. Θαλάσσια διαδρομή μέσω Σουέζ – βόρειο πέρασμα

	Royal-Sea	NSR-sea	sum
Time(days)	29	19	
VOT	6,849315068	6,849315068	
Freight rate	1600	2650	
Γενικευμένο Κόστος	1798,630137	2780,136986	4578,767123
	6,04136595	16,12122918	22,16259513
xi	0,607180254	0,392819746	1

ii. Θαλάσσια διαδρομή – Υπερσιβηρικός

	Royal-Sea	TSR-rail	sum
Time(days)	29	19	
VOT	6,849315068	6,849315068	
Freight rate	1600	2000	
Γενικευμένο Κόστος	1798,630137	2130,136986	3928,767123
	6,04136595	8,416019612	14,45738556
xi	0,542189679	0,457810321	1

iii. Υπερσιβηρικός – βόρειο Πέρασμα

	TSR-rail	NSR-sea	sum
Time(days)	19	19	
VOT	6,849315068	6,849315068	
Freight rate	2000	2650	
Γενικευμένο Κόστος	2130,136986	2780,136986	4910,273973
	8,416019612	16,12122918	24,5372488
xi	0,566187753	0,433812247	1

iv. Θαλάσσια διαδρομή – αεροπλάνο

	Royal-Sea	Air	sum
Time(days)	29	2,00E+00	
VOT	6,849315068	6,849315068	
Freight rate	1600	71000,00	
genikeumeno kostos	1798,630137	71013,69863	72812,32877
xi	6,04136595	6,93198E+30	6,93198E+30
	0,975297725	0,024702275	1

v. Υπερσιβηρικός – Βόρειο Πέρασμα

	TSR-rail	NSR-sea	Sum
Time(days)	19	19	
VOT	6,849315068	6,849315068	
Freight rate	2000	2650	
Γενικευμένο Κόστος	2130,136986	2780,136986	4910,273973
	8,416019612	16,12122918	24,5372488
xi	0,566187753	0,433812247	1

vi. Όλες οι επιλογές μαζί με βάση το πολυωνυμικό μοντέλο

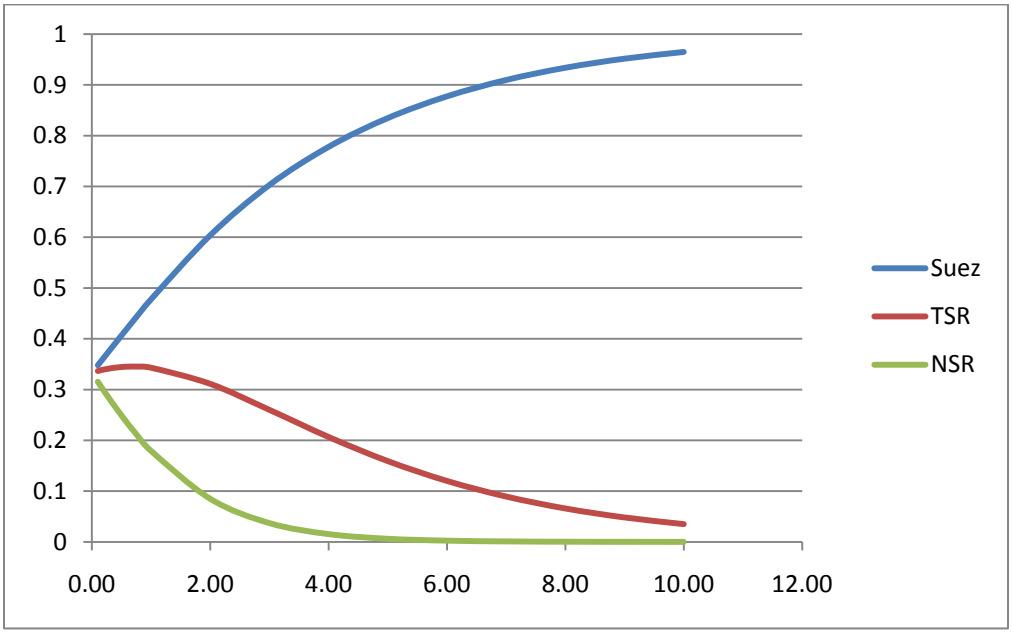
	Royal-Sea	TSR-rail	NSR-sea	Air	
Time(days)	29	19	19	2,00E+00	
VOT	6,849315068	6,849315068	6,849315068	6,849315068	
Freight rate	1600	2000	2650	71000,00	
Γενικευμένο Κόστος	1798,630137	2130,136986	2780,136986	71013,69863	77722,60274
	0,011147106	0,004866684	0,000958307	7,90417E-78	0,016972097
xi	0,656790149	0,28674618	0,056463671	4,65716E-76	1

Αυτή τη στιγμή με τα κόστη που έχουμε από την μελέτη του Verny (2010) προκύπτει ότι η θαλάσσια διαδρομή μέσω Σουέζ είναι το προτιμώμενο μέσο. Τα αποτελέσματα αυτά θα διαφοροποιηθούν εφόσον αλλάξουν τα γενικευμένα κόστη ή ο χρόνος μεταφοράς. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο χρόνος μεταφοράς είναι σημαντική παράμετρος όταν έχουμε ακριβό φορτίο και αυτό θα φανεί σε επόμενο σενάριο.

6.2.3 Μεταβολή των ποσοστών xi συναρτήσει του συντελεστή λ

Στο μοντέλο υπεισέρχεται η παράμετρος λ η οποία είναι μια σταθερά που πολλαπλασιάζεται με το γενικευμένο κόστος. Αυτή η σταθερά δεν είναι γνωστή. Για να την υπολογίσουμε θα μπορούσαμε να πάρουμε στατιστικά στοιχεία για τις διάφορες διαδρομές και έπειτα να τρέξουμε το μοντέλο με τα υπάρχοντα κόστη. Επειδή όμως αυτό δεν είναι εφικτό έγιναν οι ακόλουθοι υπολογισμοί ώστε να φανεί πως επηρεάζεται η κατανομή συναρτήσει του λ.

λ	souez	TSR	NSR	SUM	X1	X2	X3	sum
0,10	0,835385	0,808145	0,757286	2,400816	0,347959	0,336613	0,315429	1
0,25	0,637847	0,587115	0,499057	1,724019	0,369977	0,34055	0,289473	1
0,50	0,406848	0,344704	0,249058	1,000611	0,4066	0,344494	0,248906	1
0,75	0,259507	0,202381	0,124294	0,586182	0,442707	0,345253	0,21204	1
1,00	0,165525	0,118821	0,06203	0,346377	0,477877	0,34304	0,179083	1
2,00	0,027399	0,014118	0,003848	0,045365	0,603963	0,31122	0,084817	1
3,00	0,004535	0,001678	0,000239	0,006451	0,702974	0,260031	0,036996	1
4,00	0,000751	0,000199	1,48E-05	0,000965	0,778058	0,206598	0,015345	1
5,00	0,000124	2,37E-05	9,18E-07	0,000149	0,834725	0,159106	0,006169	1
6,00	2,06E-05	2,81E-06	5,7E-08	2,34E-05	0,877504	0,120066	0,00243	1
7,00	3,4E-06	3,34E-07	3,53E-09	3,74E-06	0,909705	0,089351	0,000944	1
8,00	5,64E-07	3,97E-08	2,19E-10	6,03E-07	0,933798	0,065839	0,000363	1
9,00	9,33E-08	4,72E-09	1,36E-11	9,8E-08	0,951694	0,048167	0,000139	1
10,00	1,54E-08	5,61E-10	8,43E-13	1,6E-08	0,964891	0,035056	5,27E-05	1



ΕΙΚΟΝΑ 27 -ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ 3 ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ Λ

Στον κατακόρυφο άξονα φαίνεται το ποσοστό του κάθε μέσου χi, ενώ στον οριζόντιο η μεταβολή του συντελεστή λ σε τάξη μεγέθους 10^{-3}.

6.2.4 Μεταβολή συναρτήσει της αξίας του φορτίου

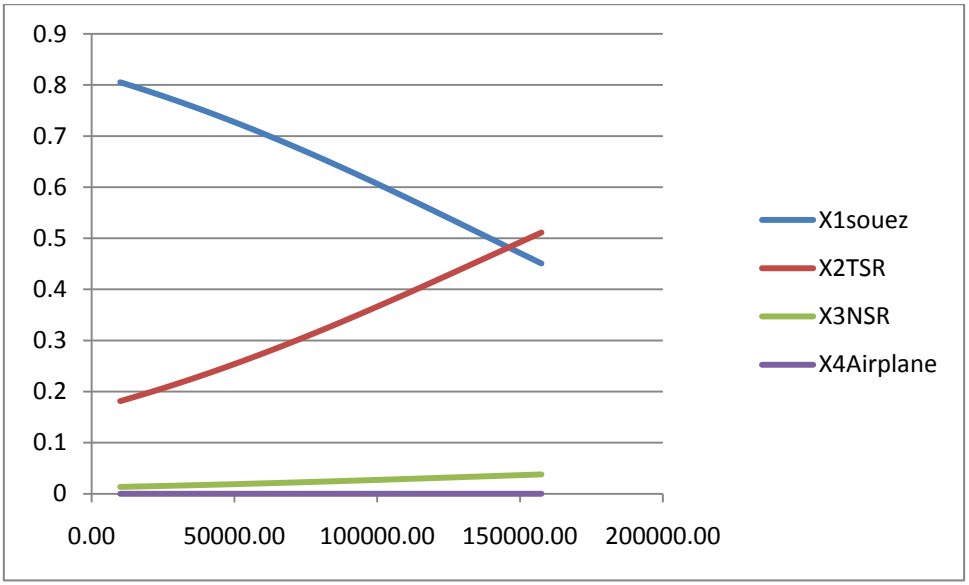
Σε κάποιες περιπτώσεις, ειδικά για φορτία που μεταφέρονται μέσα σε εμπορευματοκιβώτια, η αξία του φορτίου είναι ιδιαίτερα υψηλή. Πρόκειται συνήθως για φορτία ευαίσθητα ή εξαιρετικά εξειδικευμένα που προορίζονται για άμεση χρήση. Τέτοια μπορεί να αφορούν για παράδειγμα σε φαρμακευτικά προϊόντα ή σε εξοπλισμό, όπως ιατρικά μηχανήματα ή οπτικές ίνες. Καθώς η αξία του χρόνου που υπεισέρχεται στο μοντέλο μεταβάλλεται ανάλογα με την αξία του φορτίου, η κατανομή στις διάφορες διαδρομές μεταφοράς ενδέχεται να αλλάξει λόγω της διαφοράς στον χρόνο μεταφοράς και άρα άμεσης παράδοσης και χρήσης του προϊόντος.

Παρακάτω παρατίθενται σχετικός πίνακας και τα αποτελέσματα για διάφορες τιμές φορτίου. Ακολουθούν 3 ομάδες αποτελεσμάτων, μια για αξία φορτίου μεταξύ 10,000 -400,000$/TEU και με συντελεστή λ θεωρούμενο 4 και άλλες δυο ομάδες για φορτία αξίας μεταξύ 400,000-800,000$/TEU με συντελεστή λ θεωρούμενο στην πρώτη 4 καις τη δεύτερη 0,1. Αυτό γίνεται για να δείξουμε το βαθμό στον οποίο επηρεάζονται τα αποτελέσματα από τον συντελεστή λ.

Αξία Φορτίου	Αξία Χρόνου	Γενικευμένο Κόστος Souez	Γενικευμένο Κόστος TSR	Γενικευμένο Κόστος NSR	Γενικευμένο Κόστος Airplane	$X1_{souez}$	$X2_{TSR}$	$X3_{NSR}$	$X4_{AIR}$
10000,00	2,74	1679,45	2052,054795	2702,05	7,10E+04	0,805144933	0,181383095	0,013471972	2,9801E-121
12500,00	3,42	1699,32	2065,068493	2715,07	7,10E+04	0,800810707	0,18541766	0,013771633	3,1916E-121
15000,00	4,11	1719,18	2078,082192	2728,08	7,10E+04	0,796404452	0,189519273	0,014076275	3,4178E-121
17500,00	4,79	1739,04	2091,095890	2741,10	7,10E+04	0,791926053	0,193688043	0,014385904	3,6595E-121
20000,00	5,48	1758,90	2104,109589	2754,11	7,10E+04	0,787375443	0,197924031	0,014700526	3,9178E-121
22500,00	6,16	1778,77	2117,123288	2767,12	7,10E+04	0,782752614	0,202227245	0,015020141	4,1938E-121
25000,00	6,85	1798,63	2130,136986	2780,14	7,10E+04	0,778057606	0,206597647	0,015344747	4,4887E-121
27500,00	7,53	1818,49	2143,150685	2793,15	7,10E+04	0,773290521	0,211035144	0,015674335	4,8037E-121
30000,00	8,22	1838,36	2156,164384	2806,16	7,10E+04	0,768451516	0,215539588	0,016008896	5,1402E-121
32500,00	8,90	1858,22	2169,178082	2819,18	7,10E+04	0,763540807	0,220110778	0,016348415	5,4995E-121
35000,00	9,59	1878,08	2182,191781	2832,19	7,10E+04	0,758558674	0,224748454	0,016692872	5,8831E-121
37500,00	10,27	1897,95	2195,205479	2845,21	7,10E+04	0,753505457	0,2294523	0,017042243	6,2925E-121
40000,00	10,96	1917,81	2208,219178	2858,22	7,10E+04	0,74838156	0,234221938	0,017396501	6,7296E-121
42500,00	11,64	1937,67	2221,232877	2871,23	7,10E+04	0,743187455	0,239056932	0,017755614	7,196E-121
45000,00	12,33	1957,53	2234,246575	2884,25	7,10E+04	0,737923676	0,243956781	0,018119543	7,6936E-121
47500,00	13,01	1977,40	2247,260274	2897,26	7,10E+04	0,732590827	0,248920925	0,018488248	8,2244E-121
50000,00	13,70	1997,26	2260,273973	2910,27	7,10E+04	0,727189582	0,253948737	0,018861681	8,7906E-121
52500,00	14,38	2017,12	2273,287671	2923,29	7,10E+04	0,721720681	0,259039526	0,019239793	9,3943E-121
55000,00	15,07	2036,99	2286,301370	2936,30	7,10E+04	0,716184936	0,264192539	0,019622525	1,0038E-120
57500,00	15,75	2056,85	2299,315068	2949,32	7,10E+04	0,71058323	0,269406952	0,020009818	1,0724E-120
60000,00	16,44	2076,71	2312,328767	2962,33	7,10E+04	0,704916515	0,274681879	0,020401606	1,1455E-120
62500,00	17,12	2096,58	2325,342466	2975,34	7,10E+04	0,699185818	0,280016365	0,020797817	1,2235E-120
65000,00	17,81	2116,44	2338,356164	2988,36	7,10E+04	0,693392235	0,285409389	0,021198377	1,3065E-120
67500,00	18,49	2136,30	2351,369863	3001,37	7,10E+04	0,687536935	0,290859862	0,021603203	1,3949E-120
70000,00	19,18	2156,16	2364,383562	3014,38	7,10E+04	0,681621159	0,296366631	0,02201221	1,4891E-120
72500,00	19,86	2176,03	2377,397260	3027,40	7,10E+04	0,67564622	0,301928472	0,022425308	1,5894E-120
75000,00	20,55	2195,89	2390,410959	3040,41	7,10E+04	0,6696135	0,307544099	0,022842401	1,6961E-120
77500,00	21,23	2215,75	2403,424658	3053,42	7,10E+04	0,663524455	0,313212157	0,023263388	1,8097E-120
80000,00	21,92	2235,62	2416,438356	3066,44	7,10E+04	0,657380609	0,318931228	0,023688163	1,9306E-120

82500,00	22,60	2255,48	2429,452055	3079,45	7,10E+04	0,651183554	0,324699828	0,024116618	2,0593E-120
85000,00	23,29	2275,34	2442,465753	3092,47	7,10E+04	0,644934953	0,330516411	0,024548636	2,1961E-120
87500,00	23,97	2295,21	2455,479452	3105,48	7,10E+04	0,638636532	0,336379368	0,024984099	2,3416E-120
90000,00	24,66	2315,07	2468,493151	3118,49	7,10E+04	0,632290087	0,342287031	0,025422883	2,4963E-120
92500,00	25,34	2334,93	2481,506849	3131,51	7,11E+04	0,625897472	0,34823767	0,025864858	2,6608E-120
95000,00	26,03	2354,79	2494,520548	3144,52	7,11E+04	0,619460609	0,354229499	0,026309892	2,8356E-120
97500,00	26,71	2374,66	2507,534247	3157,53	7,11E+04	0,612981476	0,360260675	0,026757849	3,0214E-120
100000,00	27,40	2394,52	2520,547945	3170,55	7,11E+04	0,606462109	0,366329303	0,027208588	3,2188E-120
102500,00	28,08	2414,38	2533,561644	3183,56	7,11E+04	0,599904603	0,372433433	0,027661964	3,4284E-120
105000,00	28,77	2434,25	2546,575342	3196,58	7,11E+04	0,593311103	0,378571069	0,028117828	3,6511E-120
107500,00	29,45	2454,11	2559,589041	3209,59	7,11E+04	0,586683807	0,384740164	0,028576029	3,8875E-120
110000,00	30,14	2473,97	2572,602740	3222,60	7,11E+04	0,58002496	0,390938629	0,029036411	4,1385E-120
112500,00	30,82	2493,84	2585,616438	3235,62	7,11E+04	0,573336852	0,397164332	0,029498816	4,4048E-120
115000,00	31,51	2513,70	2598,630137	3248,63	7,11E+04	0,566621815	0,403415102	0,029963083	4,6874E-120
117500,00	32,19	2533,56	2611,643836	3261,64	7,11E+04	0,559882222	0,40968873	0,030429048	4,9873E-120
120000,00	32,88	2553,42	2624,657534	3274,66	7,11E+04	0,55312048	0,415982976	0,030896544	5,3054E-120
122500,00	33,56	2573,29	2637,671233	3287,67	7,11E+04	0,546339029	0,422295568	0,031365403	5,6426E-120
125000,00	34,25	2593,15	2650,684932	3300,68	7,11E+04	0,539540338	0,428624209	0,031835454	6,0003E-120
127500,00	34,93	2613,01	2663,698630	3313,70	7,11E+04	0,532726902	0,434966574	0,032306524	6,3794E-120
130000,00	35,62	2632,88	2676,712329	3326,71	7,11E+04	0,525901237	0,441320323	0,03277844	6,7811E-120
132500,00	36,30	2652,74	2689,726027	3339,73	7,11E+04	0,51906588	0,447683095	0,033251025	7,2069E-120
135000,00	36,99	2672,60	2702,739726	3352,74	7,11E+04	0,512223377	0,454052517	0,033724105	7,6579E-120
137500,00	37,67	2692,47	2715,753425	3365,75	7,11E+04	0,505376291	0,460426207	0,034197502	8,1356E-120
140000,00	38,36	2712,33	2728,767123	3378,77	7,11E+04	0,498527187	0,466801774	0,034671038	8,6415E-120
142500,00	39,04	2732,19	2741,780822	3391,78	7,11E+04	0,491678637	0,473176827	0,035144536	9,1772E-120
145000,00	39,73	2752,05	2754,794521	3404,79	7,11E+04	0,484833207	0,479548974	0,035617818	9,7442E-120
147500,00	40,41	2771,92	2767,808219	3417,81	7,11E+04	0,477993464	0,485915828	0,036090707	1,0344E-119
150000,00	41,10	2791,78	2780,821918	3430,82	7,11E+04	0,471161964	0,49227501	0,036563026	1,0979E-119
152500,00	41,78	2811,64	2793,835616	3443,84	7,11E+04	0,464341249	0,498624151	0,0370346	1,1651E-119

155000,00	42,47	2831,51	2806,849315	3456,85	7,11E+04	0,457533847	0,5049609	0,037505253	1,2362E-119
157500,00	43,15	2851,37	2819,863014	3469,86	7,11E+04	0,450742266	0,511282922	0,037974812	1,3113E-119



ΕΙΚΟΝΑ 28 - ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΕΩΣ 175,000 $/TEU

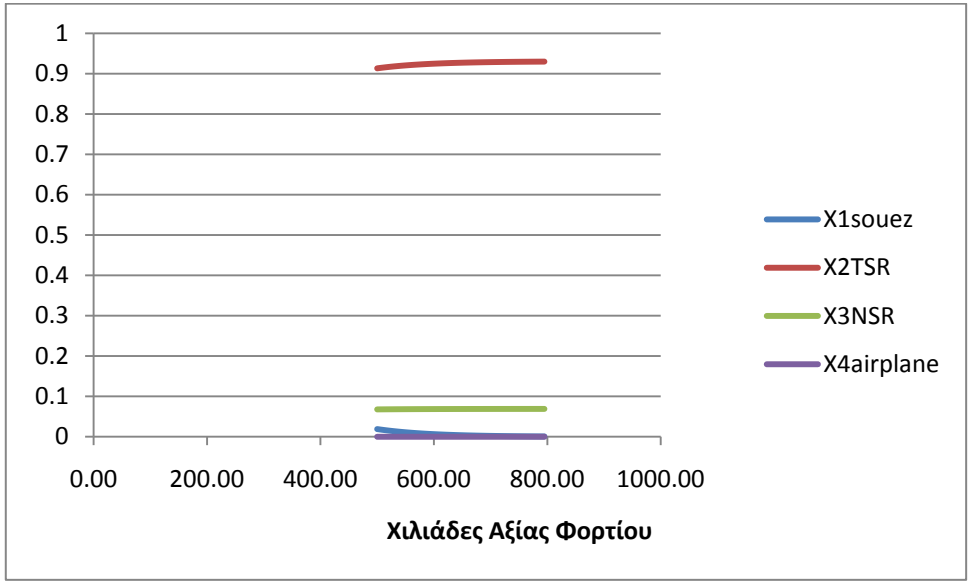
Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπερισχύει η θαλάσσια διαδρομή μέσω Σουεζ, για φορτία έως περίπου 150,000 $/TEU ενώ από εκεί και έπειτα αυξάνει πολύ η διαδρομή μέσω υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου.

Αποτελέσματα με λ =4*10^{-3}

Αξία Φορτίου	Γενικευμένο Κόστος Souez	Γενικευμένο Κόστος TSR	Γενικευμένο Κόστος NSR	Γενικευμένο Κόστος Airplane	$X1_{souez}$	$X2_{TSR}$	$X3_{NSR}$	$X4_{AIR}$
500000,00	5572,60	4602,739726	5252,74	7,13E+04	0,018870645	0,913295621	0,067833734	1,383E-116
505000,00	5612,33	4628,767123	5278,77	7,13E+04	0,017882449	0,914215495	0,067902056	1,5195E-116
510000,00	5652,05	4654,794521	5304,79	7,13E+04	0,016945108	0,91508803	0,067966862	1,6695E-116
515000,00	5691,78	4680,821918	5330,82	7,13E+04	0,016056096	0,915915577	0,068028327	1,8341E-116
520000,00	5731,51	4706,849315	5356,85	7,13E+04	0,015213003	0,916700379	0,068086617	2,0149E-116
525000,00	5771,23	4732,876712	5382,88	7,13E+04	0,014413532	0,917444576	0,068141891	2,2134E-116
530000,00	5810,96	4758,904110	5408,90	7,13E+04	0,013655493	0,918150206	0,068194301	2,4314E-116
535000,00	5850,68	4784,931507	5434,93	7,13E+04	0,012936796	0,918819213	0,068243991	2,6707E-116
540000,00	5890,41	4810,958904	5460,96	7,13E+04	0,012255456	0,919453447	0,068291098	2,9334E-116
545000,00	5930,14	4836,986301	5486,99	7,13E+04	0,011609577	0,920054671	0,068335753	3,2219E-116
550000,00	5969,86	4863,013699	5513,01	7,13E+04	0,010997358	0,920624562	0,06837808	3,5386E-116
555000,00	6009,59	4889,041096	5539,04	7,13E+04	0,010417083	0,921164717	0,0684182	3,8864E-116
560000,00	6049,32	4915,068493	5565,07	7,13E+04	0,009867121	0,921676655	0,068456223	4,2682E-116
565000,00	6089,04	4941,095890	5591,10	7,13E+04	0,00934592	0,922161822	0,068492258	4,6873E-116
570000,00	6128,77	4967,123288	5617,12	7,13E+04	0,008852004	0,92262159	0,068526407	5,1475E-116
575000,00	6168,49	4993,150685	5643,15	7,13E+04	0,008383969	0,923057265	0,068558766	5,6527E-116
580000,00	6208,22	5019,178082	5669,18	7,13E+04	0,007940482	0,92347009	0,068589428	6,2073E-116
585000,00	6247,95	5045,205479	5695,21	7,13E+04	0,007520277	0,923861243	0,06861848	6,8162E-116

590000,00	6287,67	5071,232877	5721,23	7,13E+04	0,007122149	0,924231845	0,068646006	7,4847E-116
595000,00	6327,40	5097,260274	5747,26	7,13E+04	0,006744955	0,92458296	0,068672085	8,2185E-116
600000,00	6367,12	5123,287671	5773,29	7,13E+04	0,006387609	0,9249156	0,068696791	9,0241E-116
605000,00	6406,85	5149,315068	5799,32	7,13E+04	0,00604908	0,925230724	0,068720197	9,9085E-116
610000,00	6446,58	5175,342466	5825,34	7,13E+04	0,005728388	0,925529243	0,068742369	1,0879E-115
615000,00	6486,30	5201,369863	5851,37	7,13E+04	0,005424606	0,925812023	0,068763372	1,1945E-115
620000,00	6526,03	5227,397260	5877,40	7,13E+04	0,005136849	0,926079884	0,068783267	1,3115E-115
625000,00	6565,75	5253,424658	5903,42	7,13E+04	0,004864283	0,926333605	0,068802111	1,4399E-115
630000,00	6605,48	5279,452055	5929,45	7,13E+04	0,004606113	0,926573926	0,068819961	1,5809E-115
635000,00	6645,21	5305,479452	5955,48	7,13E+04	0,004361584	0,926801548	0,068836867	1,7357E-115
640000,00	6684,93	5331,506849	5981,51	7,14E+04	0,004129984	0,927017137	0,06885288	1,9056E-115
645000,00	6724,66	5357,534247	6007,53	7,14E+04	0,003910633	0,927221322	0,068868045	2,0921E-115
650000,00	6764,38	5383,561644	6033,56	7,14E+04	0,003702888	0,927414703	0,068882408	2,2968E-115
655000,00	6804,11	5409,589041	6059,59	7,14E+04	0,003506141	0,927597847	0,068896011	2,5215E-115
660000,00	6843,84	5435,616438	6085,62	7,14E+04	0,003319813	0,927771293	0,068908894	2,7682E-115
665000,00	6883,56	5461,643836	6111,64	7,14E+04	0,003143356	0,92793555	0,068921094	3,039E-115
670000,00	6923,29	5487,671233	6137,67	7,14E+04	0,00297625	0,928091103	0,068932647	3,3363E-115
675000,00	6963,01	5513,698630	6163,70	7,14E+04	0,002818003	0,928238409	0,068943588	3,6626E-115
680000,00	7002,74	5539,726027	6189,73	7,14E+04	0,002668147	0,928377904	0,068953949	4,0207E-115
685000,00	7042,47	5565,753425	6215,75	7,14E+04	0,00252624	0,92851	0,06896376	4,4139E-115
690000,00	7082,19	5591,780822	6241,78	7,14E+04	0,002391862	0,928635087	0,068973051	4,8455E-115
695000,00	7121,92	5617,808219	6267,81	7,14E+04	0,002264616	0,928753536	0,068981848	5,3192E-115
700000,00	7161,64	5643,835616	6293,84	7,14E+04	0,002144124	0,928865697	0,068990179	5,8392E-115
705000,00	7201,37	5669,863014	6319,86	7,14E+04	0,002030031	0,928971902	0,068998067	6,41E-115
710000,00	7241,10	5695,890411	6345,89	7,14E+04	0,001921997	0,929072466	0,069005536	7,0365E-115
715000,00	7280,82	5721,917808	6371,92	7,14E+04	0,001819702	0,929167689	0,069012609	7,7243E-115

720000,00	7320,55	5747,945205	6397,95	7,14E+04	0,001722842	0,929257852	0,069019306	8,4792E-115
725000,00	7360,27	5773,972603	6423,97	7,14E+04	0,001631129	0,929343224	0,069025647	9,3078E-115
730000,00	7400,00	5800,000000	6450,00	7,14E+04	0,001544291	0,929424058	0,06903165	1,0217E-114
735000,00	7439,73	5826,027397	6476,03	7,14E+04	0,00146207	0,929500595	0,069037335	1,1216E-114
740000,00	7479,45	5852,054795	6502,05	7,14E+04	0,001384219	0,929573063	0,069042718	1,2312E-114
745000,00	7519,18	5878,082192	6528,08	7,14E+04	0,001310509	0,929641677	0,069047814	1,3515E-114
750000,00	7558,90	5904,109589	6554,11	7,14E+04	0,001240719	0,929706642	0,069052639	1,4835E-114
755000,00	7598,63	5930,136986	6580,14	7,14E+04	0,001174641	0,929768151	0,069057208	1,6285E-114
760000,00	7638,36	5956,164384	6606,16	7,14E+04	0,001112078	0,929826389	0,069061533	1,7876E-114
765000,00	7678,08	5982,191781	6632,19	7,14E+04	0,001052844	0,929881527	0,069065628	1,9622E-114
770000,00	7717,81	6008,219178	6658,22	7,14E+04	0,000996762	0,929933732	0,069069506	2,1539E-114
775000,00	7757,53	6034,246575	6684,25	7,14E+04	0,000943665	0,929983158	0,069073177	2,3643E-114
780000,00	7797,26	6060,273973	6710,27	7,14E+04	0,000893393	0,930029954	0,069076653	2,5952E-114
785000,00	7836,99	6086,301370	6736,30	7,14E+04	0,000845798	0,930074259	0,069079943	2,8487E-114
790000,00	7876,71	6112,328767	6762,33	7,14E+04	0,000800735	0,930116206	0,069083059	3,127E-114
795000,00	7916,44	6138,356164	6788,36	7,14E+04	0,000758072	0,930155919	0,069086008	3,4324E-114



ΕΙΚΟΝΑ 29 -ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΜΕΧΡΙ 800,000$/TEU

Εδώ δείχνει να υπερισχύει η διαδρομή μέσω υπερσιβηρικού σιδηρόδρομου ενώ δεύτερη έρχεται η διαδρομή μέσω του βόρειου περάσματος. Αυτό παρατηρείται γιατί η αξία του φορτίου και άρα του χρόνου είναι πολύ μεγαλύτερη, και οι διαδρομές αυτές είναι πιο σύντομες. Το αεροπλάνο παρότι είναι το πιο σύντομο μέσο λόγω του τεράστιου κόστους του χάνει σημαντικά έδαφος ακόμη και για φορτία πολύ ακριβά.

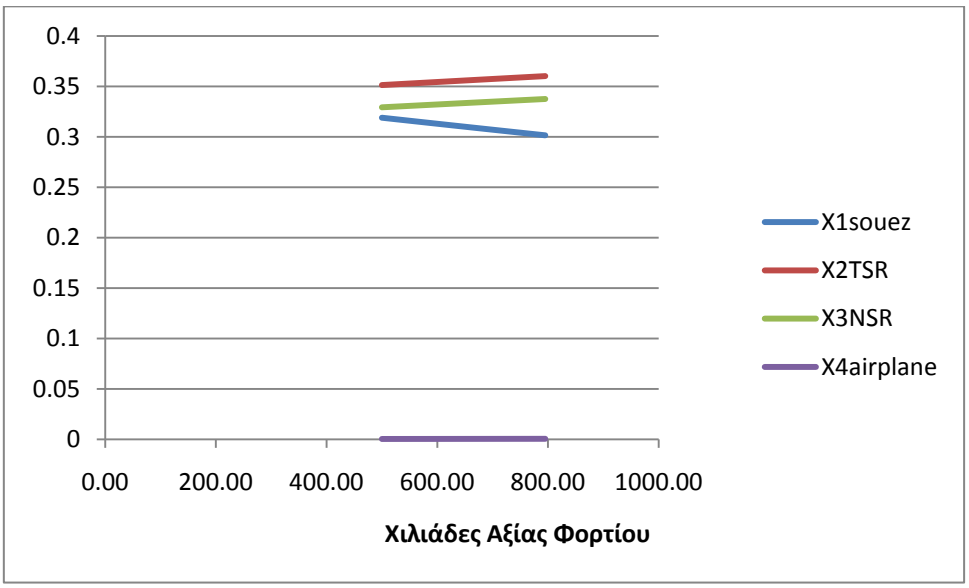
Αποτελέσματα με λ =0,1*10^{-3}

Αξία Φορτίου	Αξία Χρόνου	Γενικευμένο Κόστος Souez	Γενικευμένο Κόστος TSR	Γενικευμένο Κόστος NSR	Γενικευμένο Κόστος Airplane	$X1_{souez}$	$X2_{TSR}$	$X3_{NSR}$	X4airplane
500000,00	136,99	5572,60	4602,739726	5252,74	7,13E+04	0,318902949	0,351381709	0,329268366	0,000446976
505000,00	138,36	5612,33	4628,767123	5278,77	7,13E+04	0,318605151	0,351534806	0,329411829	0,000448213
510000,00	139,73	5652,05	4654,794521	5304,79	7,13E+04	0,3183075	0,351687826	0,329555219	0,000449454
515000,00	141,10	5691,78	4680,821918	5330,82	7,13E+04	0,318009997	0,351840768	0,329698536	0,000450698
520000,00	142,47	5731,51	4706,849315	5356,85	7,13E+04	0,317712642	0,351993633	0,32984178	0,000451945
525000,00	143,84	5771,23	4732,876712	5382,88	7,13E+04	0,317415435	0,352146419	0,329984951	0,000453195
530000,00	145,21	5810,96	4758,904110	5408,90	7,13E+04	0,317118375	0,352299127	0,330128049	0,000454449
535000,00	146,58	5850,68	4784,931507	5434,93	7,13E+04	0,316821464	0,352451757	0,330271074	0,000455706
540000,00	147,95	5890,41	4810,958904	5460,96	7,13E+04	0,316524701	0,352604308	0,330414025	0,000456966
545000,00	149,32	5930,14	4836,986301	5486,99	7,13E+04	0,316228087	0,352756782	0,330556902	0,000458229
550000,00	150,68	5969,86	4863,013699	5513,01	7,13E+04	0,315931621	0,352909176	0,330699707	0,000459496
555000,00	152,05	6009,59	4889,041096	5539,04	7,13E+04	0,315635304	0,353061492	0,330842437	0,000460766
560000,00	153,42	6049,32	4915,068493	5565,07	7,13E+04	0,315339137	0,35321373	0,330985094	0,00046204

565000,00	154,79	6089,04	4941,095890	5591,10	7,13E+04	0,315043118	0,353365889	0,331127677	0,000463316
570000,00	156,16	6128,77	4967,123288	5617,12	7,13E+04	0,314747249	0,353517969	0,331270186	0,000464596
575000,00	157,53	6168,49	4993,150685	5643,15	7,13E+04	0,314451529	0,35366997	0,331412621	0,00046588
580000,00	158,90	6208,22	5019,178082	5669,18	7,13E+04	0,314155959	0,353821892	0,331554983	0,000467167
585000,00	160,27	6247,95	5045,205479	5695,21	7,13E+04	0,313860539	0,353973735	0,33169727	0,000468457
590000,00	161,64	6287,67	5071,232877	5721,23	7,13E+04	0,313565268	0,354125499	0,331839483	0,00046975
595000,00	163,01	6327,40	5097,260274	5747,26	7,13E+04	0,313270148	0,354277183	0,331981621	0,000471047
600000,00	164,38	6367,12	5123,287671	5773,29	7,13E+04	0,312975178	0,354428788	0,332123686	0,000472347
605000,00	165,75	6406,85	5149,315068	5799,32	7,13E+04	0,312680359	0,354580314	0,332265676	0,000473651
610000,00	167,12	6446,58	5175,342466	5825,34	7,13E+04	0,31238569	0,35473176	0,332407591	0,000474958
615000,00	168,49	6486,30	5201,369863	5851,37	7,13E+04	0,312091173	0,354883127	0,332549432	0,000476269
620000,00	169,86	6526,03	5227,397260	5877,40	7,13E+04	0,311796806	0,355034414	0,332691198	0,000477583
625000,00	171,23	6565,75	5253,424658	5903,42	7,13E+04	0,31150259	0,355185621	0,332832889	0,0004789
630000,00	172,60	6605,48	5279,452055	5929,45	7,13E+04	0,311208525	0,355336748	0,332974505	0,000480221
635000,00	173,97	6645,21	5305,479452	5955,48	7,13E+04	0,310914612	0,355487796	0,333116047	0,000481545
640000,00	175,34	6684,93	5331,506849	5981,51	7,14E+04	0,310620851	0,355638763	0,333257514	0,000482873

645000,00	176,71	6724,66	5357,534247	6007,53	7,14E+04	0,310327241	0,35578965	0,333398905	0,000484204
650000,00	178,08	6764,38	5383,561644	6033,56	7,14E+04	0,310033783	0,355940457	0,333540221	0,000485538
655000,00	179,45	6804,11	5409,589041	6059,59	7,14E+04	0,309740477	0,356091184	0,333681462	0,000486877
660000,00	180,82	6843,84	5435,616438	6085,62	7,14E+04	0,309447324	0,35624183	0,333822628	0,000488218
665000,00	182,19	6883,56	5461,643836	6111,64	7,14E+04	0,309154323	0,356392396	0,333963718	0,000489563
670000,00	183,56	6923,29	5487,671233	6137,67	7,14E+04	0,308861474	0,356542881	0,334104733	0,000490912
675000,00	184,93	6963,01	5513,698630	6163,70	7,14E+04	0,308568778	0,356693286	0,334245672	0,000492264
680000,00	186,30	7002,74	5539,726027	6189,73	7,14E+04	0,308276235	0,35684361	0,334386536	0,00049362
685000,00	187,67	7042,47	5565,753425	6215,75	7,14E+04	0,307983845	0,356993853	0,334527324	0,000494979
690000,00	189,04	7082,19	5591,780822	6241,78	7,14E+04	0,307691608	0,357144015	0,334668036	0,000496342
695000,00	190,41	7121,92	5617,808219	6267,81	7,14E+04	0,307399524	0,357294096	0,334808672	0,000497708
700000,00	191,78	7161,64	5643,835616	6293,84	7,14E+04	0,307107594	0,357444096	0,334949233	0,000499078
705000,00	193,15	7201,37	5669,863014	6319,86	7,14E+04	0,306815817	0,357594015	0,335089717	0,000500451
710000,00	194,52	7241,10	5695,890411	6345,89	7,14E+04	0,306524194	0,357743853	0,335230125	0,000501828
715000,00	195,89	7280,82	5721,917808	6371,92	7,14E+04	0,306232725	0,35789361	0,335370457	0,000503209
720000,00	197,26	7320,55	5747,945205	6397,95	7,14E+04	0,30594141	0,358043285	0,335510713	0,000504593

725000,00	198,63	7360,27	5773,972603	6423,97	7,14E+04	0,305650249	0,358192878	0,335650892	0,00050598
730000,00	200,00	7400,00	5800,000000	6450,00	7,14E+04	0,305359242	0,358342391	0,335790995	0,000507372
735000,00	201,37	7439,73	5826,027397	6476,03	7,14E+04	0,305068391	0,358491821	0,335931021	0,000508767
740000,00	202,74	7479,45	5852,054795	6502,05	7,14E+04	0,304777693	0,35864117	0,336070971	0,000510165
745000,00	204,11	7519,18	5878,082192	6528,08	7,14E+04	0,304487151	0,358790437	0,336210845	0,000511568
750000,00	205,48	7558,90	5904,109589	6554,11	7,14E+04	0,304196763	0,358939622	0,336350641	0,000512974
755000,00	206,85	7598,63	5930,136986	6580,14	7,14E+04	0,30390653	0,359088725	0,336490361	0,000514383
760000,00	208,22	7638,36	5956,164384	6606,16	7,14E+04	0,303616453	0,359237746	0,336630004	0,000515796
765000,00	209,59	7678,08	5982,191781	6632,19	7,14E+04	0,303326531	0,359386686	0,33676957	0,000517213
770000,00	210,96	7717,81	6008,219178	6658,22	7,14E+04	0,303036765	0,359535542	0,336909059	0,000518634
775000,00	212,33	7757,53	6034,246575	6684,25	7,14E+04	0,302747154	0,359684317	0,337048471	0,000520058
780000,00	213,70	7797,26	6060,273973	6710,27	7,14E+04	0,302457699	0,359833009	0,337187805	0,000521486
785000,00	215,07	7836,99	6086,301370	6736,30	7,14E+04	0,3021684	0,359981619	0,337327063	0,000522918
790000,00	216,44	7876,71	6112,328767	6762,33	7,14E+04	0,301879257	0,360130146	0,337466243	0,000524353
795000,00	217,81	7916,44	6138,356164	6788,36	7,14E+04	0,301590271	0,360278591	0,337605345	0,000525793



ΕΙΚΟΝΑ 30- ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΟ ΑΞΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ 500,000-800,000$/TEU ΚΑΙ ΓΙΑ Λ =0,1

Εδώ δείχνει να υπερισχύει η διαδρομή μέσω υπερσιβηρικού σιδηρόδρομου ενώ δεύτερη έρχεται η διαδρομή μέσω του βόρειου περάσματος. Αυτό παρατηρείται γιατί η αξία του φορτίου και άρα του χρόνου είναι πολύ μεγαλύτερη, και οι διαδρομές αυτές είναι πιο σύντομες. Το αεροπλάνο παρότι είναι το πιο σύντομο μέσο λόγω του τεράστιου κόστους του χάνει σημαντικά έδαφος ακόμη και για φορτία πολύ ακριβά. Βλέπουμε επίσης ότι όσο μικραίνει ο συντελεστής λ τόσο η κατανομή των μέσων δείχνει να τείνει στο ίδιο σημείο, για συγκρίσιμα κόστη, όπως είναι άλλωστε αναμενόμενο λόγω του μαθηματικού τύπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^{ο} : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα και προσωπικές εκτιμήσεις

Αυτή την στιγμή η κύρια οδός μεταφοράς προϊόντων είναι η θαλάσσια διαδρομή μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Λόγω των τελευταίων πολιτικών αλλά και κλιματικών εξελίξεων εξετάζονται εναλλακτικές διαδρομές προς αυτήν με επικρατέστερες την βόρεια θαλάσσια οδό και τον υπερσιβηρικό σιδηρόδρομο. Και οι δυο αυτές εναλλακτικές είναι πρόσφατες επιλογές με αποτέλεσμα τα κόστη λειτουργίας και οι χρόνοι να υπολογίζονται κατά προσέγγιση. Τέλος, πρέπει να συντελεστούν αρκετές αλλαγές προκειμένου αυτές οι επιλογές να αποτελούν βιώσιμη λύση. Μερικές από αυτές είναι:

- Να αποσαφηνιστεί η διαδικασία πλοήγησης και αδειοδότησης για το βόρειο πέρασμα από τις ρωσικές αρχές
- Να μειωθεί το κόστος των υπηρεσιών παγόθραυσης και να παρέχεται από περισσότερες εταιρείες καθότι αυτή την στιγμή ακόμη κι αν ήταν εφικτή η πλεύση στον παγωμένο ωκεανό δεν θα μπορούσαν να παρέχονται οι υπηρεσίες αυτές με αποτέλεσμα συμφόρηση.
- Να ξεκαθαριστεί το πλαίσιο των κανονισμών που θα διέπουν την περιοχή. Αυτή τη στιγμή δεν αποτελεί τμήμα περιοχών ECA παρόλο που αποτελεί ιδιαίτερα ευαίσθητη περιοχή. Αν αυτό γίνει τότε το κόστος πλεύσης θα είναι πολύ υψηλότερο και δεν θα αποτελεί συμφέρουσα επιλογή.
- Να αναπτυχθούν λιμένες στην περιοχή της βόρειας θαλάσσια οδού, που θα είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν την παγκόσμια ναυτιλία καθώς και τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων.
- Για τον υπερσιβηρικό σιδηρόδρομο θα ήταν σκόπιμο να γνωρίζουμε περισσότερα για την κίνησή του εκτός της Ρωσίας, καθώς και για την δυνατότητα μεταφόρτωσης φορτίου τόσο στους τερματικούς σταθμούς της Ευρώπης όσο και της Ασίας.

- Το πλοίο δεν θα μπορούσε να απειλείται σημαντικά από τα άλλα μέσα καθώς μεταφέρει πολύ μεγαλύτερες ποσότητες από ένα τρένο. Από την άλλη όμως θα μπορούσαμε να πούμε ότι για ιδιαίτερα ακριβά φορτία η καλύτερη επιλογή είναι αυτή του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου καθώς είναι γρήγορη και οικονομική λύση.
- Τέλος θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν, ότι αυτή τη στιγμή παρόλο που η συνεισφορά της ναυτιλίας στην κλιματική αλλαγή είναι αμφισβητούμενη, το κανονιστικό πλαίσιο θέτει αυστηρά όρια αυξάνοντας το κόστος λειτουργίας.
- Η μετατόπιση φορτίου από το πλοίο σε άλλα μέσα θα μπορούσε να επιβαρύνει την κλιματική αλλαγή καθώς το ποσοστό ρύπων ανά τόνο μεταφορικού έργου είναι το λιγότερο ρυπογόνο.

7.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στο μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε για την εκτίμηση της κατανομής φορτίου στις εναλλακτικές είδαμε ότι υπεισέρχονται παράμετροι που δεν μπορούμε να γνωρίζουμε με απόλυτη ακρίβεια. Θα μπορούσε να γίνει μια εκτενέστερη εκτίμηση των παραμέτρων και η λύση ενός πιο σύνθετου προβλήματος, στο οποίο θα υπεισέρχονται περισσότερες από μία παράμετροι και θα περιγράφουν καλύτερα τις συνθήκες του προβλήματος βάσει του είδους φορτίου, των απαιτήσεων του ναυλωτή, των διαθέσιμων δρομολογίων κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8° : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment, Report, [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt,M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press; 2007.

2. Buhaug, Ø., J.J. Corbett, Ø. Endresen, V. Eyring, J. Faber, S. Hanayama, D.S. Lee, D. Lee, H. Lindstad, A. Mjelde, C. Pålsson, W. Wanquing, J.J. Winebrake, K. Yoshida. Updated Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships: Phase I Report. London: International Maritime Organization (IMO); 2009.

3. Endresen, Ø., Sørgård E., Behrens H. L., Brett P. O., and Isaksen I. S. A. A historical reconstruction of ships fuel consumption and emissions. Journal of Geophysical Research 2007; 112.

4. EMEP/CORINAIR. EMEP Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe, The Core Inventory of Air Emissions in Europe (CORINAIR), Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 3rd edition; 2002.

5. IMO. Liaison with the Secretariats of UNFCCC and IPCC concerning the Carbon to CO2 conversion factor - doc. MEPC 58/4/3., London: International Maritime Organization (IMO); 2009.

6. United Nations Convention Framework on Climate Change http://unfccc.int/essential_background/convention/items/2627.php

7. IMO, Main events in IMO's work on limitation and reduction of greenhouse gas emissions from international shipping, Note from the IMO Secretariat, London, November 2008

8. TayS, PangmalitP, TangE. Special Report on Climate Change Challenges in Southeast Asia. Report of Shell—SIIA Expert Roundtable on Climate Change Challenges in Southeast Asia 2008.

9. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change2007: synthesis report. Switzerland: World Meteorological Organisation; 2008.

10. IntergovernmentalPanelonClimateChange.Climatechange2007:the physical science basis: contribution of Working Group I to the fourth assessment report.UK:CambridgeUniversityPress;2007.

11. Bobylev LP, Kondratyev KY,J ohannessen OM. Arctic environment variability in the context of global change. New York: Springer Praxis;2004p.470.

12. Stroeve J, Holland MM, Meier W, Scambos T, Serreze M. Arctic sea ice decline: faster than forecast. Geophysical Research Letters 2007; 34: L09501.

13. Simpson S. The Arctic thaw could make global warming worse. Scientific American; 29 June 2009.

14. FrolovI E, Krutskih BA, editors. Hydro-meteorological supplying of Arctic navigation in XX and beginning of XXI centuries: Federal Survey on Hydrometeorology and Environmental Monitoring. St. Petersburg: Arctic and Antarctic Research Institute; 2008.

15. Arctic Marine Shipping Assessment. The future of Arctic marine navigation in midcentury: scenario narratives. Global Business Network Report; May 2008.

16. FrolovI E, Krutskih BA, editors. Hydro-meteorological supplying of Arctic

17. The implications of Arctic sea ice decline on shipping Joshua Ho S. Rajaratnam School of International Studies, Nanyang Technological University, Singapore

18. Choice of travel mode and the value of time in Greece. Some Robust Estimates. S.K. Lioukas 1982

19. Psaraftis, H.N. and Kontovas, C.A. (2008), "Ship Emissions Study" , National Technical University of Athens,report to Hellenic Chamber of Shipping, May

20. Psaraftis, H.N. and Kontovas, C.A (2009) "A web-based open emissions calculator", Int. J. Ocean Systems Management, Vol. 1, No. 2, 2009

21. Joshua Ho, "The implications of Arctic sea ice decline on shipping". Elsevier Ltd. 2009

22. Arctic Marine Shipping Assessment. "The future of Arctic marine navigation in mid-century: scenario narratives". Global Business Network Report; May 2008.

23. Frolov IE, Krutskih BA, editors. "Hydrometeorological supplying of Arctic navigation".

24. Johannessen OM, Pettersson LH. Arctic climate and shipping in Gottemoeller. In: Tamnes R, editor. "High north, high stakes: security, energy, transport, environment". Norway: Fagbokforlaget; 2008. p. 95–114.

25. First through Northeast Passage. The Barents observer; 9 September 2009

26. Miaojia Liu, Jacob Kronbak. "The potential viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe". Elsevier Ltd. 2009

27. Jerome Verny, Christophe Grigentin. "Container shipping on the Northern Sea Route". Elsevier B.V.2009

28. Psaraftis H.N., Contovas C.A. "Ship emission Study". www.martrans.org/lemis.htm

29. [9] Halvor Schoyen, Svein Brathen "Bulk Shipping via the Northern Sea Route versus via the Suez Canal: who will gain from a shorter transport route? "

30. [10] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change2007: synthesis report. Switzerland: World Meteorological Organisation: 2008

31. [11] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the fourth assessment report. UK: Cambridge University Press: 2007

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Οι Somanthan, Flynn και Szymanski (2007) χρησιμοποιώντας προσομοίωση σε υπολογιστή έκαναν μια μελέτη για την αξιολόγηση του Βορειοδυτικού Περάσματος σε σχέση με τις διαδρομές μέσω της διώρυγας του Παναμά. Το κύριο στοιχείο σύγκρισης είναι το κόστος του ναύλου για την μεταφορά από λιμάνι σε λιμάνι (Port to port) Η πιο κρίσιμη οικονομική μεταβλητή θεωρείται το κόστος κτήσης για πλοία Ice class σε σχέση με τα συμβατικά που πλέουν μέσω της διώρυγας του Panama. Η διαδρομή μέσω του βορειοδυτικού περάσματος, από St. John της Νέας Γης, στη Yokohama ακόμη και με σημαντικό κόστος κτήσης 80% είναι συμφέρουσα, σε αντίθεση με την αντίστοιχη για Νέα Υόρκη η χρήση του βόρειου περάσματος δεν είναι ανταγωνιστική. Τέλος, αναφέρουν ως πιο σημαντικές παραμέτρους για το κόστος ταξιδιού το κόστος κτήσης πλοίου και το κόστος καυσίμου.

Ο Joshua Ho (2009) παρουσιάζει τις σύγχρονες τάσεις που αφορούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη και πως αυτό επηρεάζει την ναυτιλία στον Αρκτικό Ωκεανό. Έπειτα αναλύει τις απαιτούμενες ενέργειες για να χρησιμοποιηθεί ο αρκτικός ωκεανός ως εναλλακτική διαδρομή μεταξύ βόρειας Ευρώπης και Ασίας. Για να γίνει λοιπόν, χρήση του βορειοανατολικού περάσματος σε μεγάλη κλίμακα απαιτούνται μεγάλες επενδύσεις, τόσο για την κατάλληλη υποδομή όσο και για την παροχή θαλάσσιων υπηρεσιών που θα εξασφαλίζουν ασφαλή διέλευση με το ελάχιστον περιβαλλοντικό κόστος.

Η Cynthia Lamson (1986) αναφέρει τις θεωρίες και τις προσπάθειες που έχουν γίνει σχεδόν από την ανακάλυψη της Αμερικής και σχετίζονται με την αναζήτηση διαδρομής προς την Ινδία και την Κίνα μέσω των βορειότερων συνόρων τους. Στοιχεία έχουν αρχίσει να συλλέγονται ήδη από τα τέλη του 16^{ου} αι. Επιπλέον, αναφέρει τις σύγχρονές της θεωρίες που εστιάζουν στην

ανακάλυψη πετρελαίου κα φυσικού αερίου σε πολύ βόρεια γεωγραφικά πλάτη, αλλά και στην σύγχρονη τεχνολογία που δίνει την δυνατότητα πλεύσης σε αυτές τις «παγωμένες θάλασσες».

Οι Verny και Grigentin (2008) μελετούν το βορειοανατολικό πέρασμα σαν εναλλακτική διαδρομή για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Οι θαλάσσιες διαδρομές μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ήταν σταθερές σχεδόν για έναν αιώνα. Σήμερα με την υπερθέρμανση του πλανήτη και το λιώσιμο των πάγων στους βόρειους ωκεανούς ανοίγεται μια νέα θαλάσσια οδός για μεταφορά εμπορευμάτων μεταξύ Ασίας και Ευρώπης. Υιοθετώντας ένα μοντέλο συγκρίνουν διαδρομές μεταξύ Σαγκάης και Αμβούργου αναλύοντας το σχετικό κόστος για διαφόρους τύπους μεταφορών. Προκύπτει έτσι, ότι η διαδρομή μέσω της διώρυγας του Σουέζ είναι η πιο συμφέρουσα οικονομικά, ενώ η διαδρομή μέσω του βόρειου περάσματος και η χρήση του υπερσιβηρικού σιδηροδρόμου είναι σχεδόν ισοδύναμες λύσεις.

Οι Liu και Kronbak (2010) επιχειρούν να αναλύσουν το οικονομικό όφελος από την χρήση του βόρειου περάσματος σαν εναλλακτική διαδρομή έναντι της συμβατικής μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Πλέοντας μέσω του βόρειου περάσματος θα μπορούσαμε να εξοικονομήσουμε απόσταση της τάξης του 40% για ένα ταξίδι από την Ευρώπη (Rotterdam) στην Ασία. (Yokohama) Παρόλα αυτά, μικρότερη απόσταση δεν σημαίνει άμεση μείωση του κόστους κατά το ίδιο ποσοστό για διάφορους λόγους όπως: το αυξημένο κόστος κτήσης για πλοία Ice class έναντι των συμβατικών, μη τακτική χρήση της βόρειας θαλάσσιας οδού, προβλήματα στην πλεύση και την πλοήγηση, χαμηλότερες ταχύτητες καθώς και επιπλέον υπηρεσίες που θα πρέπει να παρέχονται από παγοθραυστικά πλοία.

Στόχος είναι στη μελέτη αυτή είναι να συγκρίνουν το ετήσιο κέρδος για κυκλικά ταξίδια, ανάμεσα στην χρήση της διώρυγας του Σουέζ καθ όλη την διάρκεια του χρόνου και την χρήση του βόρειου περάσματος κατά τους μήνες που είναι πλεύσιμο και για τους υπόλοιπους χρήση της συμβατικής διαδρομής μέσω του Σουέζ. Οι τρεις παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο είναι: ο

χρόνος πλεύσης, οι τιμές των καυσίμων, και οι φόροι της Ρωσίας. Για να γίνει η μελέτη ευέλικτη θεωρούν τρία σενάρια για την κάθε παράμετρο, έπειτα συνδυάζουν μεταξύ τους και βγάζουν το τελικό κέρδος. Η συνολική σύγκριση γίνεται ώστε να δουν υπό ποιες συνθήκες είναι ανταγωνιστική η χρήση του βόρειου περάσματος.

Ο Cariou (2010) προσπαθεί να μετρήσει το ρυθμό με τον οποίο έχουν μειωθεί οι εκπομπές CO_2 από την λειτουργία των πλοίων σε χαμηλότερες ταχύτητες, για πλοία container για διάφορα φορτία. Επίσης υπολογίζει το σημείο στο οποίο υπάρχει εξίσωση του κόστους ώστε η τεχνική αυτή να είναι μακροπρόθεσμα βιώσιμη. Βρέθηκε ότι αυτή είναι βιώσιμη για τιμή καυσίμου τουλάχιστον 350-400 $/τον. για τα κύρια είδη φορτίων.

Οι Ψαραύτης και Κοντόβας (2010a) εξετάζουν διάφορα λειτουργικά μέτρα για την μείωση των αέριων εκπομπών και ρύπων για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Τα πλοία αυτά είναι πρώτα σε κατανάλωση καυσίμου και άρα τα πιο «ρυπογόνα» κυρίως λόγω της απαίτησης να λειτουργούν σε υψηλές ταχύτητες. Ένα από τα πιο δημοφιλή μέτρα που προτείνονται είναι η λειτουργία σε χαμηλότερες ταχύτητες, με στόχο την μείωση κατανάλωσης καυσίμου και άρα και την μείωση αερίων εκπομπών. Ένα άλλο μέτρο που εξετάζεται είναι η μείωση του χρόνου στο λιμάνι. Για να γίνει αυτό προτείνεται είτε η μείωση του χρόνου εξυπηρέτησης για το κάθε πλοίο, είτε η μείωση του χρόνου που απαιτείται για ελλιμενισμό, με άμεση επίδραση στο χρόνο αναμονής στο λιμάνι. Διερευνάται ο στόχος της μείωσης των εκπομπών αερίων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας πλοίων container σε σχέση με την μείωση των λειτουργικών εξόδων και άλλων υπηρεσιών. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα.

Οι Ψαραύτης και Κοντόβας (2010b) εξετάζουν τις επιπτώσεις στην θαλάσσια εφοδιαστική αλυσίδα διαφόρων πολιτικών μείωσης αέριων ρύπων. Θα μπορούσαν να υπάρχουν ανταποδοτικά οφέλη ανάμεσα στα

περιβαλλοντικά οφέλη που σχετίζονται με τη μείωση της ταχύτητας, αύξησης του αριθμού των πλοίων αλλά και πιο συμβατικών όπως την αξία του φορτίου κατά την μεταφορά.

Οι Ψαραύτης και Κοντόβας (2009) μελετούν την επίδραση διαφόρων μέτρων μείωσης που στόχο έχουν την μείωση εκπομπών από τα πλοία και τα οποία μπορεί να επηρεάσουν τη σχέση μεταξύ κόστους και αποτελεσματικότητας, στην θαλάσσια εφοδιαστική αλυσίδα. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται ορισμένα μοντέλα. Τα μέτρα μείωσης των αέριων εκπομπών εξαρτώνται γενικά από το είδος των εκπομπών. Εδώ δίνεται έμφαση στα επιχειρησιακά μέτρα που και το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως σε εκπομπές CO_2 και SO_2 Μέτρα όπως η μείωση ταχύτητας η αλλαγή του αριθμού των πλοίων αλλά και άλλα, θα επιφέρουν αλλαγές, είτε θετικές είτε αρνητικές, στις συνολικές εκπομπές αλλά και στην εφοδιαστική αλυσίδα και τη σχέση κόστους – αποτελεσματικότητας.

Βιομηχανικοί κύκλοι αναφέρουν τις ανησυχίες τους σχετικά με τα καύσιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο που χρησιμοποιούνται σήμερα στις περιοχές SECA's (Περιοχές ελέγχου εκπομπών θείου) και την τιμή τους που μπορεί να καταστήσει κάποιες θαλάσσιες διαδρομές ακριβότερες και να στρέψει έτσι ένα μέρος του φορτίου σε χερσαίες μεταφορές παρόλο που η ευρωπαϊκή πολιτική προωθεί τις θαλάσσιες μεταφορές. Μετατόπιση φορτίου προς χερσαίες μεταφορές μπορεί να αυξήσει τις αέριες εκπομπές CO_2 συνολικά. Για να διερευνηθούν τέτοια προβλήματα παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα.

Τα κυριότερα αποτελέσματα της μελέτης αυτής συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Μείωση της ταχύτητας οδηγεί πάντα σε χαμηλότερες εκπομπές ρύπων, ακόμη κι αν ο αριθμός πλοίων αυξάνεται

- Λόγω του κόστους μεταφοράς αλλά και του κόστους του να κρατάς ένα προϊόν σε αποθέματα το λειτουργικό κόστος μπορεί να μειώνεται αλλά μπορεί και όχι ανάλογα με την περίπτωση
- Το κόστος για να αποτρέψουμε έναν τόνο CO_2 μέσω μείωση της ταχύτητας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και είναι υψηλότερο για φορτία μεγαλύτερης αξίας
- Μείωση της ταχύτητας σε περιοχές SECA's οδηγεί σε καθαρή αύξηση των εκπομπών, ακόμη και του θείου, εάν ο χρόνος ταξιδιού πρέπει να μείνει ίδιος.

Η χρήση καθαρότερου καυσίμου σε περιοχές SECA's μπορεί να οδηγήσει σε μετατόπιση φορτίων από τις θαλάσσιες μεταφορές σε χερσαίες με πιθανότητα να προκαλέσουν αύξηση στις εκπομπές αερίων στη στεριά, μεγαλύτερη από αυτές που μπορούμε να «γλιτώσουμε» από στη θάλασσα.