



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΜΠΙΤΖΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΑΤΣΑΤΣΙΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της δυνατότητας βελτιστοποίησης του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, μέσω της εξέτασης του βαθμού, στον οποίον το κόστος συγκεκριμένης διαδρομής, στα πλαίσια των θαλάσσιων μεταφορών, μπορεί να περιοριστεί και ποιος είναι ο κατάλληλος τρόπος επίτευξης αυτής της μείωσης. Για τους σκοπούς της εργασίας, πραγματοποιήθηκε η μελέτη περίπτωσης μίας Ελληνικής ναυτιλιακής εταιρίας, που εκτελεί μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ έξι λιμανιών της Μεσογείου. Λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για συγκεκριμένους τύπους πλοίων, το μέγεθος της προσφοράς και ζήτησης εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των υπό εξέταση λιμανιών καθώς τέσσερα διαφορετικά συστήματα διαδρομών μεταξύ των λιμανιών, υπολογίστηκε το συνολικό εβδομαδιαίο κόστος ανά διαδρομή πλοίου. Τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι τα συστήματα διαδρομής hub and feeder και εκκρεμές είναι τα περισσότερο συμφέροντα, σε οικονομικούς όρους. Τα αποτελέσματα της εργασίας επιβεβαιώνουν εν μέρει τα αποτελέσματα άλλων ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Λέξεις – κλειδιά: θαλάσσιες μεταφορές, εμπορευματοκιβώτια, ελαχιστοποίηση κόστους

ABSTRACT

The primary aim of this thesis was the study of the shipping cost optimization, through the investigation of the extent to which the cost of a specific shipping route could be minimized and of the optimal way of achieving it. For the purposes of this thesis, the author studied case of a Greek shipping company, which is active in the maritime transportation of containers between six ports of the Mediterranean Sea. Taking into consideration specific features of specific ship types, the size of containers' demand and supply between the Mediterranean ports, as well as four different route systems, the author calculated the total cost per shipping route per week. The findings of the research indicate that the hub and feeder route system and the pendulum route system are more economically efficient, compared to the other route systems. The research results partially confirm the results of previous researches of international literature.

Key-words: maritime transportation, containers, cost minimization

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT.....	iii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	v
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	5
2.1 Εισαγωγή	5
2.2 Παράγοντες κόστους θαλάσσιων μεταφορών	5
2.3 Προηγούμενες μελέτες επί των παραγόντων κόστους θαλάσσιων μεταφορών.....	11
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	25
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	29
4.1 Εισαγωγή	29
4.2 Μελέτη περίπτωσης	29
4.3 Ερευνητικό πλαίσιο	30
4.4 Δεδομένα και ανάλυση δεδομένων	31
5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ	33
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων	42
6.2 Σύνδεση αποτελεσμάτων με τη βιβλιογραφία	44
6.3 Περιορισμοί και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	45
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	46

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1 - Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης	20
Πίνακας 3-1: Μεγαλύτερα λιμάνια της Μεσογείου 2012-2016 (1000 TEU).....	27
Πίνακας 5-1: Αναμενόμενη εβδομαδιαία ζήτηση σε TEU μεταξύ των λιμανιών της Μεσογείου.....	34
Πίνακας 5-2: Αποστάσεις μεταξύ των λιμανιών της Μεσογείου	35
Πίνακας 5-3: Χαρακτηριστικά πλοίων	36
Πίνακας 5-4: Χαρακτηριστικά διαδρομών	36
Πίνακας 5-5: Κόστος διαδρομής ανά εβδομάδα για τη διάρκεια και συχνότητα του .	38
Πίνακας 5-6: Οικονομίες κλίμακας	39
Πίνακας 5-7: Κόστος δικτύου ανά εβδομάδα.....	40

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.2-1: Μερίδιο αγοράς λιμανιών της Μεσογείου 2014	28
---	----

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 5-1: Λιμάνια της Μεσογείου	33
---	----

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ναυτιλιακή βιομηχανία χαρακτηρίζεται από μία πολύπλοκη και συνεχώς μεταβαλλόμενη αγορά, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται έντονες αποκλίσεις τόσο σε όρους εισοδήματος όσο και σε όρους εξόδων. Παράλληλα, λόγω του διεθνούς χαρακτήρα της, η ναυτιλιακή δραστηριότητα καλείται να ακολουθήσει ταυτόχρονα εθνικούς και διεθνείς κανονισμούς και νόμους (Demirel and Bayer, 2016). Γενικότερα, η ναυτιλία λειτουργεί υπό την επίβλεψη όχι μόνο των εθνικών αρχών αλλά και των αντίστοιχων διεθνών, οι οποίοι ρυθμίζουν την εμπορική διοίκηση και συμπεριλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, εταιρίες ταξινόμησης, παρόχους χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, θαλάσσιες ασφαλιστικές εταιρίες και μη κυβερνητικούς οργανισμούς που σχετίζονται με τη ναυτιλία.

Η ναυτιλία είναι μία δραστηριότητα υψηλού κινδύνου, παρουσιάζοντας ιδιαίτερη ευαισθησία σε κινδύνους που μπορούν να απειλήσουν την επιβίωση μίας ναυτιλιακής εταιρίας. Πιο αναλυτικά, οι θαλάσσιες μεταφορές χαρακτηρίζονται από πληθώρα κινδύνων που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές ζημίες σε ανθρώπινες ζωές ή στα σκάφη, οδηγώντας ακόμη και σε ολική απώλεια. Επιπλέον, τα σκάφη συνοδεύονται, συνήθως, από πίστωση, με αποτέλεσμα, ένας χρηματοοικονομικός κίνδυνος να είναι πάντοτε πιθανός. Μία ακόμη μορφή κινδύνου είναι οι αλλαγές στις εθνικές και διεθνείς πολιτικές, στις οποίες, η ναυτιλία παρουσιάζει, επίσης, ιδιαίτερη ευαισθησία. Οι προαναφερόμενοι κίνδυνοι και μεταβολές καθιστούν απαραίτητες για τις ναυτιλιακές εταιρίες τη συνεχή διεξαγωγή αξιολογήσεων κινδύνου και την εφαρμογή διαδικασιών διοίκησης και διαχείρισης (Demirel and Bayer, 2016). Πέραν της έκθεσης των εταιριών σε διάφορες κατηγορίες κινδύνων, η ναυτιλιακή βιομηχανία χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα πολυπλοκότητας και λόγω του έντονα ανταγωνιστικού επιχειρηματικού περιβάλλοντος, κυρίως ως προς τα επίπεδα των διαχειριστικών εξόδων (Drewry, 2006).

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, οι φορείς χάραξης της πολιτικής και οι ίδιες οι ναυτιλιακές εταιρίες επιδεικνύουν έντονο ενδιαφέρον για τους παράγοντες που καθορίζουν τα κόστη των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών. Οι θαλάσσιες μεταφορές αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 80% του όγκου του διεθνούς εμπορίου, ενώ

περίπου 90% του όγκου του διεθνούς εμπορίου των αναπτυσσόμενων χωρών πραγματοποιείται μέσω θαλάσσης (UNCTAD, 2015). Γνωρίζοντας, λοιπόν, τους λόγους διαφοροποίησης του κόστους που καλείται να πληρώσει ο έμπορος για διεθνή μεταφορά των εμπορευμάτων του, οι φορείς χάραξης της πολιτικής έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν περιοχές που χρήζουν της παρέμβασής τους (UNCTAD, 2015). Επιπλέον, οι πλοιοκτήτες επιδιώκουν συνεχώς τη διασφάλιση του εισοδήματός τους προκειμένου να επιβιώσουν στο επιχειρηματικό περιβάλλον. Για να ελέγξουν τις ροές των εσόδων τους, απαιτείται να περιορίσουν το κόστος και να αυξήσουν το εισόδημά τους, αν και η αύξηση του εισοδήματος είναι λιγότερο πιθανή, σε αντίθεση με τη μείωση του κόστους, η οποία είναι, γενικότερα, περισσότερο διαθέσιμη. Παρ' όλα αυτά, λόγω του πιθανού οικονομικού αντικτύπου, ο περιορισμός του κεφαλαίου και του κόστους λειτουργίας και ταξιδίων δεν εφαρμόζεται, με αποτέλεσμα, η διασφάλιση της μείωσης του κόστους, να επιτυγχάνεται από τους πλοιοκτήτες, μέσω εργαλείων ελέγχου των εξόδων των ταξιδίων του πληρώματος, των εξόδων των ναυπηγείων και των επιδιορθώσεων, των πρόσθετων τελών ασφάλισης και των εξόδων των πρακτορείων λιμένων (Drewry, 2006).

Στα πλαίσια της διεθνούς βιβλιογραφίας, ένας μεγάλος αριθμός συγγραφέων ασχολήθηκε με τη μελέτη και τον εντοπισμό των παραγόντων που καθορίζουν τα κόστη των θαλάσσιων μεταφορών (Wilmsmeier, 2014; Sourdin and Pomfret, 2012). Τα αποτελέσματα των ερευνών τους υποδεικνύουν παράγοντες που σχετίζονται με τα έξοδα των λιμένων, τις εμπορικές ροές, τη δομή της θαλάσσιας βιομηχανίας, την τοποθέτηση της εταιρίας εντός του διεθνούς ναυτιλιακού δικτύου, τα λειτουργικά κόστη, τη διευκόλυνση και τα αποσταλμένα προϊόντα. Εκτός των παραπάνω, κατά τα τελευταία έτη, οι φορείς χάραξης της πολιτικής και οι ναυτιλιακές εταιρίες έχουν ενσωματώσει στις διαδικασίες σχεδιασμού, τις πολιτικές και τις δομές τους κριτήρια περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Με αυτόν τον τρόπο, επιδιώκουν, αφενός να ανταποκριθούν στις διεθνείς απαιτήσεις περιορισμού των εκπομπών ρύπων και βελτίωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, αφετέρου να βελτιώσουν την εξοικονόμηση ενέργειας και να επιτύχουν μία περισσότερο αποδοτική κατανομή των διαθέσιμων πόρων (UNCTAD, 2015). Οι δραστηριότητες που αναπτύσσουν οι ναυτιλιακές εταιρίες για το σκοπό αυτό, όπως η αναδιαμόρφωση της αρχιτεκτονικής μεταφορών και δικτύων, η υιοθέτηση και ανάπτυξη της κατάλληλης υποδομής, η βελτιστοποίηση των λειτουργικών διαδικασιών της θαλάσσιας εφοδιαστικής, η

υποστήριξη των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας κλπ, καθώς και τα αποτελέσματα των εν λόγω δραστηριοτήτων επηρεάζουν τη διαμόρφωση του συνολικού κόστους των θαλάσσιων μεταφορών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών. Πιο αναλυτικά, επιδιώκεται να εξεταστεί ο βαθμός στον οποίον το κόστος συγκεκριμένης διαδρομής, στα πλαίσια των θαλάσσιων μεταφορών, μπορεί να περιοριστεί και ποιος είναι ο κατάλληλος τρόπος επίτευξης αυτής της μείωσης. Κατά συνέπεια, το κύριο ερευνητικό ερώτημα της εργασίας διαμορφώνεται ως εξής:

«Με ποιον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών;»

Επιμέρους στόχοι της εργασίας είναι ο εντοπισμός των παραγόντων που συμβάλλουν στον καθορισμό του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, η μελέτη του τρόπου με τον οποίον κάθε παράγοντας επιδρά στο κόστος των θαλάσσιων μεταφορών και η διατύπωση προτάσεων αναφορικά με λύσεις που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στον περιορισμό του κόστους.

Η σημασία της εργασίας είναι τριπλή. Αρχικά, αναμένεται ότι με την ολοκλήρωσή της, η εργασία θα συμβάλλει στον περαιτέρω εμπλουτισμό της διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με τον τρόπο βελτιστοποίησης των θαλάσσιων μεταφορών. Πρόκειται για μία περιοχή, η οποία, σε αντίθεση με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του κόστους, δεν έχει προσελκύσει έντονα το ενδιαφέρον των ερευνητών. Παράλληλα, αναμένεται ότι τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την έρευνα που θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της εργασίας θα βοηθήσουν στους επαγγελματίες του κλάδου να κατανοήσουν πληρέστερα τους κυρίαρχους παράγοντες κόστους της βιομηχανίας και θα τους παρέχουν τα απαραίτητα δεδομένα για τις οργανωσιακές αλλαγές που απαιτούνται προκειμένου να διασφαλιστεί ο περιορισμός του κόστους. Τέλος, το θέμα της εργασίας παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ίδιο το συγγραφέα, λόγω της επιθυμίας του να μελετήσει το ναυτιλιακό κλάδο και πιθανώς να απασχοληθεί επαγγελματικά σε αυτόν.

Το παρόν κεφάλαιο είχε σκοπό να εισάγει τον αναγνώστη στο κεντρικό θέμα της εργασίας, να παρουσιάσει το σκοπό και τους στόχους της, τη σημασία και τη δομή

της. Οι ενότητες που ακολουθούν δομούνται ως εξής: στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εκτενής ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αναφορικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών, την επίδραση κάθε παράγοντα στο κόστος καθώς και τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, οι οποίες ασχολήθηκαν, πιθανώς, με τον τρόπο βελτιστοποίησης του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών. Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετήθηκε για τους σκοπούς της έρευνας ενώ το τέταρτο κεφάλαιο περιγράφει λεπτομερώς τα αποτελέσματα αυτής. Τέλος, το πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζει μία σύνοψη των αποτελεσμάτων, προσφέρει απάντηση στο κύριο ερευνητικό ερώτημα, καταγράφει τους περιορισμούς της εργασίας και διατυπώνει προτάσεις για περαιτέρω μελέτη σε συναφείς ερευνητικές περιοχές.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εκτενής ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με το βασικό ερευνητικό ζήτημα της εργασίας, τη βελτιστοποίηση του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών. Αναλυτικά, μελετώνται οι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών και παρατίθενται τα συμπεράσματα προηγούμενων μελετών, οι οποίες επικεντρώθηκαν στους εν λόγω παράγοντες. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη την ευρεία εφαρμογή της πολυκριτήριας μεθοδολογίας για την αξιολόγηση εναλλακτικών επιλογών για την επίλυση ενός προβλήματος στον ευρύτερο κλάδο των μεταφορών, πραγματοποιείται λεπτομερής ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών, στα πλαίσια των οποίων επιχειρήθηκε η επίλυση διαφόρων προβλημάτων των θαλάσσιων και λοιπών κατηγοριών μεταφορών. Το κεφάλαιο δομείται ως εξής: 2.1 Εισαγωγή, 2.2 Παράγοντες κόστους θαλάσσιων μεταφορών και 2.3 Προηγούμενες μελέτες επί του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών.

2.2 Παράγοντες κόστους θαλάσσιων μεταφορών

Το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης ενός μεγάλου αριθμού συγγραφέων, οι οποίοι, στα πλαίσια της έρευνας τους, έχουν εντοπίσει ποικίλλους παράγοντες καθορισμού του κόστους. Ο φορέας UNCTAD (2015) ομαδοποιεί τους εν λόγω παράγοντες σε επτά κατηγορίες, οι οποίες παρουσιάζονται διεξοδικά στη συνέχεια και περιλαμβάνουν τις εξής:

- (i) παράγοντες διευκόλυνσης του εμπορίου και των μεταφορών,
- (ii) λειτουργικά κόστη πλοίων,
- (iii) απόσταση και θέση μίας χώρας εντός των ναυτιλιακών δικτύων,
- (iv) ανταγωνισμός και κανόνες της αγοράς,
- (v) αξία, όγκος και τύπος μεταφερόμενων προϊόντων,
- (vi) υποδομές και χαρακτηριστικά λιμένων και
- (vii) εμπορικές ροές και ανισορροπίες.

Όσον αφορά στους παράγοντες διευκόλυνσης του εμπορίου και των μεταφορών, παρατηρείται ότι ο χρόνος αναμονής των πλοίων και των φορτίων στα λιμάνια επηρεάζει άμεσα το εμπορικό κόστος. Συγκεκριμένα, από την πλευρά του αποστολέα, η μείωση του χρόνου αναμονής συνεπάγεται μείωση του κόστους που συνδέεται με την κατοχή του φορτίου καθ' οδόν προς τον τελικό προορισμό (Hummels and Schaur, 2013). Επιπλέον, ο αυξημένος χρόνος αναμονής συνεπάγεται υψηλότερο κόστος και για το μεταφορέα, το οποίο, τελικώς, επιβαρύνει τον πελάτη μέσω υψηλότερων χρεώσεων (Wilmsmeier *et al.*, 2006). Σε κάθε περίπτωση, η εφαρμογή διαφόρων μέτρων διευκόλυνσης του εμπορίου μπορεί να συμβάλλει στον περιορισμό του χρόνου αναμονής και στη βελτίωση της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας των χωρών με άλλους τρόπους. Μάλιστα, ο φορέας UNCTAD (2015) προτείνει ότι η διαφανής δημοσίευση πληροφοριών που σχετίζονται με το εμπόριο καθώς και η απλοποίηση και ο περιορισμός των τελωνιακών διατυπώσεων παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την αξιολόγηση μίας χώρας, στα πλαίσια διεθνών δεικτών απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Σε επίπεδο λειτουργικού κόστους, οι τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων δεκαετιών έχουν οδηγήσει σε συνεχή μείωση τους, σε βελτίωση της απόδοσης του καυσίμου, σε οικονομίες κλίμακας καθώς και σε αυτοματοποίησης των λειτουργιών των λιμανιών, συμβάλλοντας περαιτέρω στον περιορισμό του περιβαλλοντικού και του χρηματοοικονομικού κόστους. Παρ' όλα αυτά, οι προσπάθειες περιορισμού του λειτουργικού κόστους μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στην αξία των ναύλων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η επένδυση σε μεγαλύτερα και περισσότερο αποτελεσματικά σε ενεργειακό επίπεδο σκάφη, συμβάλλει στην υπερπροσφορά χωρητικότητας, η οποία σε συνδυασμό με την ασθενή παγκόσμια οικονομία των τελευταίων ετών αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες καθορισμού των τιμών των ναύλων. Αν και τα λειτουργικά κόστη στη ναυτιλία έχουν μειωθεί, τα συνολικά κόστη του συστήματος μεταφορών χαρακτηρίζονται από μικρότερη μείωση. Αναλυτικά, στα συνολικά κόστη των μεταφορέων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα κόστη επένδυσης σε νέα περιουσιακά στοιχεία. Παράλληλα, τα μεγαλύτερα σκάφη και η αυξανόμενη χρήση κομβικών λιμένων απαιτούν από τους λιμένες και τις πόλεις αυτών να επενδύσουν σε επιπλέον δυναμικότητα αποθήκευσης και διαχείρισης. Πρόκειται για επιπλέον κόστη, συμπεριλαμβανομένου του εξωτερικού κοινωνικού και περιβαλλοντικού κόστους, τα οποία δημιουργούνται δε

δημιουργούνται από τους μεταφορείς αλλά από τα λιμάνια και τις τοπικές κοινωνίες. Τα χαμηλότερα λειτουργικά κόστη, σε σύγκριση με τα υψηλότερα σταθερά κόστη, είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη διακύμανση των τιμών των ναύλων. Βραχυπρόθεσμα, το κόστος του ναύλου θα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το λειτουργικό κόστος του μεταφορέα, ενώ μακροπρόθεσμα οι τιμές των ναύλων θα πρέπει να καλύπτουν το συνολικό μέσο κόστος, συμπεριλαμβανομένου και του σταθερού κόστους.

Ο τρίτος παράγοντας που επιδρά στο κόστος των θαλάσσιων μεταφορών αφορά στην απόσταση και τη θέση μίας χώρας στα πλαίσια των ναυτιλιακών δικτύων. Πιο αναλυτικά, δεδομένου ότι η μεταφορά αγαθών σε μεγαλύτερη απόσταση απαιτεί περισσότερο χρόνο και καύσιμα, δηλαδή συνεπάγεται υψηλότερο κόστος κεφαλαίου και υψηλότερο λειτουργικό κόστος, οι εμπορικοί συνεργάτες που βρίσκονται μακριά από τις κύριες αγορές, αναμένεται ότι αντιμετωπίζουν υψηλότερες τιμές ναύλων. Ως προς την επίδραση της απόστασης, βάσει του παραδοσιακού μοντέλου βαρύτητας, όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ δύο χωρών, τόσο μικρότερος είναι ο όγκος των εμπορικών συναλλαγών μεταξύ τους (Linnemann, 1966). Παρ' όλα αυτά, τα παραδοσιακά μοντέλα βαρύτητας αγνοούν την αποτελεσματική απόσταση και συνδεσιμότητα, όπως πιθανώς περιγράφεται από τις δομές των δικτύων. Οι Limao and Venables (2001) δείχνουν, στα πλαίσια της έρευνας τους, ότι μόνο η γεωγραφική απόσταση δεν είναι σε θέση να ερμηνεύσει τη διαφορά των τιμών των ναύλων. Αντίθετα, πιστεύεται ότι η οικονομική απόσταση, όπως εκφράζεται από τη ναυτιλιακή συνδεσιμότητα και τη θέση μίας χώρας στα διεθνή ναυτιλιακά δίκτυα, αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες του διεθνούς κόστους μεταφοράς. Μάλιστα, έρευνες δείχνουν ότι η θέση εντός ενός δικτύου ασκεί ισχυρότερη επίδραση συγκριτικά με τη γεωγραφική απόσταση (Wilmsmeier, 2014; Wilmsmeier *et al.*, 2006; Angeloudis *et al.*, 2006, McCalla *et al.*, 2005). Η λειτουργία του δικτύου και η δομή του περιλαμβάνουν σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ναυτιλιακής βιομηχανίας και των λιμένων καθώς και μεταξύ της εκάστοτε χώρας και των διεθνών οργανισμών που λειτουργούν ως ρυθμιστικά και διοικητικά όργανα. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται από τους τελευταίους επηρεάζουν, ως αποτέλεσμα, το κόστος μεταφοράς για μία χώρα ή περιοχή (Wilmsmeier and Hoffman, 2008).

Ο ανταγωνισμός και οι κανονισμοί της αγοράς συμπεριλαμβάνονται και αυτοί στους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών. Πιο αναλυτικά, ο

καθορισμός της τιμής στις αγορές μεταφορών και εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο του αποτελεσματικού ανταγωνισμού. Ο ανταγωνισμός στις αγορές μεταφορών εξαρτάται από το μέγεθος της αγοράς και την αποτελεσματικότητα των κανόνων αυτής. Κάθε εμπόδιο στον ελεύθερο ανταγωνισμό και η πιθανή εκδήλωση αθέμιτης συμπεριφοράς, ατομικισμού και μονοπωλίων επιδρούν στις δομές των τιμών. Ιστορικά, οι ναυτιλιακές εταιρίες επιδιώκουν να συγκεντρώνουν δραστηριότητες σύμφωνα με άλλους παίκτες της αγοράς, καθώς αντιλαμβάνονται τα οικονομικά πλεονεκτήματα της συσσώρευσης. Ως αποτέλεσμα, αναπτύσσονται στρατηγικές “hub-and-spoke”, στις οποίες οι κόμβοι εξυπηρετούν υπηρεσίες υψηλού όγκου για ανταλλαγή φορτίων ή μεταφορά φορτίων σε δευτερεύουσες διαδρομές. Οι διαφορετικές στρατηγικές των ναυτιλιακών εταιριών, η ισορροπία της δύναμης μεταξύ αυτών, των μεταφορέων και των λιμανιών και περιορισμοί που σχετίζονται με τις εσωτερικές μεταφορές επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά και την εξέλιξη των δικτύων της ναυτιλίας. Επιπλέον, στρατηγικές συμμαχίες μεταξύ των λιμανιών και της ναυτιλιακής βιομηχανίας, τα οποία χαρακτηρίζονται από διαδικασίες υψηλής συγκέντρωσης και κάθετη ολοκλήρωση σε παγκόσμιο επίπεδο επιδρούν με προφανή τρόπο στις δομές των ναυτιλιακών δικτύων και στο βαθμό ενσωμάτωσης μίας περιοχής στο παγκόσμιο δίκτυο θαλάσσιων μεταφορών.

Η επίδραση της αξίας του προϊόντος στις τιμές των ναύλων θα πρέπει να ερμηνευθεί στο πλαίσιο της ιστορίας και της δομής των ναυτιλιακών αγορών. Η αξία του προϊόντος καθορίζει, επίσης, την ελαστικότητα της ζήτησης, δηλαδή τη προθυμία του αποστολέα να πληρώσει υψηλότερες τιμές ναύλων. Προγενέστερες έρευνες εντοπίζουν μία σχέση μεταξύ της αξίας της μονάδας προϊόντος και του κόστους μεταφοράς (Wilmsmeier and Martinez-Zarzoso, 2010; Wilmsmeier *et al.*, 2006; Martinez-Zarzoso and Suarez Burguet, 2005; Wilmsmeier, 2003). Νωρίτερα, οι Radelet and Sachs (1998) κατέληξαν ότι οι χώρες διαφέρουν ως προς τους μέσους δείκτες κόστους, τόσο λόγω διαφορών στα κόστη αποστολής όσο και λόγω διαφορών στη σύνθεση του μίγματος εμπορευμάτων, στην περίπτωση του εξωτερικού εμπορίου. Παρά το γεγονός εμφανούς αιτίας για τη σύνδεση μεταξύ της τιμής του ναύλου και της αξίας ενός προϊόντος, ένα μεγάλο εύρος μελετών περιγράφει τη σχέση μεταξύ της αξίας μονάδας ενός προϊόντος και της τιμής ναύλου. Ο λόγος είναι ότι οι εταιρίες υποθέτουν πως η αξία της μονάδας είναι αντιστρόφως ανάλογη της ελαστικότητας

της ζήτησης για τις μεταφορές. Παρά το κόστος ασφάλισης, η τροφοδοσία σε “hub-and-spoke” δίκτυα και η μεταγωγή μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις τιμές των ναύλων. Κάθε προϊόν χαρακτηρίζεται από διαφορετικό βαθμό ευαισθησίας ως προς τον κίνδυνο κατά τη μεταφορά. Σε αυτό το πλαίσιο, ο κίνδυνος μπορεί να αναφέρεται στο χρόνο παράδοσης, την πιθανότητα κλοπής ή την ευαισθησία σε αλλαγές του περιβάλλοντος, όπως η θερμοκρασία.

Το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών επηρεάζεται, εκτός των άλλων, από τα χαρακτηριστικά και τις υποδομές των λιμένων. Η απόδοση του λιμανιού είναι παράγοντας καθοριστικής σημασίας για την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα του θαλάσσιου δικτύου. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της έρευνας των Wilmsmeier *et al.* (2006) υποδεικνύουν, ξεκάθαρα, ότι η αύξηση της αποτελεσματικότητας του λιμανιού, των υποδομών του λιμανιού, της συμμετοχής του ιδιωτικού τομέα και της συνδεσιμότητας μεταξύ λιμένων συμβάλλουν στον περιορισμό του συνολικού διεθνούς κόστους θαλάσσιων μεταφορών. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι, στα πλαίσια της έρευνας των προαναφερόμενων συγγραφέων, όταν οι δύο χώρες του δείγματος με τη χαμηλότερη αποδοτικότητα λιμανιού βελτίωναν την εν λόγω αποδοτικότητα στο επίπεδο των δύο χωρών με τους υψηλότερους δείκτες, η τιμή του ναύλου για τη μεταξύ τους διαδρομή μειωνόταν κατά 25%. Γενικότερα, προκύπτει ότι βελτιώσεις στις υποδομές των λιμένων και στη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα οδηγούν σε περιορισμού του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών. Επιπλέον, σε αντίθεση με τον παράγοντα της απόστασης, η αποδοτικότητα του λιμανιού επηρεάζεται από τους φορείς χάραξης της πολιτικής. Ο διπλασιασμός της απόδοσης δύο λιμένων επιδρά στο διεθνές κόστος θαλάσσιων μεταφορών με τον ίδιο τρόπο, με τον οποίον θα επιδρούσε η μείωση της μεταξύ τους απόστασης κατά 50%.

Τέλος, τα κόστη των θαλάσσιων μεταφορών επηρεάζονται από τον όγκο και τον τύπο του φορτίου. Αναλυτικά, ο όγκος του φορτίου επιτρέπει τις οικονομίες κλίμακας, τόσο σε επίπεδο θάλασσας όσο και σε επίπεδο λιμανιού, αν και ενδέχεται οι οικονομίες κλίμακας στη θάλασσα να οδηγήσουν σε συμφόρηση στα λιμάνια. Ο βαθμός στον οποίον το κόστος μετακυλίνεται στον τελικό πελάτη εξαρτάται από τη δομή της αγοράς και την εμπορική ισορροπία. Σε πολλές θαλάσσιες διαδρομές, τα πλοία μεταφέρουν το φορτίο προς μία κατεύθυνση και επιστρέφουν σχεδόν άδεια προς την αντίθετη κατεύθυνση. Σε περιπτώσεις πλεονάζουσας χωρητικότητας, οι

μεταφορικές εταιρίες είναι διατεθειμένες να μεταφέρουν το φορτίο σε πολύ χαμηλότερο ναύλο. Κατά συνέπεια, οι τιμές των ναύλων είναι υψηλότερες για μεταφορά φορτίου από την Κίνα στη Βόρειο Αμερική, σε σύγκριση με τη μεταφορά φορτίου από τη Βόρειο Αμερική προς την Κίνα. Ως ένα βαθμό, οι διαφορές στις τιμές των ναύλων, οι οποίες εξαρτώνται από την κατεύθυνση της εμπορικής συναλλαγής θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ώστε ο μηχανισμός της αγοράς να συμβάλλει στον περιορισμό των ανισορροπιών. Παράλληλα, κατά το εμπόριο των εμπορευματοκιβωτίων, η ισορροπία των εμπορικών ροών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των τιμών για τις ναυτιλιακές εταιρίες. Οι τελευταίες υπολογίζουν τα κόστη μεταφοράς ενός εμπορευματοκιβωτίου, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα πλεονάζουσας χωρητικότητας. Όταν η εμπορική ισορροπία είναι αρνητική, οι εισαγωγές μίας χώρας ξεπερνούν τις εξαγωγές της και όσο εντονότερη η ανισορροπία τόσο χαμηλότερη η τιμή των ναύλων για τις εξαγωγές της χώρας. Αντίθετα, όταν οι εξαγωγές ξεπερνούν τις εισαγωγές, τότε όσο εντονότερη είναι η ανισορροπία τόσο υψηλότερη είναι η αναμενόμενη τιμή των ναύλων για τις εξαγωγές. Η προαναφερόμενη απόκλιση, η οποία σχετίζεται με την ύπαρξη εμπορικής ανισορροπίας, προκύπτει ως αποτέλεσμα των μηχανισμών καθορισμού της τιμής των ναύλων, οι οποίοι εφαρμόζονται στη ναυτιλιακή αγορά. Η πλεονάζουσα χωρητικότητα κατά τη διαδρομή της επιστροφής αυξάνει τον ανταγωνισμό μεταξύ των εταιριών, οδηγώντας σε μείωση των τιμών των ναύλων.

Στη δική τους έρευνα, οι Gkonis and Psaraftis (2010) διακρίνουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών σε μεταβλητό κόστος, σταθερό κόστος και γενικά έξοδα. Όπως εξηγούν, το μεταβλητό κόστος απαρτίζεται από τα κόστη που συνδέονται με το φορτίο και τα κόστη πλοήγησης ενώ το σταθερό κόστος περιλαμβάνει τα έξοδα του πληρώματος και του σκάφους, τις αποσβέσεις και πιθανές αποπληρωμές χρεών. Τέλος, τα γενικά έξοδα συμπεριλαμβάνουν διοικητικά έξοδα και μη λειτουργικά έσοδα και έξοδα. Εξετάζοντας τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τις προαναφερόμενες κατηγορίες κόστους, οι Gkonis and Psaraftis (2010) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι οικονομίες μεγέθους επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα σταθερά κόστη του πλοίου. Χαρακτηριστικά αναφέρουν ότι τα μεγαλύτερα σκάφη είναι συνήθως γρηγορότερα και προσφέρουν τη δυνατότητα παροχής ποιοτικότερων υπηρεσιών και καλύτερης εκμετάλλευσης των περιουσιακών στοιχείων. Από την άλλη πλευρά, καθιστούν δυσκολότερο το χειρισμό απαιτητικών αιτημάτων, τόσο σε

χρονικούς όσο και σε χρηματικούς όρους. Επιπλέον, υποστηρίζουν ότι εξίσου σημαντική είναι η επίδραση παραγόντων, όπως ο χρόνος παραμονής του πλοίου στο λιμάνι, η ταχύτητα πλεύσης, η απόσταση και το κόστος των καυσίμων. Συγκεκριμένα, περιγράφουν ότι ο αυξημένος χρόνος παραμονής του πλοίου στο λιμάνι επιδρά αρνητικά στα κόστη αυτού ενώ οποιαδήποτε πλεονεκτήματα προκύπτουν λόγω των οικονομιών μεγέθους περιορίζονται όσο μικρότερη είναι η απόσταση κάθε διαδρομής. Τέλος, προκύπτει ότι μία μικρή αύξηση της ταχύτητας του πλοίου μπορεί να οδηγήσει σε δραματική αύξηση της κατανάλωσης καυσίμων ενώ η αύξηση των οικονομιών μεγέθους συνεπάγεται χαμηλότερο κόστος καυσίμου.

2.3 Προηγούμενες μελέτες επί των παραγόντων κόστους θαλάσσιων μεταφορών

Οι έρευνες της διεθνούς βιβλιογραφίας, οι οποίες μελέτησαν τους παράγοντες κόστους των θαλάσσιων μεταφορών είναι σχετικά πρόσφατες.

Οι Jugovic *et al.* (2015) επεδίωξαν να εντοπίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τις θαλάσσιες ναυτιλιακές αγορές, χρησιμοποιώντας το μοντέλο της προσφοράς και της ζήτησης, το οποίο συνδέεται με τις τιμές των ναύλων. Για τον προσδιορισμό της καμπύλης προσφοράς, στηρίχθηκαν στην αποδοχή ότι ο πλοιοκτήτης μεγιστοποιεί το κέρδος όταν επιτυγχάνεται ταχύτητα οριακού κόστους που ισοδυναμεί με το ναύλο. Σε κάθε περίπτωση, η ιδανική ταχύτητα εξαρτάται από την τιμή του καυσίμου και την ετοιμότητα του πλοίου για μεγαλύτερα ταξίδια. Από την άλλη πλευρά, η συνάρτηση της ζήτησης δείχνει πώς οι ναυλωτές προσαρμόζονται στις μεταβολές των τιμών. Συνήθως, η καμπύλη της ζήτησης είναι σχεδόν κατακόρυφη, γεγονός που πιθανώς οφείλεται στην έλλειψη μεθόδου μεταφοράς. Κατά την ανάλυσή τους, οι Jugovic *et al.* (2015) εντόπισαν πέντε παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση για τις θαλάσσιες μεταφορές και πέντε παράγοντες που επηρεάζουν την προσφορά στη θαλάσσια ναυτιλιακή αγορά. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται (i) η παγκόσμια οικονομία, (ii) το διεθνές θαλάσσιο εμπόριο, (iii) το μέσο κέρδος, (iv) τα πολιτικά γεγονότα και (v) τα κόστη μεταφοράς, όσον αφορά στη ζήτηση και (i) ο παγκόσμιος στόλος, (ii) η παραγωγικότητά του, (iii) η κατασκευή σκαφών, (iv) η καταστροφή σκαφών και (v) οι ναύλοι, όσον αφορά στην προσφορά.

Νωρίτερα, οι Venables and Behar (2010), εξέτασαν αφενός την επίδραση του κόστους μεταφοράς στον όγκο και τη φύση του διεθνούς εμπορίου, αφετέρου τους προσδιοριστικούς παράγοντες του διεθνούς κόστους μεταφοράς. Η ανάλυσή τους αναφορικά με τους προσδιοριστικούς παράγοντες του κόστους μεταφοράς στηρίχθηκε στην αποδοχή της σχέσης που ορίζει ότι το κόστος μεταφοράς είναι συνάρτηση παραγόντων, όπως η απόσταση, η γεωγραφία, οι υποδομές, η τεχνολογία, το κόστος των καυσίμων, οι πολιτικές διευκόλυνσης του εμπορίου κλπ. Μέσω της έρευνάς τους, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ασκείται επίδραση διπλής κατεύθυνσης μεταξύ των μεταβλητών του κόστους μεταφοράς και του διεθνούς εμπορίου. Επιπλέον και οι δύο μεταβλητές επηρεάζονται από τους προσδιοριστικούς παράγοντες του κόστους που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Παρατηρώντας ότι η πλειοψηφία των υφιστάμενων δημοσιευμένων ερευνών στηρίζεται στη χρήση δεδομένων ενός μόνο έτους και στην εκτέλεση παλινδρομήσεων διατομής, με αποτέλεσμα να μην αποδεικνύεται η συνέπεια των παραγόντων καθορισμού του κόστους θαλάσσιων μεταφορών που έχουν εντοπιστεί, οι Wilmsmeier and Martinez-Zarzoso (2010) εξέτασαν τους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών στην περίπτωση του εμπορίου της Λατινικής Αμερικής, για μία περίοδο έξι ετών, από το 1999 έως το 2004. Προκειμένου να εκτιμήσουν την εξίσωση του κόστους μεταφορών, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν την ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης σε ένα πλαίσιο ετήσιων δεδομένων εκφρασμένων σε πενταψήφιο επίπεδο σύμφωνα με τη διεθνή πρότυπη κατηγοριοποίηση, τα οποία αντιπροσώπευαν τις θαλάσσιες εμπορικές ροές 277 εμπορικών δρομολογίων. Οι μεταβλητές που ελήφθησαν υπόψη αφορούσαν σε: (i) μεταβλητές χρονικής παραλλαγής, (ii) μεταβλητές σχετικές με τη δομή του δικτύου θαλάσσιων μεταφορών και (iii) μεταβλητές σχετικές με το προϊόν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσής τους επέτρεψαν την ποσοτικοποίηση της επίδρασης των επεξηγηματικών μεταβλητών στα κόστη των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών και τη σύγκριση του μεγέθους των ελαστικοτήτων που προέκυψαν με αντίστοιχες προηγούμενων αναλύσεων.

Οι Clark *et al.* (2004) εξέτασαν τους παράγοντες κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, από χώρες της Λατινικής Αμερικής προς τις Η.Π.Α., χρησιμοποιώντας ένα δείγμα 300.000 παρατηρήσεων ανά έτος, το οποίο συνέλεξαν από μία βάση δεδομένων αναφορικά με αποστολές προϊόντων κωδικοποιημένων σε εξαψήφιους

αριθμούς βάσει του συστήματος κωδικοποίησης HS. Το σύστημα κωδικοποίησης HS (Harmonized Commodity Description and Coding System) αφορά σε ένα διεθνές σύστημα ονοματολογίας, το οποίο χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση των προϊόντων. Σκοπός του είναι να επιτρέψει στις χώρες που συμμετέχουν σε αυτό, να κατηγοριοποιήσουν τα εμπορεύσιμα αγαθά επί κοινής βάσης προς διευκόλυνση των τελωνειακών διαδικασιών. Τα έξι ψηφία που χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση, διακρίνονται σε τρία μέρη. Τα πρώτα δύο ψηφία (HS-2) αναφέρονται στην ευρύτερη κατηγορία είδους, στην οποία κατατάσσεται το προϊόν, για παράδειγμα 09: Καφές, τσάι και μπαχαρικά. Τα επόμενα δύο ψηφία (HS-4) αναφέρονται σε ομαδοποίηση εντός της κατηγορίας, για παράδειγμα 09.02: Τσάι, αρωματισμένο ή μη. Τα τελευταία δύο ψηφία καθιστούν περισσότερο συγκεκριμένο το προϊόν, για παράδειγμα 09.02.10: Πράσινο τσάι (<https://unstats.un.org>). Μέσω της ανάλυσης που πραγματοποίησαν, οι συγγραφείς κατέληξαν σε ένα πλήθος παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των: (i) γεωγραφικών παραγόντων, (ii) της ασφάλισης μεταφορών, (iii) των εμπορικών ανισορροπιών, (iv) των οικονομιών κλίμακας, (v) της ανάπτυξης της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, (vi) του αριθμού των θαλάσσιων γραμμών, (vii) της αποδοτικότητας του λιμένα και (viii) νομικών πρακτικών περιορισμών κατά του ανταγωνισμού. Μάλιστα, υπογράμμισαν τη σημασία της επίδρασης που ασκεί στο κόστος μεταφορών η αποδοτικότητα του λιμένα, περιγράφοντας ότι η βελτίωση αυτής από το 25ο στο 75ο εκατοστημόριο, συμβάλλει στον περιορισμό του κόστους θαλάσσιων μεταφορών κατά 12%.

Οι Sanchez *et al.* (2003) επεδίωξαν, μεταξύ άλλων, να εκτιμήσουν ένα μοντέλο κόστους θαλάσσιων μεταφορών, χρησιμοποιώντας ως επεξηγηματικές μεταβλητές μέτρα αποδοτικότητας των λιμένων. Προκειμένου να είναι δυνατή η ενσωμάτωση των διαφόρων μέτρων αποδοτικότητας των λιμένων, οι συγγραφείς υιοθέτησαν την ανάλυση κύριων συστατικών στοιχείων (Principal Component Analysis). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η υποδομή του λιμένα σε όρους αποδοτικότητας, επηρεάζει το κόστος των μεταφορών ενώ προέκυψε ότι η μηνιαία διαθεσιμότητα των υπηρεσιών των τακτικών γραμμών, η απόσταση και η αξία των αγαθών ανά τόνο είναι επίσης στατιστικά σημαντικές επεξηγηματικές μεταβλητές.

Οι Martinez-Zarzoso *et al.* (2003) εξέτασαν τους ερμηνευτικούς παράγοντες του κόστους θαλάσσιων και οδικών μεταφορών στην περίπτωση των Ισπανικών εξαγωγών κεραμικών πλακιδίων. Μέσω συνεντεύξεων με φορείς του κλάδου της

εφοδιαστικής αλυσίδας της Ισπανίας, συνέλλεξαν δεδομένα κόστους μεταφορών με έτος αναφοράς το έτος 1999, τα οποία χρησιμοποίησαν, στη συνέχεια, για να εκτιμήσουν μία εξίσωση του κόστους μεταφοράς. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσής τους προκύπτει ότι το κόστος μεταφοράς αυξάνεται σε περιπτώσεις μεγάλων αποστάσεων και ελλειπών υποδομών. Επιπλέον, το κόστος εξαγωγής ενός αγαθού εξαρτάται από το λιμάνι αναχώρησης που έχει επιλεγθεί, καθώς τα έξοδα μεταφοράς αυξάνονται όταν το εμπόρευμα δε φορτώνεται στο πλέον αποδοτικό λιμάνι. Οι ερευνητές εφάρμοσαν εξισώσεις βαρύτητας, οι εκτιμήσεις των οποίων έδειξαν ότι η απόσταση δε συνιστά κατάλληλο δείκτη του κόστους μεταφοράς, στην περίπτωση του κλάδου κεραμικών πλακιδίων. Οι Martinez-Zarzoso *et al.* (2003) εντόπισαν ελαστικότητες εισαγωγών, σχετικές με το κόστος μεταφορές, οι οποίες παρουσίαζαν αντίστοιχο μέγεθος με αυτές που εντοπίστηκαν από τους Limao and Venables (2001), αν και οι τελευταίοι στηρίχθηκαν σε διαφορετικό δείγμα χωρών και διαφορετικό έτος αναφοράς.

Στις δικές τους μελέτες, οι Hoffmann (2001) και Wilmsmeier (2003) απέδειξαν την επίδραση θεσμικών παραγόντων, μέσω της ανάλυσης της επίδρασης του μοντέλου χειρισμού του λιμένα στο κόστος μεταφορών στην περίπτωση της Νότιας Αμερικής. Το πρώτο στάδιο της ανάλυσης περιλάμβανε τον εντοπισμό και την ερμηνεία των κοινών χαρακτηριστικών της εμπλοκής του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέας στα λιμάνια της Λατινικής Αμερικής, μετά τις διαδικασίες ιδιωτικοποίησης τη δεκαετία του 1990. Στο δεύτερο στάδιο της ανάλυσης πραγματοποιήθηκε περιγραφή των εξελίξεων της συμμετοχής του ιδιωτικού τομέα στα λιμάνια κοινής χρήσης και σύγκριση των διαφορών που προέκυψαν με κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες, οι οποίοι συνδέουν το κίνητρο και τις δυσκολίες προσέλκυσης ιδιωτών επενδυτών με μεταβλητές όπως η ανάγκη μείωσης του εξωτερικού χρέους και ο βαθμός στον οποίον μία χώρα είναι ανοιχτή στο εξωτερικό εμπόριο. Τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν ότι η αποδοτικότητα του λιμένα εξαρτάται τόσο από την υποδομή όσο και από ένα σύνολο λοιπών μεταβλητών που σχετίζονται με διοικητικά και πολιτικά ζητήματα. Όπως υποδεικνύεται, αν και ένας ορισμένος βαθμός ρυθμίσεων αυξάνει την αποδοτικότητα του λιμανιού και περιορίζει το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών, τα υψηλά επίπεδα ρυθμίσεων λειτουργούν αντίθετα, περιορίζοντας, δηλαδή, την αποτελεσματικότητα του λιμανιού και αυξάνοντας τα κόστη της θαλάσσιας μεταφοράς.

Πέραν του προσδιορισμού των παραγόντων που καθορίζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών, η επιστημονική κοινότητα ασχολήθηκε και με τη βελτιστοποίηση των θαλάσσιων μεταφορών, εξετάζοντας, συχνά, στα πλαίσια αυτής και τη βελτιστοποίηση του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών.

Οι Ji *et al.* (2015) ανέπτυξαν ένα μοντέλο βελτιστοποίησης της δρομολόγησης, για πλοία εμπορευματοκιβωτίων πολλαπλών τύπων, με προκαθορισμένες χρονικές προθεσμίες και στόχο την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους, το οποίο περιλαμβάνει το συνολικό κόστος ταξιδιού, το συνολικό κόστος των υπηρεσιών και το συνολικό κόστος αναμονής. Το μοντέλο τους αναπτύχθηκε μέσω ενός βελτιωμένου γενετικού αλγόριθμου ενώ τα δεδομένα της μελέτης τους προήλθαν από τη ναυτιλιακή δραστηριότητα στην περιοχή Pearl River Delta της Κίνας. Η αντικειμενική συνάρτηση ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους των Ji *et al.* (2015) λαμβάνει υπόψη της τους εξής παράγοντες:

- το σύνολο των λιμανιών
- τον αριθμό των πλοίων
- τον αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων προς φόρτωση ή εκφόρτωση σε κάθε λιμάνι
- τη χωρητικότητα του πλοίου
- τη χρονική προθεσμία φόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων
- το χρόνο εξυπηρέτησης του πλοίου σε κάθε λιμάνι
- το χρόνο αναμονής του πλοίου σε κάθε λιμάνι
- το χρόνο ταξιδιού του πλοίου από το ένα λιμάνι προς το άλλο
- τη μονάδα κόστους ταξιδιού του πλοίου μεταξύ δύο λιμανιών
- τη μονάδα κόστους υπηρεσιών του πλοίου σε κάθε λιμάνι
- τη μονάδα κόστους αναμονής του πλοίου σε κάθε λιμάνι.

Συγκρίνοντας την περίπτωση φορτηγών πλοίων ιδίου τύπου εμπορευματοκιβωτίων με την περίπτωση φορτηγών πλοίων διαφορετικών τύπων εμπορευματοκιβωτίων, οι Ji *et al.* (2015) κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα: (i) ο αλγόριθμος τους είναι πρακτικός στην περίπτωση των πλοίων διαφορετικών τύπων εμπορευματοκιβωτίων, (ii) οι παράγοντες της χρονικής προθεσμίας, της χωρητικότητας του πλοίου και της δυναμικότητας διαχείρισης φορτίων κάθε λιμανιού ασκούν σημαντική επίδραση στο συνολικό κόστος και (iii) το συνολικό κόστος στην περίπτωση πλοίων διαφόρων

τύπων εμπορευματοκιβωτίων είναι πάντοτε χαμηλότερο από το συνολικό κόστος στην περίπτωση πλοίων ενός τύπου εμπορευματοκιβωτίων.

Ο Kowalski (2013) ανέπτυξε μία αντικειμενική μέθοδο βελτιστοποίησης του κόστους των καυσίμων, κατά τη διάρκεια της θαλάσσιας διέλευσης, υποστηρίζοντας ότι αυτή μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε προσφάτως κατασκευασμένα σκάφη όσο και σε σκάφη που βρίσκονται ήδη σε χρήση, χωρίς να απαιτεί επιπλέον έξοδα για τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας του καυσίμου σε μία μεταβαλλόμενη αγορά θαλάσσιων καυσίμων. Ο Kowalski (2013) στηρίχθηκε σε ένα διωνυμικό μοντέλο ισχύος για να περιγράψει την καθημερινή κατανάλωση καυσίμων και την ταχύτητα του σκάφους. Στη συνέχεια, εξέφρασε το κόστος διέλευσης ενός ναυτικού μιλίου ως συνάρτηση της ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμου, της τιμής του καυσίμου της κύριας μηχανής, της ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμων των βοηθητικών μηχανών, της τιμής των καυσίμων των βοηθητικών μηχανών, της ταχύτητας του σκάφους και του ημερήσιου κόστους του πλοιοκτήτη. Τα αποτελέσματα της ανάλυσής του έδειξαν ότι η ταχύτητα ενός πλοίου βελτιστοποιείται στο σημείο όπου το κόστος διέλευσης ενός ναυτικού μιλίου ελαχιστοποιείται. Οι υπολογισμοί του επιβεβαιώνουν την υιοθέτηση της στρατηγικής του “slow steaming”, η οποία ορίζει τη μείωση της ταχύτητας του πλοίου στην ελάχιστη εύλογη τιμή.

Η Varbanova (2011) ανέλυσε το ζήτημα της αποτελεσματικότητας στις μεταφορές γενικού φορτίου, στις εμπορευματικές γραμμές της περιοχής της Μαύρης Θάλασσας, περιγράφοντας αναλυτικά τους προσδιοριστικούς παράγοντες της αποτελεσματικότητας και ορίζοντας τη δομή του κόστους των τακτικών γραμμών, τις τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους των σκαφών και τα συστατικά στοιχεία και την οργάνωση των ταξιδιών των σκαφών στις υπηρεσίες τροφοδοσίας. Η Varbanova (2011) εξέφρασε το συνολικό κόστος της λειτουργικής περιόδου ως συνάρτηση της διάρκειας της λειτουργικής περιόδου, του μεταβλητού κόστους ανά ταξίδι, του αριθμού των σκαφών, του κόστους του χρόνου παραμονής και διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων σε κάθε λιμάνι και του ρυθμού άφιξης των εμπορευματοκιβωτίων σε κάθε λιμάνι και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής του σκάφους στο λιμάνι και του χρόνου διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων σε αυτών μπορούν να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους της λειτουργικής περιόδου.

Οι Zenzerovic and Beslic (2003) μελέτησαν τη βελτιστοποίηση της μεταφοράς φορτίων, λαμβάνοντας υπόψη την αποτελεσματική, από άποψη κόστους, λειτουργία ενός φορτηγού πλοίου. Οι συγγραφείς ανέπτυξαν ένα μαθηματικό μοντέλο προκειμένου να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, σε συγκεκριμένη διαδρομή, όπου συγκεκριμένος αριθμός containers, τα οποία αντιπροσωπεύουν διάφορες μάζες και τύπους, επιλέγονται από ένα σύνολο containers διαθέσιμων στο λιμάνι φόρτωσης. Σκοπός είναι η επίτευξη της μέγιστης κερδοφορίας της μεταφοράς, με δεδομένα το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο και τη χωρητικότητα του φορτηγού πλοίου. Θεωρώντας ότι η κερδοφορία είναι ένας δείκτης της λειτουργικής αποτελεσματικότητας, εκφρασμένος ως συνάρτηση, επέλεξαν τη μέθοδο του γραμμικού προγραμματισμού για την επίλυση του μαθηματικού τους μοντέλου, το οποίο εφάρμοσαν στο πραγματικό παράδειγμα του πλοίου Lira, στη διαδρομή Rijeka - Gioia Tauro. Όπως εξηγούν, η βέλτιστη λύση που προκύπτει από την επίλυση του μοντέλου τους μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάλυση των παρελθόντων αποτελεσμάτων ενός πλοίου και την εκτίμηση των αναμενόμενων αποτελεσμάτων στο μέλλον.

Μία άλλη μερίδα συγγραφέων μελέτησε το πρόβλημα της ελαχιστοποίησης του κόστους στην περίπτωση των θαλάσσιων μεταφορών, μέσω της μελέτης του προβλήματος διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων. Πιο αναλυτικά, οι Song and Dong (2011) επικεντρώθηκαν στο πρόβλημα επανατοποθέτησης των άδειων εμπορευματοκιβωτίων για γενικές διαδρομές υπηρεσιών θαλάσσιας μεταφοράς, βασιζόμενη στην εξισορρόπηση της ροής των εμπορευματοκιβωτίων. Αναλύοντας δύο μηχανισμούς εξισορρόπησης της ροής, οι συγγραφείς παρουσίασαν έναν απλό, ευρετικό αλγόριθμο προκειμένου να επιλύσουν το συντονισμένο πρόβλημα της εξισορρόπησης, το οποίο αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση του κόστους επανατοποθέτησης των άδειων εμπορευματοκιβωτίων. Στο ίδιο πλαίσιο, οι Meng and Wang (2011) ασχολήθηκαν με το πρόβλημα σχεδιασμού ενός δικτύου υπηρεσιών γραμμής θαλάσσιων μεταφορών, με συνδυασμό λειτουργιών “hub-and-spoke” και “multi-port-calling” καθώς και επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων. Αρχικά, οι ερευνητές εισήγαγαν μία νέα έννοια, η οποία αφορά σε ένα ζεύγος λιμένων που εξυπηρετούνται από την ίδια ναυτιλιακή γραμμή, ενώ στη συνέχεια ανέπτυξαν ένα μικτό, ακέραιο μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού για το εν λόγω πρόβλημα. Πραγματοποιώντας εκτεταμένους αριθμητικούς πειραματισμούς, βάσει

ρεαλιστικών δεδομένων ναυτιλιακών λειτουργιών, οι Meng and Wang (2011) έδειξαν την προοπτική εξοικονόμησης κόστους σημαντικού μεγέθους στην περίπτωση μεμονωμένης λειτουργίας “hub-and-spoke” ή μεμονωμένης λειτουργίας “multi-port-calling”, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η λειτουργία επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων. Νωρίτερα, οι Bandeira *et al.* (2009) παρουσίασαν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων σχετικά με τις εργασίες μεταφόρτωσης άδειων και γεμάτων εμπορευματοκιβωτίων. Οι συγγραφείς μοντελοποίησαν το πρόβλημά τους ως ένα δίκτυο, οι κόμβοι του οποίου αντιπροσώπευαν πελάτες, εταιρίες leasing, λιμένες και αποθήκες ενώ τα τόξα αντιπροσώπευαν διαδρομές. Το μαθηματικό μοντέλο που αναπτύχθηκε λειτούργησε σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο τέθηκε σειρά προτεραιότητας ως προς τη ζήτηση των εμπορευματοκιβωτίων, λαμβάνοντας υπόψη την προμήθεια των διαθέσιμων άδειων εμπορευματοκιβωτίων ενώ στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιήθηκε στατιστική βελτιστοποίηση του κόστους. Το σύστημα που αναπτύχθηκε καθορίζει το ελάχιστο κόστος της διαδρομής των εμπορευματοκιβωτίων και καταγράφει τη συνολική διαδρομή κάθε εμπορευματοκιβωτίου, ενημερωμένη σε κάθε δεδομένη μονάδα χρόνου. Οι Furio *et al.* (2009), αντιλαμβανόμενοι τη σπουδαιότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας άδειων εμπορευματοκιβωτίων ως προς το κόστος των ναυτιλιακών εταιριών, εξέτασαν το συγκεκριμένο πρόβλημα από την οπτική των τοπικών ναυτικών πρακτόρων, οι οποίοι ελέγχουν και διαχειρίζονται την εφοδιαστική αλυσίδα των εμπορευματοκιβωτίων ξηράς. Συγκεκριμένα, οι Furio *et al.* (2009), ανέπτυξαν ένα μαθηματικό μοντέλο, το οποίο βελτιστοποιεί τη μετακίνηση των εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ του φορτωτή, του παραλήπτη, του τερματικού σταθμού και της αποθήκης και ελαχιστοποιεί τα κόστη αποθήκευσης. Το μοντέλο εφαρμόστηκε στην περίπτωση πραγματικών δεδομένων και επιλύθηκε μέσω της χρήσης CPLEX. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιβεβαίωσαν τα πλεονεκτήματα εφαρμογής ανάλογων μοντέλων. Τέλος, οι Shintani *et al.* (2007), ενδιαφερόμενοι κι αυτοί για το πρόβλημα της επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων, επικεντρώθηκαν στο σχεδιασμό ναυτιλιακών δικτύων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, λαμβάνοντας υπόψη τους την επανατοποθέτηση των άδειων εμπορευματοκιβωτίων. Σε αντίθεση με προγενέστερες μελέτες σχεδιασμού ναυτιλιακών δικτύων, οι οποίες αντιμετώπιζαν ξεχωριστά τα ζητήματα ανάπτυξης πλοίων και εμπορευματοκιβωτίων, οι Shintani *et al.* (2007) τα εξετάζουν παράλληλα. Το πρόβλημά τους διαμορφώθηκε ως πρόβλημα δύο σταδίων, ενώ αναπτύχθηκε ένας γενετικός ευρετικός αλγόριθμος. Μέσω διαφόρων αριθμητικών πειραμάτων, οι

συγγραφείς κατέληξαν ότι το πρόβλημα που λαμβάνει υπόψη του το ζήτημα της επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων παρέχει μία περισσότερο διορατική λύση, συγκριτικά με το πρόβλημα που δε λαμβάνει υπόψη του την επανατοποθέτηση των άδειων εμπορευματοκιβωτίων.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά τα βασικότερα στοιχεία των μελετών που αναλύθηκαν προηγουμένως και οι οποίες εξέτασαν τη βελτιστοποίηση του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται το ερευνητικό ερώτημα κάθε μελέτης, η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

Πίνακας 2-1 - Σύνοψη βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Συγγραφείς	Έτος	Σκοπός έρευνας	Μεθοδολογία	Συμπεράσματα
Ji <i>et al.</i>	2015	Ελαχιστοποίηση συνολικού κόστους λειτουργίας φορτηγών πλοίων, όπου το συνολικό κόστος περιλαμβάνει το συνολικό κόστος ταξιδιού, το συνολικό κόστος των υπηρεσιών και το συνολικό κόστος αναμονής	<p>Ανάπτυξη μοντέλου βελτιστοποίησης δρομολόγησης, όπου το συνολικό κόστος αποτελεί συνάρτηση των:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ το σύνολο των λιμανιών ➤ τον αριθμό των πλοίων ➤ τον αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων προς φόρτωση ή εκφόρτωση σε κάθε λιμάνι ➤ τη χωρητικότητα του πλοίου ➤ τη χρονική προθεσμία φόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων ➤ το χρόνο εξυπηρέτησης του πλοίου σε κάθε λιμάνι ➤ το χρόνο αναμονής του πλοίου σε κάθε λιμάνι ➤ το χρόνο ταξιδιού του πλοίου από το ένα λιμάνι προς το άλλο ➤ τη μονάδα κόστους ταξιδιού του πλοίου μεταξύ δύο λιμανιών ➤ τη μονάδα κόστους υπηρεσιών του πλοίου σε κάθε λιμάνι ➤ τη μονάδα κόστους αναμονής του πλοίου σε κάθε λιμάνι 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ο αλγόριθμος τους είναι πρακτικός στην περίπτωση των πλοίων διαφορετικών τύπων εμπορευματοκιβωτίων 2. οι παράγοντες της χρονικής προθεσμίας, της χωρητικότητας του πλοίου και της δυναμικότητας διαχείρισης φορτίων κάθε λιμανιού ασκούν σημαντική επίδραση στο συνολικό κόστος 3. το συνολικό κόστος στην περίπτωση πλοίων διαφόρων τύπων εμπορευματοκιβωτίων είναι πάντοτε χαμηλότερο από το συνολικό κόστος στην περίπτωση πλοίων ενός τύπου εμπορευματοκιβωτίων.
Kowalski	2013	Βελτιστοποίηση του κόστους των	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Χρήση διωνυμικού μοντέλου ισχύος για την 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η ταχύτητα ενός πλοίου βελτιστοποιείται στο

		καυσίμων	καθημερινή κατανάλωση καυσίμων και την ταχύτητα του σκάφους. ▪ Έκφραση του κόστους διέλευσης ενός ναυτικού μιλίου ως συνάρτηση της ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμου, της τιμής του καυσίμου της κύριας μηχανής, της ημερήσιας κατανάλωσης καυσίμων των βοηθητικών μηχανών, της τιμής των καυσίμων των βοηθητικών μηχανών, της ταχύτητας του σκάφους και του ημερήσιου κόστους του πλοιοκτήτη	σημείο όπου το κόστος διέλευσης ενός ναυτικού μιλίου ελαχιστοποιείται. 2. Επιβεβαίωση της στρατηγικής του “slow steaming”.
Varbanova	2011	Ανάλυση αποτελεσματικότητας στις μεταφορές γενικού φορτίου	Έκφραση του συνολικού κόστους της λειτουργικής περιόδου ως συνάρτηση της διάρκειας της λειτουργικής περιόδου, του μεταβλητού κόστους ανά ταξίδι, του αριθμού των σκαφών, του κόστους του χρόνου παραμονής και διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων σε κάθε λιμάνι και του ρυθμού άφιξης των εμπορευματοκιβωτίων σε κάθε λιμάνι.	1. Η ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής του σκάφους στο λιμάνι και του χρόνου διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων σε αυτών μπορούν να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους της λειτουργικής περιόδου.
Song and Dong	2011	Ελαχιστοποίηση του κόστους επανατοποθέτησης των εμπορευματοκιβωτίων	Ανάλυση των μηχανισμών εξισορρόπησης της ροής εμπορευματοκιβωτίων και ανάπτυξη ενός απλού, ευρετικού αλγόριθμου.	1. Η δομή και των δύο μηχανισμών εξισορρόπησης επηρεάζει την αποτελεσματικότητα των πολιτικών επανατοποθέτησης των άδειων εμπορευματοκιβωτίων.

				2. Ο βαθμός της αβεβαιότητας της ζήτησης επηρεάζει τη σχετική απόδοση των δύο μηχανισμών.
Meng and Wang	2011	Σχεδιασμός ενός δικτύου υπηρεσιών γραμμής θαλάσσιων μεταφορών, με συνδυασμό λειτουργιών “hub-and-spoke” και “multi-port-calling” καθώς και επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων	Εισαγωγή νέας έννοιας, η οποία αφορά σε ένα ζεύγος λιμένων που εξυπηρετούνται από την ίδια ναυτιλιακή γραμμή και ανάπτυξη μικτού, ακέραιου μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού.	Προοπτική εξοικονόμησης κόστους σημαντικού μεγέθους στην περίπτωση μεμονωμένης λειτουργίας “hub-and-spoke” ή μεμονωμένης λειτουργίας “multi-port-calling”, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η λειτουργία επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων.
Wilmsmeier and Martinez-Zarzoso	2010	Μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών	<ul style="list-style-type: none"> Ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης σε ένα πλαίσιο ετήσιων δεδομένων εκφρασμένων σε πενταψήφιο επίπεδο σύμφωνα με τη διεθνή πρότυπη κατηγοριοποίηση, τα οποία αντιπροσώπευαν τις θαλάσσιες εμπορικές ροές 277 εμπορικών δρομολογίων Χρήση μεταβλητών χρονικής παραλλαγής, μεταβλητών σχετικών με τη δομή του δικτύου θαλάσσιων μεταφορών και μεταβλητών σχετικών με το προϊόν 	<ol style="list-style-type: none"> Ποσοτικοποίηση της επίδρασης των επεξηγηματικών μεταβλητών στα κόστη των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών Σύγκριση του μεγέθους των ελαστικοτήτων που προέκυψαν με αντίστοιχες προηγούμενων αναλύσεων.
Bandeira <i>et al.</i>	2009	Ανάπτυξη συστήματος υποστήριξης αποφάσεων σχετικά με τις εργασίες μεταφόρτωσης άδειων και γεμάτων	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου που θέτει σειρά προτεραιότητας ως προς τη ζήτηση των εμπορευματοκιβωτίων, λαμβάνοντας υπόψη την	Το σύστημα καθορίζει το ελάχιστο κόστος της διαδρομής των εμπορευματοκιβωτίων και καταγράφει τη συνολική διαδρομή κάθε εμπορευματοκιβωτίου,

		εμπορευματοκιβωτίων	προμήθεια των διαθέσιμων άδειων εμπορευματοκιβωτίων και πραγματοποιεί στατιστική βελτιστοποίηση του κόστους.	ενημερωμένη σε κάθε δεδομένη μονάδα χρόνου.
Furio <i>et al.</i>	2009	Ελαχιστοποίηση του κόστους εφοδιαστικής αλυσίδας των άδειων εμπορευματοκιβωτίων	Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου, το οποίο βελτιστοποιεί τη μετακίνηση των εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ του φορτωτή, του παραλήπτη, του τερματικού σταθμού και της αποθήκης και ελαχιστοποιεί τα κόστη αποθήκευσης.	Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιβεβαίωσαν τα πλεονεκτήματα εφαρμογής ανάλογων μοντέλων.
Zenzerovic and Beslic	2003	Βελτιστοποίηση της μεταφοράς φορτίων, μέσω επίτευξης της μέγιστης κερδοφορίας της μεταφοράς, με δεδομένα το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο και τη χωρητικότητα του φορτηγού πλοίου	<ul style="list-style-type: none"> Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου για τη διαχείριση της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, σε συγκεκριμένη διαδρομή, όπου συγκεκριμένος αριθμός containers, τα οποία αντιπροσωπεύουν διάφορες μάζες και τύπους, επιλέγονται από ένα σύνολο containers διαθέσιμων στο λιμάνι φόρτωσης Εφαρμογή της μεθόδου του γραμμικού προγραμματισμού 	1. Η βέλτιστη λύση που προκύπτει από την επίλυση του μοντέλου μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάλυση των παρελθόντων αποτελεσμάτων ενός πλοίου και την εκτίμηση των αναμενόμενων αποτελεσμάτων στο μέλλον.
Martinez-Zarzoso <i>et al.</i>	2003	Μελέτη των ερμηνευτικών παραγόντων του κόστους θαλάσσιων και οδικών μεταφορών	<ul style="list-style-type: none"> Συλλογή δεδομένων κόστους μεταφορών μέσω συνεντεύξεων με φορείς του κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας της Ισπανίας Εκτίμηση εξίσωση κόστους μεταφοράς Εφαρμογή εξισώσεων βαρύτητας 	<ol style="list-style-type: none"> Το κόστος μεταφοράς αυξάνεται σε περιπτώσεις μεγάλων αποστάσεων και ελλειπών υποδομών Το κόστος εξαγωγής ενός αγαθού εξαρτάται από το λιμάνι αναχώρησης που έχει επιλεγεί, καθώς τα έξοδα μεταφοράς αυξάνονται όταν το

				εμπόρευμα δε φορτώνεται στο πλέον αποδοτικό λιμάνι
Sanchez <i>et al.</i>	2003	Εκτίμηση μοντέλου κόστους θαλάσσιων μεταφορών, χρησιμοποιώντας ως επεξηγηματικές μεταβλητές μέτρα αποδοτικότητας των λιμένων	Εφαρμογή της ανάλυσης κύριων συστατικών στοιχείων (Principal Component Analysis)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η υποδομή του λιμένα σε όρους αποδοτικότητας, επηρεάζει το κόστος των μεταφορών 2. Η μηνιαία διαθεσιμότητα των υπηρεσιών των τακτικών γραμμών, η απόσταση και η αξία των αγαθών ανά τόνο είναι επίσης στατιστικά σημαντικές επεξηγηματικές μεταβλητές

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ

Αντανακλώντας την εντυπωσιακή ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου, η μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων σε παγκόσμιο επίπεδο έχει αυξηθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ξεπερνώντας πλέον την ποσότητα των 600 εκατομμυρίων TEUs (National Bank of Greece, 2013). Η εν λόγω εξέλιξη οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην αυξημένη διείσδυση των ασιατικών προϊόντων στις αγορές της Ευρώπης και της Αμερικής. Στο πλαίσιο αυτό, τα λιμάνια της Μεσογείου έχουν καταφέρει να διατηρήσουν τη θέση τους στην παγκόσμια αγορά, καθώς εξακολουθούν να διαχειρίζονται, κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, το 9% της παγκόσμιας κίνησης εμπορευματοκιβωτίων, σε αντίθεση με τα λιμάνια της Βόρειας Ευρώπης, των οποίων το μερίδιο αγοράς έχει περιοριστεί (National Bank of Greece, 2013).

Οι λειτουργίες των λιμένων συνεισφέρουν περίπου 35 εκατομμύρια ευρώ ετησίως στην Ευρωπαϊκή οικονομία. Ιδιαίτερα, η διαχείριση των εμπορευματοκιβωτίων στην Ευρώπη εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει περίπου το 1/3 των εσόδων του λιμένα από εμπορικές δραστηριότητες, παρά το γεγονός ότι τα εμπορευματοκιβώτια αντιπροσωπεύουν περίπου το 18% του συνολικού όγκου των διακινούμενων εμπορευμάτων (National Bank of Greece, 2013). Στην Ελλάδα, η διαχείριση των εμπορευματοκιβωτίων αντιπροσωπεύει περίπου το 20% των συνολικών εσόδων του λιμένα από εμπορική δραστηριότητα, ενώ στην Ελληνική αγορά διαχείρισης εμπορευματοκιβωτίων κυριαρχούν τα λιμάνια του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης (National Bank of Greece).

Όσον αφορά στη Μεσογειακή αγορά διαχείρισης εμπορευματοκιβωτίων, εκτιμάται ότι το 50% της δραστηριότητάς της αφορά σε μεταφόρτωση εμπορευματοκιβωτίων. Κατά τα τελευταία χρόνια, τα λιμάνια της Ανατολικής Μεσογείου αύξησαν το μερίδιο αγοράς τους εις βάρος των λιμένων της Δυτικής Μεσογείου, με αποτέλεσμα να αντιπροσωπεύουν, το 2011, το 50% της συνολικής θαλάσσιας δραστηριότητας στη Μεσόγειο, συγκριτικά με το 28% αυτής που αντιπροσώπευαν το 1990 (National Bank of Greece, 2013). Τα λιμάνια που επωφελήθηκαν περισσότερο ήταν τα λιμάνια της Τουρκίας και της Αιγύπτου ενώ αυτά αντιμετώπισαν τη μεγαλύτερη μείωση του

μεριδίου αγοράς τους ήταν τα λιμάνια της Ιταλίας και της Γαλλίας. Οι προαναφερόμενες μεταβολές των μεριδίων αγοράς οφείλονται, σε κάποιο βαθμό, στην ανάπτυξη των κέντρων μεταφόρτωσης στα λιμάνια της Ανατολικής Μεσογείου (Port Said και Ambarli), τα οποία βελτίωσαν τις υποδομές τους, προσελκύοντας μεγαλύτερους όγκους φορτίων σε εμπορευματοκιβώτια (National Bank of Greece, 2013). Η ισχυρή δυναμική της βιομηχανίας των λιμανιών κατά τα τελευταία είκοσι (20) έτη, είναι εμφανής στην περίπτωση της αγοράς της Μεσογείου. Συγκεκριμένα, το μέσο μέγεθος των Μεσογειακών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε στα 2,4 χλμ το 2011, από τα 1,3 χλμ το 1990. Επιπλέον, παρατηρήθηκε αύξηση στην ετήσια παραγωγικότητα της υποδομής των σταθμών εμπορευματοκιβωτίων (από τα 80.000 TEU ανά διαθέσιμη θέση το 1990, στα 340.000 TEU ανά διαθέσιμη θέση το 2011) και του εξοπλισμού (κάθε γερανός χειριζόταν 150.000 TEU το 2011, σε σύγκριση με τα 53.000 TEU που χειριζόταν κάθε γερανός το 1990) (National Bank of Greece, 2013).

Πιο αναλυτικά, τα λιμάνια των Valencia (Ισπανία), Algeciras (Ισπανία) και Port Said (Αίγυπτος) εξακολουθούν να είναι τα τρία λιμάνια της Μεσογείου με τη μεγαλύτερη ροή εμπορευματοκιβωτίων ετησίως, διαχειριζόμενα περισσότερα από 3 εκατομμύρια TEUs το καθένα κατά το έτος 2015. Μεταξύ αυτών, το λιμάνι της Valencia είναι το μόνο που παρουσίασε αύξηση στην ποσότητα εμπορευματοκιβωτίων που διαχειρίστηκε το 2015, σε σύγκριση με το 2015 (Assoporti, 2016). Σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, το λιμάνι Tanger Med, στο Μαρόκο, αναδείχθηκε ως Μεσογειακό λιμάνι με τις καλύτερες επιδόσεις κατά την περίοδο 2005-2015, καθώς η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων κατά το πρώτο έτος της λειτουργίας του (2008) άγγιξε περίπου την ποσότητα του 1 εκατομμυρίου TEUs. Περαιτέρω, χάρη στη δέσμευση της κυβέρνησης του Μαρόκο να καθιερώσει τη χώρα ως έναν κυρίαρχο προορισμό θαλάσσιας μεταφόρτωσης παγκοσμίως, το λιμάνι Tanger Med αύξανε συνεχώς την ποσότητα των διακινούμενων εμπορευματοκιβωτίων, αγγίζοντας την ποσότητα των 3 εκατομμυρίων TEUs, κατά το έτος 2015 (Assoporti, 2016). Το λιμάνι Ambarli της Τουρκίας παρουσίασε, επίσης, σημαντική αύξηση των διακινούμενων εμπορευματοκιβωτίων, από 1,2 εκατομμύρια TEUs κατά το 2005 στα 3.1 εκατομμύρια TEUs κατά το 2015. Τα λιμάνια Marsaxlokk (Μάλτα), Πειραιάς (Ελλάδα) και Port Said (Αίγυπτος) διπλασίασαν τον όγκο των διακινούμενων

εμπορευματοκιβωτίων κατά την περίοδο 2005-2015, ενώ το λιμάνι της Valencia παρουσίασε αύξηση της τάξης του 91,5% (Ασσοπορτι, 2016).

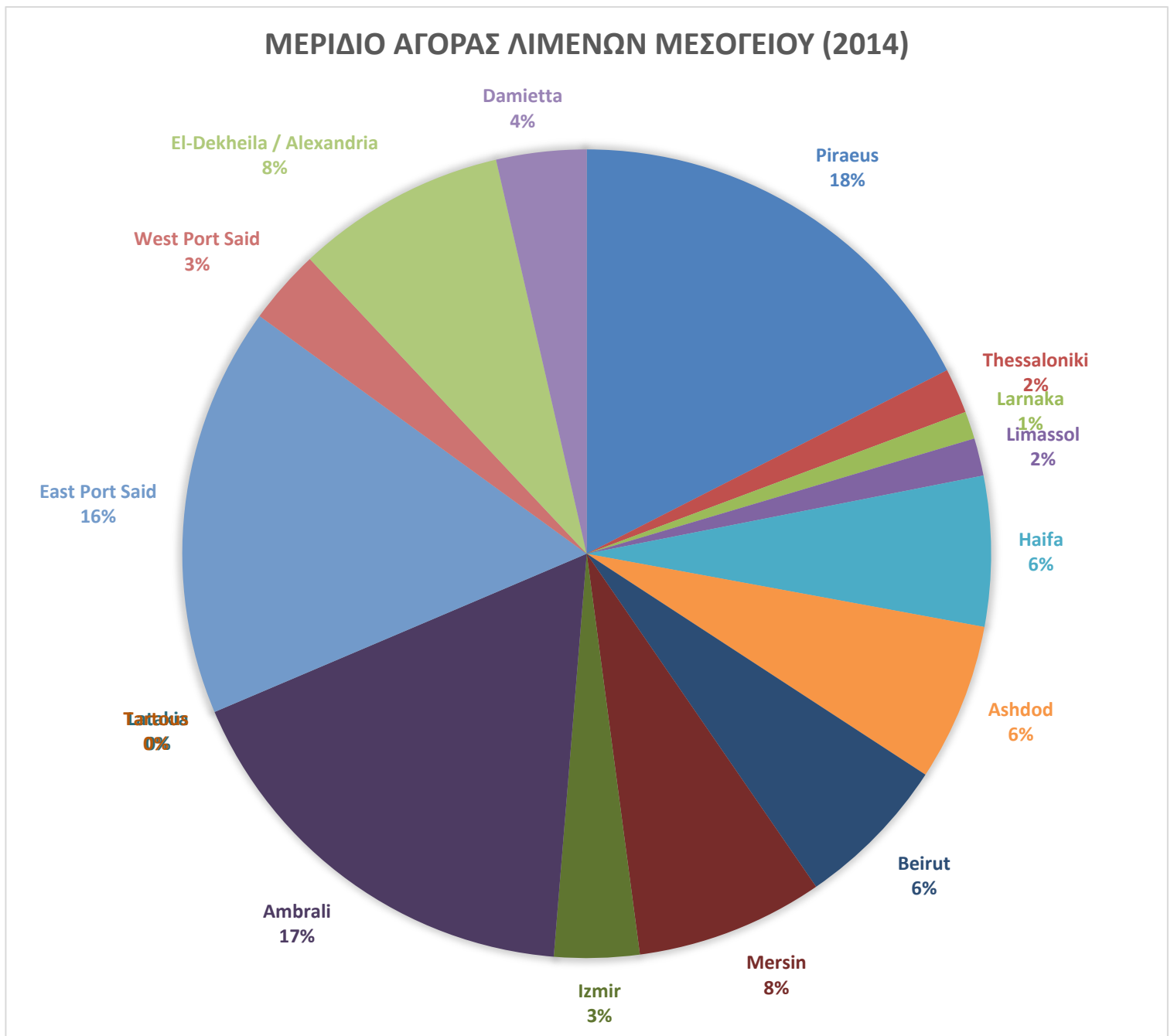
Ο Πίνακας 3.2-1 που ακολουθεί παρουσιάζει τα μεγαλύτερα λιμάνια της Μεσογείου για την περίοδο 2012 έως 2016 και την ανάπτυξη που παρουσίασαν όσον αφορά στην κίνηση εμπορευμάτων κατά την ίδια περίοδο, ενώ το Σχήμα 3.2-1 παρουσιάζει το μερίδιο αγοράς στη Μεσόγειο που κατείχε κάθε λιμάνι της περιοχής για το έτος 2014.

Πίνακας 3-1: Μεγαλύτερα λιμάνια της Μεσογείου 2012-2016 (1000 TEU)

<i>RANK</i>	<i>PORT</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>GROWTH RATE</i>	<i>COUNTRY</i>
1	Algeciras	4.114	4.501	4.556	4.516	4.761	116%	Spain
2	Valencia	4.469	4.328	4.442	4.616	4.722	106%	Spain
3	Piraeus	2.734	3.164	3.585	3.330	3.737	137%	Greece
4	Marsaxlokk	2.540	2.750	2.869	3.064	3.084	121%	Malta
5	Ambarli	3.097	3.378	3.488	3.221	3.221	104%	Turkey
6	Genoa	2.064	1.988	2.173	2.243	2.298	111%	Italy
7	Barcelina	1.756	1.720	1.894	1.965	2.237	127%	Italy
8	Sines				1.332	1.513		Portugal
9	Mersin	1.263	1.378	1.499	1.466	1.453	115%	Italy
<i>S. Total</i>		<i>22.037</i>	<i>23.207</i>	<i>24.506</i>	<i>25.753</i>	<i>27.026</i>	<i>123%</i>	

(Πηγή: www.iaphworldports.org)

Σχήμα 3-1: Μερίδιο αγοράς λιμανιών της Μεσογείου 2014



(Πηγή: Hanafy et al., 2017)

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος της αγοράς των θαλάσσιων μεταφορών εμπορευματοκιβωτίων και τη σημασία του εν λόγω κλάδου για την οικονομία της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, η παρούσα εργασία θα μελετήσει το πρόβλημα της ελαχιστοποίησης του κόστους της θαλάσσιας μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στην περιοχή της Μεσογείου. Συγκεκριμένα, θα υιοθετηθεί η μέθοδος της μελέτης περίπτωσης, μέσω της οποίας θα διερευνηθεί το κόστος μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων τεσσάρων (4) διαφορετικών τύπων πλοίων που πραγματοποιούν διαφορετικές θαλάσσιες διαδρομές μεταξύ έξι (6) λιμανιών της Μεσογείου.

4.2 Μελέτη περίπτωσης

Η μέθοδος της μελέτης περιπτώσεων επιτρέπει στον ερευνητή να εξετάσει λεπτομερώς τα δεδομένα, εντός ενός συγκεκριμένου πλαισίου. Στην ουσία, οι μελέτες περιπτώσεων δίνουν στον ερευνητή τη δυνατότητα, συνδυάζοντας μεθόδους συλλογής ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, να εξερευνήσει σύγχρονα φαινόμενα της πραγματικής ζωής, μέσω μίας λεπτομερούς ανάλυσης ενός περιορισμένου αριθμού γεγονότων ή συνθηκών και των σχέσεων τους (Zainal, 2007). Ο Yin (1984) ορίζει την ερευνητική μέθοδο της μελέτης περίπτωσης ως ένα εμπειρικό ερώτημα που διερευνά ένα σύγχρονο φαινόμενο στο πλαίσιο της πραγματικής ζωής, όταν τα όρια μεταξύ του φαινομένου και του πλαισίου δεν είναι ξεκάθαρα και όταν χρησιμοποιούνται πολλαπλές πηγές αποδείξεων. Επιπλέον, ο Yin (1984) εντοπίζει τρεις βασικές κατηγορίες της μελέτης περίπτωσης. Η πρώτη αφορά τις εξερευνητικές μελέτες περίπτωσης, όπου ο ερευνητής εξερευνά οποιοδήποτε φαινόμενο των δεδομένων παρουσιάζει ενδιαφέρον για αυτόν. Η δεύτερη κατηγορία αφορά στις περιγραφικές μελέτες περιπτώσεων, κατά τις οποίες ο ερευνητής περιγράφει φυσικά φαινόμενα που εντοπίζει εντός των δεδομένων. Σε αυτήν την περίπτωση, στόχος του ερευνητή είναι να περιγράψει τα δεδομένα όπως ακριβώς συμβαίνουν. Τέλος, η τρίτη κατηγορία μελετών περιπτώσεων είναι η

επεξηγηματική, κατά την οποία ο ερευνητής μελετά τα δεδομένα επιφανειακά και εις βάθος προκειμένου να ερμηνεύσει τα φαινόμενα σε αυτά (Yin, 1984). Άλλοι συγγραφείς αναφέρονται, επίσης, στις ερμηνευτικές και τις αξιολογητικές μελέτες περιπτώσεων (McDonough and McDonough, 1997). Μέσω των ερμηνευτικών μελετών περιπτώσεων, ο ερευνητής επιδιώκει να ερμηνεύσει τα δεδομένα, μέσω της ανάπτυξης εννοιολογικών κατηγοριών, της υποστήριξης ή αμφισβήτησης των υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί. Μέσω των αξιολογητικών μελετών περιπτώσεων, ο ερευνητής προσθέτει την κρίση του στα φαινόμενα που εντοπίζει στα δεδομένα.

4.3 Ερευνητικό πλαίσιο

Η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετήθηκε για τους σκοπούς της εργασίας στηρίχθηκε σε δύο προγενέστερες εργασίες επί της βελτιστοποίησης του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών.

Η αρχική μελέτη, στην οποία βασίστηκε η εκπόνηση της παρούσας εργασίας, είναι αυτή που διεξήχθη από τους Mulder and Dekker (2016). Οι συγγραφείς επικέντρωσαν την έρευνα τους στη θαλάσσια μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ έξι λιμανιών της Ινδονησίας. Λαμβάνοντας υπόψη τη ζήτηση και προσφορά εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των έξι λιμένων και με δεδομένους συγκεκριμένους τύπους πλοίων, διερεύνησαν τέσσερα διαφορετικά συστήματα διαδρομών, συγκεκριμένα: (i) το σύστημα “hub and feeder”, (ii) το σύστημα κυκλικής διαδρομής, (iii) το σύστημα διαδρομής πεταλούδας και (iv) το σύστημα διαδρομής εκκρεμούς, επιδιώκοντας να εντοπίσουν αυτό που ελαχιστοποιεί το κόστος της θαλάσσιας μεταφοράς. Τα αποτελέσματα της έρευνας τους υποδεικνύουν ότι, όταν δε λαμβάνονται υπόψη τα κόστη μεταφόρτωσης, το σύστημα διαδρομής hub and feeder είναι περισσότερο συμφέρον οικονομικά, ενώ όταν υπολογίζεται κόστος μεταφόρτωσης 100 USD ανά εμπορευματοκιβώτιο, το σύστημα hub and feeder αποδίδει εξίσου καλά με το σύστημα διαδρομής πεταλούδα και αρκετά καλύτερα από το σύστημα διαδρομής εκκρεμούς.

Η δεύτερη μελέτη στην οποία βασίστηκε η παρούσα εργασία, είναι αυτή που διεξήχθη από τους Brouer *et al.* (2013). Οι τελευταίοι πραγματοποίησαν μία εισαγωγή στο πρόβλημα σχεδιασμού ενός δικτύου τακτικών γραμμών, προκειμένου

να αναπτύξουν ένα σύνολο μη απλών, κυκλικών διαδρομών πλεύσης για έναν προκαθορισμένο στόλο εμπορευματοφόρων πλοίων που μεταφέρουν πολλαπλά προϊόντα. Σκοπός των ερευνητών ήταν να μεγιστοποιήσουν το έσοδο της μεταφοράς του φορτίου, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το κόστος λειτουργίας.

4.4 Δεδομένα και ανάλυση δεδομένων

Η πρώτη ενέργεια που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας αφορούσε στην επικοινωνία του συγγραφέα με στέλεχος Ελληνικής ναυτιλιακής εταιρίας, η οποία εδρεύει στον Πειραιά και δραστηριοποιείται, μεταξύ άλλων, στη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων, στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Τα στοιχεία της εταιρίας δε δημοσιεύονται μετά από απαίτησή της. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τη συζήτηση με το στέλεχος της ναυτιλιακής εταιρίας περιλάμβαναν τις εξής: (i) δεδομένα που αφορούσαν στα λιμάνια της Μεσογείου, τα οποία εξυπηρετούνται από την υπό εξέταση ναυτιλιακή εταιρία, (ii) δεδομένα που αφορούν στην προσφορά και στη ζήτηση εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των υπό εξέταση λιμανιών της Μεσογείου, (iii) επιβεβαίωση των πιθανών συστημάτων διαδρομών μεταξύ των λιμανιών, τα οποία είχαν συλλεχθεί από την εργασία των Mulder and Dekker (2016). Σε αυτό το στάδιο, κατασκευάστηκε ο Πίνακας 5-1, ο οποίος παρουσιάζει την αναμενόμενη εβδομαδιαία ζήτηση σε TEU, μεταξύ των λιμανιών της Μεσογείου και ο οποίος παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Στο επόμενο στάδιο, συλλέχθηκαν δεδομένα που αφορούσαν στις αποστάσεις μεταξύ των λιμανιών της Μεσογείου και κατασκευάστηκε ο Πίνακας 5-2 που παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα ports.com/sea-route.

Το τρίτο στάδιο της διαδικασίας περιλάμβανε τη συλλογή δεδομένων αναφορικά με διαφορετικούς τύπους πλοίων. Συγκεκριμένα, για τους σκοπούς της εργασίας, συλλέχθηκαν χαρακτηριστικά για τέσσερις διαφορετικούς τύπους πλοίων, τα οποία παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 5-3, που παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο. Η πηγή των δεδομένων ήταν η εργασία των Brouer *et al.* (2013).

Κατά το τέταρτο στάδιο της διαδικασίας, υπολογίστηκε το κόστος καυσίμου ανά ημέρα, για κάθε τύπο πλοίου. Ο υπολογισμός έγινε βάσει της εξίσωσης που

ακολουθεί, την οποία χρησιμοποίησαν οι Brouer *et al.* (2013) και η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στο κεφάλαιο που ακολουθεί: $F_s(u) = 600 * (\frac{u}{u_s})^3 * f_s$

Κατά το πέμπτο στάδιο της διαδικασίας, κατασκευάστηκε ο Πίνακας 5-4, ο οποίος παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά κάθε συστήματος διαδρομής και ο οποίος παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο. Η διαδικασία ανάπτυξης του πίνακα περιγράφεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι η ανάπτυξη του στηρίχθηκε σε δεδομένα που αφορούσαν στην απαιτούμενη εβδομαδιαία συχνότητα επισκέψεων σε κάθε λιμάνι της διαδρομής και τα οποία συλλέχθηκαν από το στέλεχος της υπό εξέταση ναυτιλιακής εταιρίας.

Το επόμενο στάδιο της διαδικασίας αφορούσε στον υπολογισμό της ταχύτητας κάθε συστήματος διαδρομής, βάσει της εξίσωσης που ακολουθεί, η οποία χρησιμοποιήθηκε στην εργασία των Mulder and Dekker (2016): $u = \frac{\delta}{168*t - 24*n}$

Κατόπιν, υπολογίστηκαν τα δεδομένα του Πίνακα 5-5 και του Πίνακα 5-6, οι οποίοι παρατίθενται στο επόμενο κεφάλαιο και παρουσιάζουν το εβδομαδιαίο κόστος σε USD ανά σύστημα διαδρομής, για κάθε έναν από τους τέσσερις τύπους πλοίων και το εβδομαδιαίο κόστος σε USD ανά TEU ανά σύστημα διαδρομής, για κάθε έναν από τους τέσσερις τύπους πλοίων, αντίστοιχα.. Η διαδικασία υπολογισμού του εβδομαδιαίου κόστους περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

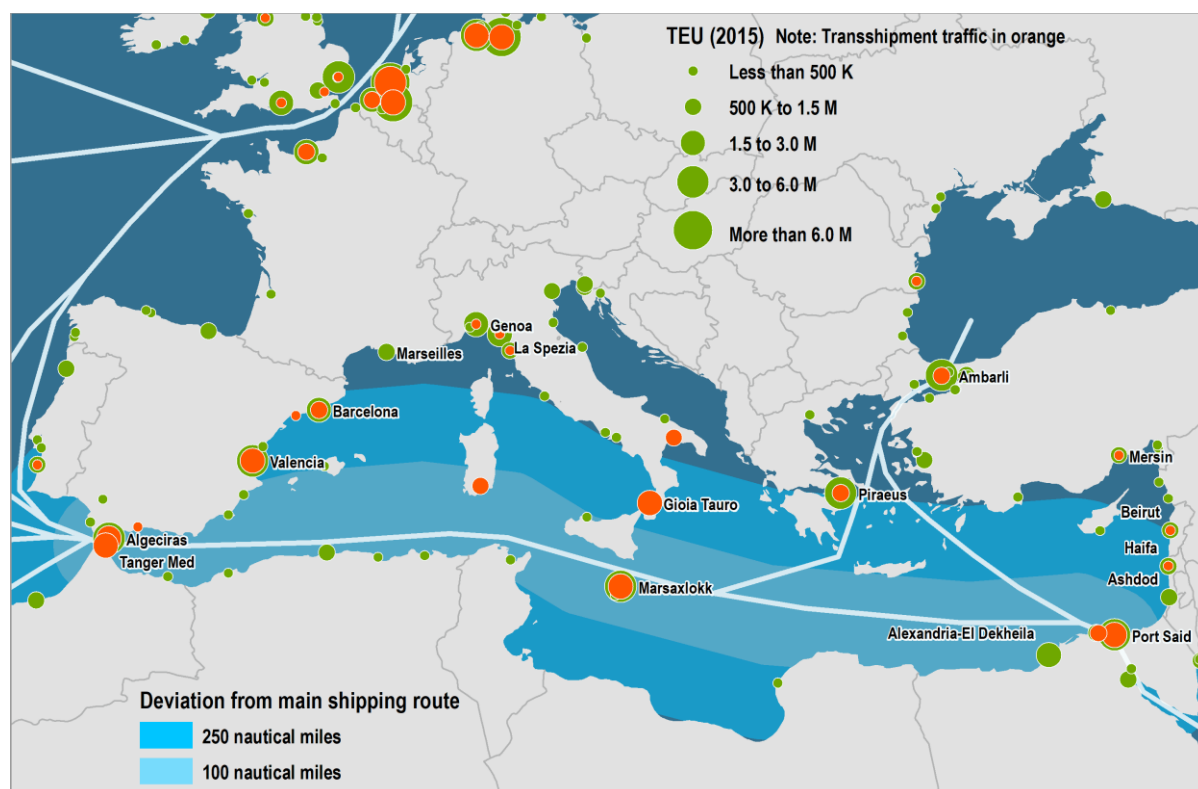
Κατά το όγδοο και τελευταίο στάδιο της διαδικασίας κατασκευάστηκε ο Πίνακας 5-7, ο οποίος παρουσιάζει το βέλτιστο συνδυασμό πλοίων ανά σύστημα διαδρομής. Η επιλογή των τύπων και του αριθμού πλοίων ανά σύστημα διαδρομής έγινε λαμβάνοντας υπόψη τη χωρητικότητα που απαιτείται ανά σύστημα διαδρομής και τη συνολική ζήτηση ανά σύστημα διαδρομής.

Η ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζει λεπτομερώς τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε.

5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στις προηγούμενες ενότητες, γίνεται αντιληπτό ότι η ναυτιλία συνιστά ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέσο μεταφοράς στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5-1) παρουσιάζει τα κυριότερα, αλλά και μικρότερα λιμάνια, της Μεσογείου. Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, θα δοθεί έμφαση στα έξι (6) σημαντικότερα λιμάνια της περιοχής, συγκεκριμένα: (i) Ambarli, (ii) Πειραιάς, (iii) Port Said, (iv) Marsaxlokk, (v) Tanger Med και (vi) Algeciras.

Εικόνα 5-1: Λιμάνια της Μεσογείου



Γίνεται η υπόθεση ότι τα ποσά του Πίνακα 5-1, αντιπροσωπεύουν την αναμενόμενη εβδομαδιαία ζήτηση σε TEUs, μεταξύ των έξι, υπό εξέταση, λιμανιών της Μεσογείου. Η τελευταία στήλη και σειρά παρουσιάζουν τα σύνολα, αντιπροσωπεύοντας αντίστοιχα τη συνολική ζήτηση από και τη συνολική προσφορά προς κάθε λιμάνι. Οι αξίες της προσφοράς και ζήτησης αντιπροσωπεύουν των αριθμό των containers που αναχωρούν ή φθάνουν σε κάθε λιμάνι, αντίστοιχα. Η διαφορά μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς υποδηλώνει τον αριθμό των άδειων εμπορευματοκιβωτίων που θα πρέπει να επανατοποθετηθούν από και προς το λιμάνι.

Για τα συγκεκριμένα έξι λιμάνια της Μεσογείου, το πρόβλημα της επανατοποθέτησης των άδειων εμπορευματοκιβωτίων φέρει μικρή σημασία, καθώς δεν εντοπίζονται μεγάλες διαφορές μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης.

Πίνακας 5-1: Αναμενόμενη εβδομαδιαία ζήτηση σε TEU μεταξύ των λιμανιών της Μεσογείου

	Ambarli	Port-Said	Piraeus	Marsaxlokk	Tanger Med	Algeciras	Προσφορά
Ambarli	-	6.500	1.000	100	75	25	7.700
Port-Said	6.750	-	2.000	4.000	2.800	450	16.000
Piraeus	1.000	2.500	-	3.750	4.800	2.150	14.200
Marsaxlokk	100	3.600	3.500	-	10	0	7.210
Tanger Med	100	3.600	4.000	75	-	0	7.675
Algeciras	50	650	2.000	0	0	-	2.700
Ζήτηση	8.000	16.750	12.500	7.925	7.685	2.625	55.485

Ο Πίνακας 5.1 δείχνει ότι τα λιμάνια του Πειραιά και του Port-Said είναι τα δύο λιμάνια με το μεγαλύτερο όγκο διακινούμενων εμπορευματοκιβωτίων, ενώ η εμπορική δραστηριότητα με το λιμάνι της Algeciras είναι σχετικά περιορισμένη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το συγκεκριμένο γεγονός μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα, καθώς το λιμάνι της Algeciras βρίσκεται σχετικά μακριά από την πλειοψηφία των υπόλοιπων λιμανιών. Η υπό εξέταση ναυτιλιακή εταιρία προτιμά να προσφέρει τις υπηρεσίες της στα λιμάνια του Πειραιά και του Port-Said, ενώ θεωρεί ότι η εξυπηρέτηση του λιμανιού της Algeciras επιφέρει μεγαλύτερο κόστος. Χρεώνοντας υψηλότερες τιμές για εμπορευματοκιβώτια που πρέπει να μεταφερθούν προς ή από το λιμάνι της Algeciras, οι ναυτιλιακές εταιρίες μπορούν να καταστήσουν τις στάσεις στο εν λόγω λιμάνι περισσότερο ελκυστικές. Κατά συνέπεια, η υπό εξέταση ναυτιλιακή εταιρία μπορεί να εφαρμόσει κατάλληλη στρατηγική τιμολόγησης προκειμένου να διασφαλίσει ότι η εξυπηρέτηση του λιμανιού της Algeciras θα είναι, επίσης, επωφελής. Παρ' όλα αυτά, ο καθορισμός των τιμών που θα πρέπει να επιβάλλονται ώστε να μεγιστοποιείται το κέρδος της ναυτιλιακής εταιρίας απαιτεί περισσότερες πληροφορίες αναφορικά με τη δομή κόστους του δικτύου που εξυπηρετεί.

Τα πιθανά συστήματα διαδρομών που μπορεί να εφαρμόσει η ναυτιλιακή εταιρία κατά την εξυπηρέτηση του συνόλου των λιμανιών είναι τα εξής: (i) σύστημα “hub and feeder”, (ii) σύστημα κυκλικής διαδρομής, (iii) σύστημα διαδρομής πεταλούδας και (iv) σύστημα διαδρομής εκκρεμούς. Στην περίπτωση του συστήματος “hub and feeder”, το λιμάνι του Πειραιά αντιπροσωπεύει το hub λιμάνι, ενώ τα λιμάνια των

Ambrali, Port Said, Marsaxlokk, Tanger Med και Algeciras αντιπροσωπεύουν τα feeder λιμάνια. Η διαδρομή Πειραιάς – Port Said – Ambarli – Πειραιάς θα αναφέρεται ως διαδρομή F1. Ως F2 αναφέρεται μία απευθείας feeder διαδρομή μεταξύ των λιμανιών Πειραιάς – Algeciras. Η τρίτη feeder διαδρομή, F3, αφορά στη διαδρομή Πειραιάς – Marsaxlokk – Tanger Med – Πειραιάς.

Το σύστημα της κυκλικής διαδρομής χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι το πλοίο σταματά μία φορά σε κάθε λιμάνι κατά τη διάρκεια μίας διαδρομής. Το σύστημα της διαδρομής πεταλούδας αντιπροσωπεύει τη διαδρομή Ambarli – Πειραιάς – Marsaxlokk – Tanger Med – Algeciras – Πειραιάς – Port Said – Ambarli, κατά τη διάρκεια της οποίας το πλοίο επισκέπτεται δύο φορές το λιμάνι του Πειραιά. Τέλος, στα πλαίσια του συστήματος της διαδρομής εκκρεμούς, το πλοίο επισκέπτεται κάθε λιμάνι δύο φορές, με τη διαφορά ότι κατά τη δεύτερη φορά, επισκέπτεται τα λιμάνια με αντίθετη σειρά, δηλαδή Ambarli – Port Said – Πειραιάς – Marsaxlokk – Tanger Med – Algeciras – Tanger Med – Marsaxlokk – Πειραιάς – Port Said – Ambarli.

Πίνακας 5-2: Αποστάσεις μεταξύ των λιμανιών της Μεσογείου

	Ambarli	Port-Said	Piraeus	Marsaxlokk	Tanger Med	Algeciras
Ambarli	-	1.147	502	1.012	2.123	2.093
Port-Said	1.147	-	863	1.189	1.180	2.278
Piraeus	502	863	-	565	1.676	1.646
Marsaxlokk	1.012	1.189	565	-	1.166	1.150
Tanger Med	2.123	1.180	1.676	1.166	-	30
Algeciras	2.093	2.278	1.646	1.150	30	-

(Πηγή: ports.com/sea-route)

Ο Πίνακας 5-2 παρουσιάζει την απόσταση, σε ναυτικά μίλια, μεταξύ των έξι (6) λιμανιών της Μεσογείου ενώ ο Πίνακας 5-3 παρουσιάζει τα βασικά χαρακτηριστικά τεσσάρων διαφορετικών τύπων πλοίων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα αναφορικά με το κόστος διαδρομής, σε περιπτώσεις διαφορετικών τύπων πλοίων και διαφορετικών συστημάτων διαδρομών. Για τον υπολογισμό του κόστους καυσίμου, χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση των Brouer *et al.* (2013):

$$F_s(u) = 600 * \left(\frac{u}{u_s^*}\right)^3 * f_s \quad (1)$$

Όπου:

- $F_s(u)$: το κόστος καυσίμου σε USD ανά ημέρα, για το πλοίο τύπου s , το οποίο πλέει με ταχύτητα u ναυτικών κόμβων (nmi/hour)

- u_s^* : η ταχύτητα σχεδιασμού του πλοίου τύπου s
- f_s : η ημερήσια κατανάλωση καυσίμου σε τόνους για το πλοίο τύπου s , το οποίο πλέει με ταχύτητα σχεδιασμού.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος καυσίμου μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του χρόνου, παρ' όλα αυτά, για τους σκοπούς της εργασίας γίνεται η υπόθεση ότι παραμένει σταθερό και ίσο με 600 USD ανά τόνο (Brouer *et al.*, 2013).

Πίνακας 5-3: Χαρακτηριστικά πλοίων

<i>Ship type</i>	<i>Capacity (TEU)</i>	<i>Charter cost (USD/day)</i>	<i>Draft (m)</i>	<i>Min speed (knots)</i>	<i>Design speed (knots)</i>	<i>Max speed (knots)</i>	<i>Fuel usage (ton/day)</i>
1	900	5.000	8	10	12	14	18,8
2	1.600	8.000	9,5	10	14	17	23,7
3	2.400	11.000	12	12	18	19	52,5
4	4.800	21.000	11	12	16	22	57,4

(Πηγή: Brouer *et al.*, 2013)

Οι ναυτιλιακές εταιρίες που εκτελούν τακτικές γραμμές συνήθως επισκέπτονται κάθε λιμάνι σε εβδομαδιαία βάση, στα πλαίσια κάθε διαδρομής. Η διάρκεια της διαδρομής συνιστά, συνήθως, έναν ακέραιο αριθμό των εβδομάδων, ο οποίος αντιπροσωπεύει και τον ακέραιο αριθμό πλοίων που πρέπει να εκτελέσουν τη διαδρομή. Ως παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση διαδρομής διάρκειας τριών εβδομάδων, για την οποία απαιτείται η πλεύση τριών πλοίων ώστε να διασφαλιστεί η εβδομαδιαία συχνότητα επισκέψεων σε κάθε λιμάνι της διαδρομής. Με δεδομένη τη διάρκεια και τη συχνότητα, ο αριθμός των πλοίων που απαιτούνται σε κάθε διαδρομή υπολογίζεται από το γινόμενο των δύο αυτών αξιών.

Πίνακας 5-4: Χαρακτηριστικά διαδρομών

<i>Διαδρομή</i>	<i>Απόσταση (nmi)</i>	<i>Διάρκεια (εβδομάδες)</i>	<i>Συχνότητα (ανά εβδομάδα)</i>	<i>Απαιτούμενα πλοία</i>	<i>Ταχύτητα (κόμβοι)</i>
F1	2.512	2	1	2	11.33
F2	1.646	1	1	1	12.61
F3	3.407	2	1	2	12.51
Κυκλική	4.574	3	1	3	12.27
Πεταλούδα	6.564	4	1	4	13.62
Εκκρεμές	7.542	5	1	5	13.55

Η τιμή του καυσίμου συνιστά μία σύνθετη συνάρτηση, από την οποία προκύπτει ότι όταν η ταχύτητα του πλοίου διπλασιάζεται, το κόστος καυσίμου ανά ναυτικό μίλι αυξάνεται περισσότερο από 100%. Ως αποτέλεσμα, η διατήρηση σταθερής ταχύτητας πλεύσης κατά τη διάρκεια της διαδρομής, ελαχιστοποιεί το κόστος καυσίμου. Η ταχύτητα υπολογίζεται υπό την προϋπόθεση ότι για την εξυπηρέτηση κάθε λιμένα απαιτούνται 24 ώρες και οι αντίστοιχες διάρκειες παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-4. Για τον υπολογισμό της ταχύτητας σε κάθε διαδρομή, χρησιμοποιείται η εξίσωση που ακολουθεί (Mulder and Dekker, 2016):

$$u = \frac{\delta}{168 \cdot t - 24 \cdot n} \quad (2)$$

όπου:

- **δ:** η απόσταση της διαδρομής σε ναυτικά μίλια
- **t:** η διάρκεια της διαδρομής σε εβδομάδες
- **n:** ο αριθμός των στάσεων σε λιμάνια, ανά διαδρομή

Ο Πίνακας 5-5 που ακολουθεί, παρουσιάζει το εβδομαδιαίο κόστος σε USD για κάθε μία από τις διαδρομές, με δεδομένες τη συχνότητα και τη διάρκεια, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-4. Το κόστος της διαδρομής προκύπτει από το άθροισμα τριών παραγόντων: (i) το σταθερό κόστος του πλοίου, (ii) το κόστος στάσης σε κάθε λιμάνι και (iii) το κόστος καυσίμου. Για να υπολογιστεί το συνολικό κόστος μίας διαδρομής, λαμβάνεται υπόψη το σταθερό κόστος του συνόλου των πλοίων που απαιτούνται στη διαδρομή. Ως αποτέλεσμα, το σταθερό κόστος υπολογίζεται από τον τύπο $7 * S * c_s^f$, όπου S είναι ο αριθμός των πλοίων που απαιτούνται ανά διαδρομή και c_s^f είναι το ημερήσιο σταθερό κόστος του πλοίου τύπου S , το οποίο παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-3. Το κόστος στάσης σε κάθε λιμάνι προκύπτει από το σύνολο των τελών λιμένα, των λιμανιών κάθε διαδρομής. Εάν γίνει η υπόθεση ότι τα τέλη λιμένα είναι ίδια ανά λιμάνι, τότε το κόστος στάσης σε κάθε λιμάνι υπολογίζεται από τον τύπο $F_p * n * q$, όπου F_p είναι τα τέλη λιμένα ανά επίσκεψη σε κάθε λιμάνι και q είναι η συχνότητα της διαδρομής. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, γίνεται η υπόθεση ότι $F_p = 650\text{USD}$. Το κόστος καυσίμου υπολογίζεται από το γινόμενο της συχνότητας, του αριθμού των ημερών που απαιτούνται για την πλεύση της διαδρομής ανά πλοίο και το κόστος καυσίμου ανά ημέρα: $q * \frac{\delta}{24 \cdot u} * F_s(u)$, όπου $F_s(u)$ είναι το κόστος καυσίμου σε USD ανά ημέρα,

όταν το πλοίο πλέει με ταχύτητα v , σύμφωνα με την εξίσωση (1). Ως παράδειγμα, αναφέρεται η εξής περίπτωση: τακτική γραμμή με διάρκεια δύο εβδομάδων, η οποία ανατίθεται σε τέσσερα πλοία. Κάθε λιμάνι της διαδρομής θα εξυπηρετείται δύο φορές την εβδομάδα, με αποτέλεσμα η συχνότητα να είναι δύο φορές ανά εβδομάδα. Κάθε πλοίο χρειάζεται δύο πλήρεις εβδομάδες για να ολοκληρώσει τη διαδρομή, οπότε, σε διάστημα μίας εβδομάδας, θα έχει εκτελέσει τη μισή διαδρομή. Εφόσον η διαδρομή έχει ανατεθεί σε τέσσερα πλοία, συνολικά πραγματοποιούνται δύο πλήρεις διαδρομές κατά τη διάρκεια της εβδομάδας (καθώς η συχνότητα είναι 2). Το παραπάνω εξηγεί τον πολλαπλασιασμό του κόστους καυσίμου και του κόστους στάσης σε κάθε λιμάνι με τη συχνότητα. Το συνολικό κόστος της διαδρομής σε USD ανά εβδομάδα υπολογίζεται από τον τύπο (3), που ακολουθεί (Mulder and Dekker, 2016):

$$c_s^r = 7 * S * c_s^f + q * \frac{\delta}{24 * u} * F_s(u) + F_p * n * q \quad (3)$$

όπου c_s^r είναι το κόστος της διαδρομής σε USD ανά εβδομάδα για το πλοίο τύπου s . Ο διπλασιασμός της δυναμικότητας ενός πλοίου δε συνεπάγεται το διπλασιασμό του εβδομαδιαίου κόστους διαδρομής, γεγονός που αντανακλά την επίδραση των οικονομιών κλίμακας: τα μεγαλύτερα πλοία χαρακτηρίζονται γενικότερα από υψηλότερο συνολικό κόστος, χαμηλότερο, όμως, κόστος ανά TEU. Τα παραπάνω υποδεικνύονται και από τα δεδομένα του Πίνακα 5-6, τα οποία υποδεικνύουν το εβδομαδιαίο κόστος διαδρομής ανά TEU, υπό την υπόθεση ότι το πλοίο χρησιμοποιείται πλήρως. Ο ίδιος πίνακας δείχνει, επιπλέον, ότι η επίδραση των οικονομιών κλίμακας διαφέρει αρκετά μεταξύ των διαφορετικών τύπων πλοίων.

Πίνακας 5-5: Κόστος διαδρομής ανά εβδομάδα για τη διάρκεια και συχνότητα του

Διαδρομή / Πλοίο	Κόστος σε USD/εβδομάδα			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
F1	133.809,3	163.058,3	207.133,8	375.628,8
F2	120.532,8	124.170,0	147.996,2	256.797,3
F3	226.284,4	236.471,6	283.649,8	494.742,7
Κυκλική	309.734,2	331.336,5	401.074,8	703.587,5
Πεταλούδα	447.379,9	468.958,0	563.118,5	982.614,7
Εκκρεμές	505.624,0	543.812,80	659.687,7	1.158.993,0

Πίνακας 5-6: Οικονομίες κλίμακας

Διαδρομή / Πλοίο	Κόστος ανά TEU σε USD/εβδομάδα			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
F1	149	102	86	78
F2	134	78	62	53
F3	251	148	118	103
Κυκλική	344	207	167	147
Πεταλούδα	497	293	235	205
Εκκρεμές	562	340	275	241

Το μειονέκτημα της κυκλικής διαδρομής αφορά στη μη αποτελεσματική αξιοποίηση της χωρητικότητας του πλοίου. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η περίπτωση της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων από τον Πειραιά στο Port Said, όταν επιλέγεται η κυκλική διαδρομή. Σε αυτήν την περίπτωση, τα εμπορευματοκιβώτια παραμένουν στο πλοίο καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής, με εξαίρεση το τμήμα της διαδρομής μεταξύ Port Said και Πειραιά. Η εφαρμογή της διαδρομής πεταλούδας δίνει τη δυνατότητα καλύτερης αξιοποίησης της διαθέσιμης χωρητικότητας, καθώς το πλοίο επισκέπτεται δύο φορές κάποια λιμάνια, στα πλαίσια κυκλικής διαδρομής. Στην περίπτωση εφαρμογής της διαδρομής πεταλούδας, το πλοίο επισκέπτεται τα λιμάνια του Πειραιά και του Port Said, το ένα μετά το άλλο, ώστε τα εμπορευματοκιβώτια να παραμένουν σε αυτό μόνο για το συγκεκριμένο κομμάτι της διαδρομής. Παράλληλα, κατά τη διαδρομή του εκκρεμούς, το πλοίο επισκέπτεται κάθε λιμάνι δύο φορές, οπότε απαιτείται η ελάχιστη χωρητικότητα. Στην περίπτωση ενός δικτύου hub and feeder, πολλά λιμάνια συνδέονται είτε απευθείας μεταξύ τους είτε μέσω λίγων μόνο λιμανιών, με αποτέλεσμα το εν λόγω σύστημα διαδρομής να αξιοποιεί τη διαθέσιμη χωρητικότητα ιδιαίτερα αποτελεσματικά.

Ο Πίνακας 5-7 που ακολουθεί, παρουσιάζει την απαιτούμενη χωρητικότητα σε TEU για κάθε διαδρομή, τον αριθμό των στάσεων σε λιμάνια ανά εβδομάδα για κάθε τύπο πλοίου ώστε η χωρητικότητα να μπορεί να καλύψει τη συνολική ζήτηση, η διαθέσιμη χωρητικότητα σε TEU για κάθε τύπο πλοίου και το συνολικό κόστος της διαδρομής σε USD ανά εβδομάδα. Η απαιτούμενη χωρητικότητα υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη μέγιστη χρησιμοποιούμενη χωρητικότητα σε κάθε διαδρομή. Στη συνέχεια, αναπτύσσεται ένας συνδυασμός τύπων πλοίων, τέτοιος ώστε η απαιτούμενη χωρητικότητα να είναι διαθέσιμη σε κάθε διαδρομή. Με δεδομένο τον καταμερισμό των πλοίων, το συνολικό κόστος της διαδρομής υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το εβδομαδιαίο κόστος της διαδρομής για κάθε τύπο πλοίου με τον αριθμό των στάσεων

σε λιμάνια ανά εβδομάδα και διαιρώντας με τη συχνότητα της διαδρομής. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί πως ο τύπος και ο αριθμός των πλοίων που απαιτούνται διαφέρει αρκετά μεταξύ των τριών διαφορετικών δομών διαδρομών.

Πίνακας 5-7: Κόστος δικτύου ανά εβδομάδα

Διαδρομή	Απαιτ. Χωρητ. (TEU)	Port calls ανά εβδομάδα				Μεγ. Χωρητικότητα (TEU)	Κόστος (USD / εβδ.)
		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4		
F1	18.000		1	1	3	18.400	1.497.078,70
F2	2.700	1		1		3.300	220.195,09
F3	15.600		1		3	16.000	1.720.699,83
HF – Total							3.437.973,62
Κυκλική	28.485				6	28.800	4.221.524,96
Πεταλούδα	18.225		1	1	3	18.400	3.979.920,43
Εκκρεμές	11.625			1	2	12.000	2.977.673,4

Από τα δεδομένα του Πίνακα 5-7, προκύπτει ότι το σύστημα διαδρομής του εκκρεμούς καθώς και το σύστημα διαδρομής hub and feeder είναι τα πλέον συμφέροντα μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων διαδρομών, από άποψη κόστους, στη συγκεκριμένη περίπτωση. Το κόστος του πρώτου συστήματος διαδρομής ανέρχεται σε περίπου 3 εκατομμύρια δολάρια ανά εβδομάδα και το κόστος του δεύτερου συστήματος διαδρομής ανέρχεται σε περίπου 3,5 εκατομμύρια δολάρια ανά εβδομάδα. Αντίθετα, το κόστος του συστήματος κυκλικής διαδρομής και το κόστος του συστήματος διαδρομής πεταλούδας ανέρχεται σε περίπου 4 εκατομμύρια δολάρια ανά εβδομάδα. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι στην περίπτωση του συστήματος hub and feeder, ένας μεγάλος αριθμός εμπορευματοκιβωτίων θα πρέπει να μεταφορτωθούν, γεγονός που οδηγεί σε επιπλέον κόστη, τα οποία δε συμπεριλαμβάνονται στο συγκεκριμένο παράδειγμα. Συνολικά, 15.450 εμπορευματοκιβώτια θα πρέπει να μεταφορτωθούν σε διάστημα μίας εβδομάδας, στην περίπτωση του συστήματος hub and feeder. Εάν, υποθετικά, το κόστος μεταφόρτωσης ανά εμπορευματοκιβώτιο ανέρχεται στο ποσό των 100 USD, τότε το συνολικό κόστος του συστήματος διαδρομής hub and feeder αυξάνεται κατά 4,5 εκατομμύρια δολάρια εβδομαδιαίως.

Η ικανοποιητική απόδοση των συστημάτων διαδρομών hub and feeder και εκκρεμές οφείλεται, εν μέρει, στην καλύτερη χρήση της χωρητικότητας στο σύστημα hub and feeder. Ένα ακόμη πλεονέκτημα του συστήματος hub and feeder αφορά στη δυνατότητα των ναυτιλιακών εταιριών να αναθέτουν σε διαφορετικούς τύπους

πλοίων, διαφορετικές διαδρομές. Δεδομένου ότι τα feeder λιμάνια χαρακτηρίζονται, συνήθως, από χαμηλότερη ζήτηση σε σχέση με τα hub λιμάνια, κρίνεται εύλογη η ανάθεση των διαδρομών feeder σε μικρότερα πλοία. Αντίθετα, στην περίπτωση των συστημάτων κυκλικής διαδρομής, διαδρομής πεταλούδας και διαδρομής εκκρεμούς, ο ίδιος τύπος πλοίου επισκέπτεται το σύνολο των λιμανιών. Ως αποτέλεσμα, ενδέχεται μεγάλα πλοία να επισκεφθούν λιμάνια χαμηλής ζήτησης, διαφορετικά απαιτούνται περισσότερα μικρά πλοία προκειμένου να εξυπηρετήσουν τη ζήτηση μεγάλων λιμανιών. Παρ' όλα αυτά, το σύστημα διαδρομής hub and feeder παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι συνήθως απαιτούνται πολυάριθμες μεταφορτώσεις προκειμένου να εξυπηρετηθεί η ζήτηση, γεγονός, το οποίο αυξάνει τόσο την τιμή της μεταφοράς όσο και τον απαιτούμενο χρόνο.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της δυνατότητας βελτιστοποίησης του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, ενώ επιμέρους στόχοι αυτής ήταν ο εντοπισμός των παραγόντων που συμβάλλουν στον καθορισμό του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, η μελέτη του τρόπου με τον οποίον κάθε παράγοντας επιδρά στο κόστος των θαλάσσιων μεταφορών και η διατύπωση προτάσεων αναφορικά με λύσεις που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στον περιορισμό του κόστους.

Από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας, προέκυψε ότι το ζήτημα της βελτιστοποίησης του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών έχει μελετηθεί εκτενώς από ακαδημαϊκούς και επαγγελματίες του κλάδου. Τα αποτελέσματα των ερευνών τους οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών είναι πολυάριθμοι και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: (i) παράγοντες διευκόλυνσης του εμπορίου και των μεταφορών, (ii) λειτουργικά κόστη πλοίων, (iii) απόσταση και θέση μίας χώρας εντός των ναυτιλιακών δικτύων, (iv) ανταγωνισμός και κανόνες της αγοράς, (v) αξία, όγκος και τύπος μεταφερόμενων προϊόντων, (vi) υποδομές και χαρακτηριστικά λιμένων και (vii) εμπορικές ροές και ανισορροπίες. Με δεδομένο τον όγκο των παραγόντων που επιδρούν στο κόστος των θαλάσσιων μεταφορών και της σημασίας των τελευταίων για την παγκόσμια οικονομία, μία εξίσου μεγάλη μερίδα ακαδημαϊκών ασχολήθηκε με το ζήτημα της βελτιστοποίησης του κόστους αυτού. Κάποιοι εκ των ερευνητών επιδίωξαν την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων ελαχιστοποίησης συγκεκριμένων κατηγοριών κόστους ή του συνολικού κόστους, ενώ άλλοι επικεντρώθηκαν στο σχεδιασμό βέλτιστων δικτύων διαδρομών ή στην ανάπτυξη κατάλληλων συστημάτων λήψης αποφάσεων. Παράλληλα, αρκετοί ήταν αυτοί, οι οποίοι έδωσαν έμφαση στον περιορισμό του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, στην περίπτωση μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Λαμβάνοντας υπόψη το εύρος του ερευνητικού πεδίου της βελτιστοποίησης του κόστους θαλάσσιων μεταφορών και συμβαδίζοντας με τη διεθνή βιβλιογραφία, ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας εστίασε την έρευνα του στην ελαχιστοποίηση

του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών εμπορευματοκιβωτίων. Βασιζόμενος στην εργασία των Mulder and Dekker (2016), προχώρησε στη μελέτη της περίπτωσης μίας Ελληνικής ναυτιλιακής εταιρίας, η οποία εκτελεί θαλάσσιες μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ λιμανιών της Μεσογείου. Συλλέγοντας δεδομένα, μέσα από συνεντεύξεις με στέλεχος της, υπό εξέταση, ναυτιλιακής εταιρίας, ο συγγραφέας ακολούθησε τη μεθοδολογία των Mulder and Dekker (2016) και προχώρησε στον υπολογισμό του συνολικού εβδομαδιαίου κόστους για τέσσερις διαφορετικούς τύπους συστήματος διαδρομών μεταξύ των Μεσογειακών λιμανιών: (i) το hub and feeder σύστημα, (ii) το σύστημα της κυκλικής διαδρομής, (iii) το σύστημα της διαδρομής πεταλούδας και (iv) το σύστημα της διαδρομής του εκκρεμούς.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης υποδεικνύουν ότι, στην περίπτωση της συγκεκριμένης ναυτιλιακής εταιρίας και με δεδομένα τα λιμάνια που εξυπηρετεί και τις μεταξύ τους αποστάσεις, το μέγεθος της προσφοράς και ζήτησης εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των λιμανιών και τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων πλοίων, το σύστημα της διαδρομής εκκρεμούς είναι το πλέον συμφέρον από άποψη κόστους. Περαιτέρω, προκύπτει ότι το σύστημα hub and feeder είναι το δεύτερο πιο συμφέρον, από άποψη κόστους, σύστημα διαδρομής, στην περίπτωση που δε λαμβάνεται υπόψη το κόστος μεταφόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων. Αντίθετα, εάν το κόστος μεταφόρτωσης συμπεριληφθεί στον υπολογισμό του συνολικού κόστους, τότε τα αποτελέσματα μεταβάλλονται, με το σύστημα διαδρομής hub and feeder να μην αποτελεί πλέον συμφέρουσα επιλογή. Όσον αφορά στα συστήματα κυκλικής διαδρομής και διαδρομής πεταλούδας, ο ίδιος τύπος πλοίου επισκέπτεται το σύνολο των λιμανιών. Ως αποτέλεσμα, ενδέχεται μεγάλα πλοία να επισκεφθούν λιμάνια χαμηλής ζήτησης, διαφορετικά απαιτούνται περισσότερα μικρά πλοία προκειμένου να εξυπηρετήσουν τη ζήτηση μεγάλων λιμανιών.

Σε κάθε περίπτωση, γίνεται αντιληπτό ότι η βελτιστοποίηση του κόστους των θαλάσσιων μεταφορών απαιτεί σχεδιασμό για την επίλυση μακροπρόθεσμων και βραχυπρόθεσμων προβλημάτων λήψης αποφάσεων που αφορούν σε διάφορα ζητήματα, συμπεριλαμβανομένων της επιλογής του μεγέθους και της σύνθεσης του στόλου, του σχεδιασμού του δικτύου, της τιμολόγησης, της επανατοποθέτησης άδειων εμπορευματοκιβωτίων, της επιλογής της ταχύτητας πλεύσης του πλοίου κλπ. Επί της ουσίας, οι ναυτιλιακές εταιρίες τακτικών γραμμών μεταφοράς

εμπορευματοκιβωτίων καλούνται να προχωρήσουν σε προσεκτικό σχεδιασμό των δραστηριοτήτων τους σε στρατηγικό και τακτικό επίπεδο και σε επίπεδο λειτουργιών.

6.2 Σύνδεση αποτελεσμάτων με τη βιβλιογραφία

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνουν εν μέρει τα αποτελέσματα προηγούμενων σχετικών ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας. Πιο αναλυτικά, οι εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων λαμβάνουν υπόψη τους το κόστος της παραμονής του πλοίου στο κάθε λιμάνι, επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα των Wilmsmeier *et al.* (2006), οι οποίοι υποστήριξαν ότι ο χρόνος αναμονής του πλοίου στο λιμάνι αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα του συνολικού κόστους των θαλάσσιων μεταφορών. Στο ίδιο πλαίσιο, ο συνυπολογισμός του σταθερού κόστους του πλοίου στο συνολικό κόστος της διαδρομής ενισχύει το έργο των Gkonis and Psaraftis (2010), οι οποίοι ανέλυσαν διεξοδικά τους παράγοντες κόστους των θαλάσσιων μεταφορών, παρουσιάζοντας τις συνιστώσες του σταθερού κόστους των πλοίων.

Περαιτέρω, τα αποτελέσματα της ανάλυσης συμβαδίζουν με τα αποτελέσματα της έρευνας των Meng and Wang (2011), αναφορικά με την επιλογή του συστήματος διαδρομής hub and feeder. Πιο αναλυτικά, από τη μελέτη των Meng and Wang (2011) προέκυψε ότι, όταν δε λαμβάνεται υπόψη το κόστος επαναφόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων, το σύστημα διαδρομής hub and feeder συμβάλει στην εξοικονόμηση κόστους, γεγονός που επιβεβαιώνεται και στην περίπτωση της υπό εξέταση ναυτιλιακής εταιρίας.

Όσον αφορά στο έργο των Mulder and Dekker (2016) τα αποτελέσματα των δύο εργασιών διαφοροποιούνται ελαφρώς. Συγκεκριμένα, οι Mulder and Dekker (2016) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, όταν δε λαμβάνεται υπόψη το κόστος μεταφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων, το σύστημα διαδρομής hub and feeder και δευτερευόντως το σύστημα διαδρομής εκκρεμούς, είναι το πλέον συμφέρον, σε οικονομικούς όρους. Επιπλέον, υποστηρίζουν ότι το σύστημα διαδρομής hub and feeder εξακολουθεί να είναι περισσότερο συμφέρον από άλλα συστήματα διαδρομής στην περίπτωση που συνυπολογίζεται το κόστος μεταφόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων. Αντίθετα, στην περίπτωση της συγκεκριμένης εργασίας, το

σύστημα της διαδρομής του εκκρεμούς προκύπτει ως το περισσότερο συμφέρον οικονομικά, με το σύστημα διαδρομής hub and feeder να ακολουθεί. Παράλληλα, όταν λαμβάνεται υπόψη το κόστος μεταφόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων, το σύστημα διαδρομής hub and feeder καθίσταται λιγότερο συμφέρον από κάθε άλλο εξεταζόμενο σύστημα διαδρομής. Οι διαφορές, πιθανώς οφείλονται στα διαφορετικά δεδομένα που αναλύθηκαν για τους σκοπούς των εργασιών.

6.3 Περιορισμοί και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς της εργασίας αφορούσε στη δυσκολία συλλογής των απαιτούμενων δεδομένων. Αν και ο συγγραφέας διέθετε πρόσβαση σε στελέχη ναυτιλιακών εταιριών που δραστηριοποιούνται στην Ελληνική και διεθνή αγορά και επικοινωνήσε μαζί τους, δεν κατάφερε να συλλέξει το σύνολο των δεδομένων που απαιτούνταν για τους σκοπούς της εργασίας. Επιπλέον, τα περιορισμένα δεδομένα που ανακτήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν υπό τον όρο να μη δημοσιοποιηθεί η επωνυμία της εν λόγω ναυτιλιακής εταιρίας. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, ένα μέρος των δεδομένων που αναλύθηκαν αφορούσε σε δευτερογενή δεδομένα, τα οποία συλλέχθηκαν από την εργασία των Brouer *et al.* (2013). Προτείνεται, λοιπόν, η διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας, η οποία θα βασίζεται εξ' ολοκλήρου στην ανάλυση πρωτογενών δεδομένων προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή μη αποκλίσεων από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

Στο ίδιο πλαίσιο, λόγω αδυναμίας πρόσβασης σε δεδομένα συγκεκριμένης ναυτιλιακής εταιρίας, ο υπολογισμός του συνολικού εβδομαδιαίου κόστους κάθε πλοίου στηρίχθηκε στην εξίσωση των Mulder and Dekker (2016), βάσει της οποίας το συνολικό κόστος του πλοίου αποτελεί συνάρτηση του σταθερού κόστους, του κόστους παραμονής σε κάθε λιμάνι και του κόστους καυσίμου. Και σε αυτήν την περίπτωση, προτείνεται η διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας, η οποία θα στηρίζεται στην ανάλυση πρωτογενών δεδομένων, προκειμένου να εντοπιστεί το σύνολο των παραγόντων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση του συνολικού κόστους του πλοίου.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Angeloudis, P., Bichou, K., Bell, M. and Fisk, D. (2006). Security and Reliability of the Liner Container Shipping Network: Analysis of Robustness Using a Complex Network Framework. Presented at the International Association of Maritime Economists Conference, Melbourne, 12-14 July

Assoporti (2016). Mediterranean Ports. [online], available at: http://www.assoporti.it/media/3043/medports-2016-eng_0.pdf

Bandeira, D., Becker, J. and Borenstein, D. (2009). A DSS for Integrated Distribution of Empty and Full Containers. *Decision Support Systems*, 47(4), pp.383-397

Brouer, B., Alvarez, C., Plum, D., Pisinger, M. and Sigurd, M. (2013). A Base Integer Programming Model and Benchmark Suite for Liner Shipping Network Design. *Transportation Science*, 48(2), pp. 281-312

Clark, X., Dollar, D. and Micco, A. (2004). Port Efficiency, Maritime Transport Costs and Bilateral Trade. *Journal of Development Economics*, 75, pp.417-450

Demirel, E. and Bayer, D. (2016). A Study on Cost Optimization in the Ship Management. *The Second Global Conference on Innovation in Marine Technology and the Future of Maritime Transportation*, 24-25 October, Bodrum, Mugla, Turkiye

Drewry, (2006). *Ship Management*. Drewry Shipping Consultants Ltd. London

Furio, S., Romano, C., Lozano, S. and Adenso-Diaz, B. (2009). Mathematical Model to Optimize Land Empty Container Movements. [online], available at: http://www.fundacion.valenciaport.com/Articles/doc/presentations/HMS2009_Paperid_27_Furio.aspx

Gkonis, K., Psaraftis, H. (2010). Some Key Variables Affecting Liner Shipping Costs. Laboratory for Maritime Transport. National Technical University of Athens.

Hanafy, N., Labib, A., El-Haddad, E. and Abd-El-Salam, E. (2017). Analytical Approach to the Market of the Container Ports in the East Mediterranean Region using the Concentration Ratio, HHI, Shift-Share Analysis. *The Business and Management Review*, 8(5), pp.192-199

Hoffman, J. (2001). Latin American Ports: Results and Determinants of Private Sector Participation. *International Journal of Maritime Economics*, 3, pp.221-241

Hummels, D. and Schaur, G. (2013). Time as a Trade Barrier. *American Economic Review*. 103(7), pp.2935-2959

International Association of Ports and Harbors (2017). World Container Traffic Data 2017. [online], available at: http://www.iaphworldports.org/iaph/wp-content/uploads/WorldPortTraffic-Data_for_IAPH_using_LL_data_2017_Final.pdf

Jugovic, A., Komadina, N. and Hadzic, A. (2015). Factors Influencing the Formation of Freight Rates on Maritime Shipping Markets. *Scientific Journal of Maritime Research*, 29, pp.23-29

Ki, M., Shen, L., Shi, B., Xue, Y. and Wang, F. (2015). Routing Optimization for Multi-Type Containerships in a Hub-and-Spoke Network. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2(5), pp.362-372

Kowalski, A. (2013). Cost Optimization of Marine Fuels Consumption as Important Factor of Control Ship's Sulfur and Nitrogen Oxides Emissions. *Maritime University of Szczecin*, 36(108), pp.94-99

Lima, N. and Venables, A. (2001). Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs and Trade. *The World Bank Economic Review*, 15(3), pp.451-479

Linnemann, H. (1966). *An Econometric Study of International Trade Flows*. North-Holland Publishing, Amsterdam

Martinez-Zarzoso, I., Garcia-Menendez, L. and Suarez-Burguet, C. (2003). The Impact of Transport Cost on International Trade: The Case of Spanish Ceramic Exports. *Maritime Economics and Logistics*, 5(2), pp.179-198

Martinez-Zarzoso, I. and Suarez-Burguet, C. (2005). Transport Costs and Trade: Empirical Evidence for Latin American Imports from the European Union. *Journal of International Trade and Economic Development*, 14(3), pp.227-245

McCalla, R., Slack, B. and Comtois, C. (2005). The Caribbean Basin: Adjusting to Global Trends in Containerization. *Maritime Policy and Management*, 32(3), pp.245-261

McDonough, J. and McDonough, S. (1997). *Research Methods for English Language Teachers*. London: Arnold

Meng, Q. and Wang, S. (2011). Liner Shipping Service Network Design with Empty Container Repositioning. *Transportation Research Part E*, 47(5), pp.695-708

Mulder, J. and Dekker, R. (2016). Optimization in Container Liner Shipping. Econometric Institute Report 2016-05, Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam, the Netherlands. [online], available at: <https://repub.eur.nl/pub/79911/EI2016-05.pdf>

National Bank of Greece (2013). Container Ports: An Engine Growth. Sectoral Report. [online], available at: https://www.nbg.gr/greek/the-group/press-office/e-spot/reports/Documents/Container_Ports_2013.pdf

Radelet, S. and Sachs, J. (1998). Shipping Costs, Manufactured Exports and Economic Growth. Paper presented at the American Economic Association Meeting. Harvard University, 1 January

Sanchez, R., Hoffmann, J., Micco, A., Pizzolitto, G., Sgut, M. and Wilmsmeier, G. (2003). Port Efficiency and International Trade: Port Efficiency as a Determinant of Maritime Transport Costs. *Maritime Economics & Logistics*, 5(2), pp.199-218

Shintani, K., Imai, A., Nishimura, E. and Papadimitriou, S. (2007). The Container Shipping Network Design Problem with Empty Container Repositioning. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(1), pp.39-59

Song, D. and Dong, J. (2011). Flow Balancing-Based Empty Container Repositioning in Typical Shipping Service Routes. *Maritime Economics & Logistics*, 13(1), pp.61-77

Sourdin, P. and Pomfret, R. (2012). *Trade Facilitation: Defining, Measuring, Explaining and Reducing the Cost of International Trade*. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, United Kingdom

UNCTAD (2015). Freight Rates and Maritime Transport Costs. *Review of Maritime Transport*. Available at: http://unctad.org/en/PublicationChapters/rmt2015ch3_en.pdf

UN Trade Statistics (2017). Harmonized Commodity Description and Coding Systems (HS). [online], available at: <https://unstats.un.org/unsd/tradekb/Knowledgebase/50018/Harmonized-Commodity-Description-and-Coding-Systems-HS>

Varbanova, A. (2011). Theoretical Analysis of Cost Efficiency of General Cargo Transportation on Container Feeder Lines in the Black Sea Region. *The International Virtual Journal for Science, Techniques and Innovations for the Industry “Machines, Technologies, Materials”*, 3, pp.51-53

Venables, A., and Behar, A. (2010). Transport Costs and International Trade. Department of Economics. University of Oxford. Available at: <http://www.freit.org/WorkingPapers/Papers/TradePatterns/FREIT179.pdf>

Wilmsmeier, G. (2003). Modal Choice in South American Freight Transport: Analysis of Constraint Variables and a Perspective for Diversified Modal Participation in South America. Unpublished Master's Thesis. Technische Universitat, Dresden, Germany

Wilmsmeier, G. (2014). *International Maritime Transport Costs: Market Structures and Network Configurations*. Ashgate. Farnham, United Kingdom

Wilmsmeier, G. and Hoffmann, J. (2008). Liner Shipping Connectivity and Port Infrastructure as Determinants of Freight Rates in the Caribbean. *Maritime Economics and Logistics*, 10(1), pp.130–151

Wilmsmeier, G. and Martinez-Zarzoso, I. (2010). Determinants of Maritime Transport Costs – A Panel Data Analysis for Latin American Trade. *Transportation Planning and Technology*, 33(1), pp.105-121

Wilmsmeier, G., Hoffmann, J. and Sánchez, J. (2006). The Impact of Port Characteristics on International Maritime Transport Costs. In: Cullinane, K. and Talley, W. eds. *Research in Transportation Economics*. Volume 16: Port Economics. Elsevier. Amsterdam

Wilmsmeier, G. and Martínez-Zarzoso, I. (2010). Determinants of Maritime Transport Costs – a Panel Data Analysis. *Transportation Planning and Technology*, 33(1), pp.117–136

Yin, R. (1984). *Case Study Research: Design and Methods*. Beverly Hills, California: Sage Publications

Zainal, Z. (2007). Case Study as a Research Method. *Jurnal Kemanusiaan*, 9, pp.1-6, [online], available at: http://psyking.net/htmlobj-3837/case_study_as_a_research_method.pdf

Zenzerovic, Z. and Beslic, S. (2003). Optimization of Cargo Transport with a View to Cost Efficient Operation of Container Ship. 25th *International Conference Information Technology Interfaces (ITI)*, June 16-19, Cavtat, Croatia