



ΣΧΟΛΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΤΜΗΜΑ MBA – PART TIME

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕΣΩ ΑΗΡ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ
ΤΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ**

**DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON AHP FOR THE PROBLEM OF PORT
AND SHIPPING ROUTES SELECTION**

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΙΩΑΝΝΑ ΜΑΡΙΑ ΜΠΡΕΜΠΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΑΜΑΛΙΑ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΠΟΥΔΩΝ : ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΔΕΔΟΥΛΗΣ

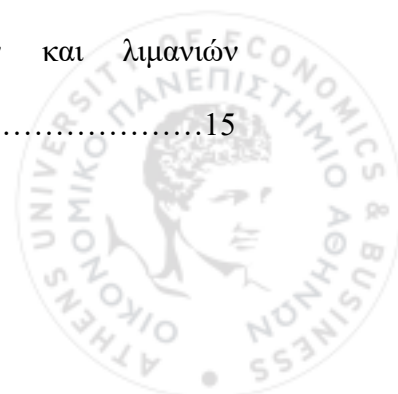
Αθήνα

Ιανουάριος, 2026

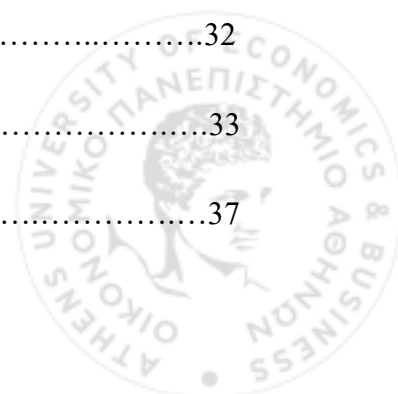


ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

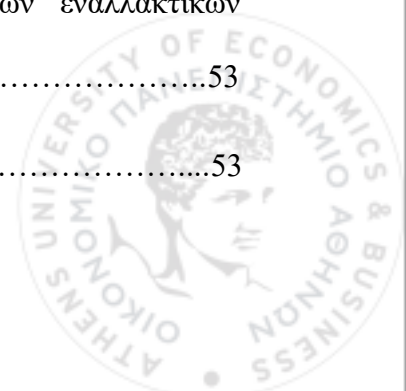
Σύνοψη.....	I
Ευχαριστίες.....	III
1. Κεφάλαιο 1 : Παρουσίαση έρευνας	1
1.1. Επισκόπηση.....	1
1.2. Εισαγωγή.....	2
1.3. Σκοπός έρευνας.....	4
1.4. Στόχοι έρευνας.....	5
2. Κεφάλαιο 2 : Γενικό θεωρητικό πλαίσιο.....	7
2.1. Εισαγωγή στη ναυτιλία και τη σημασία της για τις διεθνείς μεταφορές.....	7
2.1.1. Η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία & οι προκλήσεις της.....	7
2.1.2. Επιπτώσεις στις αλυσίδες εφοδιασμού.....	7
2.2. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και η εφαρμογή της μεθόδου AHP.....	9
2.2.1. Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας.....	9
2.2.2. Ρόλος & οργάνωση της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας.....	11
2.2.3. Διαχείριση αποθεμάτων και απόφαση επιλογής προμηθευτών.....	13
2.2.4. Διαδικασία επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών	15



2.2.5. Κριτήρια επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών	16
2.2.6. Μέθοδοι επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών	18
2.3. Επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις.....	20
2.3.1. Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης.....	20
2.3.2. Βιβλιογραφικές πηγές.....	21
2.3.3. Ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCRES) & εμπόδια στη ναυτιλιακή εφοδιαστική αλυσίδα.....	25
2.4. Κύριες προκλήσεις στην επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών.....	27
2.4.1. Οικονομικές προκλήσεις.....	27
2.4.2. Γεωπολιτικές και πολιτικές προκλήσεις.....	28
2.4.3. Κοινωνικές και ανθρώπινες προκλήσεις.....	28
2.4.4. Τεχνολογικές προκλήσεις και προκλήσεις υποδομών.....	28
2.4.5. Οργανωτικές προκλήσεις.....	29
2.5. Διεθνείς κανονισμοί και πρότυπα ασφαλείας στη ναυτιλία.....	29
3. Κεφάλαιο 3: Ερευνητική μεθοδολογία.....	32
3.1. Καθορισμός του προβλήματος.....	32
3.2. Σκοπός της έρευνας.....	32
3.3. Μεθοδολογία λύσης του προβλήματος.....	33
4. Κεφάλαιο 4 : Το ερευνητικό περιβάλλον.....	37



4.1. Εισαγωγή.....	37
4.2. Διατύπωση Προβλήματος.....	37
4.3. Δομή του προβλήματος.....	40
4.4. Καθορισμός Ιεραρχικής Δομής.....	40
4.5. Ζευγαρωτή σύγκριση (Pairwise Comparison) κριτηρίων – Υπολογισμός βάρους κριτηρίων.....	41
4.6. Ζευγαρωτές συγκρίσεις (Pairwise Comparison) των εναλλακτικών ανά κριτήριο.....	43
4.7. Υπολογισμός σχετικών βάρων κάθε κριτηρίου και των εναλλακτικών λύσεων.....	45
4.8. Έλεγχος συνέπειας αποφάσεων.....	46
4.9. Επιλογή τεσσάρων λιμένων βάσει της στρατηγικής τους θέση ως προς τη Διώρυγα του Σουέζ.....	44
4.10. Καθορισμός του Προβλήματος.....	47
4.11. Δομή του προβλήματος.....	48
4.12. Ζευγαρωτή σύγκριση (Pairwise Comparison) κριτηρίων – Υπολογισμός βάρους κριτηρίων.....	49
4.13. Ζευγαρωτή σύγκριση (Pairwise Comparison) των εναλλακτικών ανά κριτήριο.....	51
4.14. Υπολογισμός σχετικών βάρων κάθε κριτηρίου και των εναλλακτικών λιμένων.....	53
4.15. Έλεγχος συνέπειας αποφάσεων κριτηρίων λιμανιών.....	53



5. Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα, αναλύσεις και ευρήματα.....	55
5.1. Ερμηνεία αποτελεσμάτων για τις ναυτιλιακές διαδρομές.....	55
5.1.1. Διώρυγα Σουέζ.....	55
5.1.2. Στενό Malacca.....	56
5.1.3. Διώρυγα Παναμά.....	56
5.1.4. Βόρειο Θαλάσσιου Πέρασμα.....	57
5.2. Ερμηνεία αποτελεσμάτων για τα λιμάνια.....	57
5.2.1. Λιμάνι Ρότερνταμ.....	58
5.2.2. Λιμάνι Τζέντα.....	59
5.2.3. Λιμάνι Πορτ Σαΐντ.....	59
5.2.4. Λιμάνι Πειραιά.....	60
6. Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα, περιορισμοί, προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	61
6.1. Συμπεράσματα.....	61
6.2. Περιορισμοί έρευνας.....	62
6.3. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	64
Επίλογος.....	66
Παραρτήματα Πινάκων.....	67
Βιβλιογραφία/ αρθρογραφία.....	69

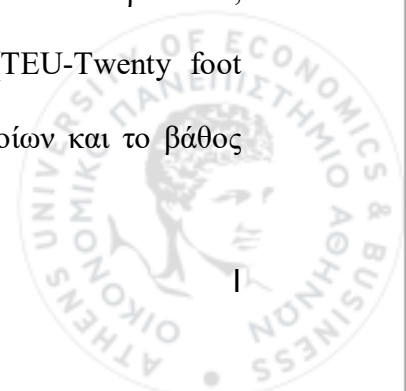


ΣΥΝΟΨΗ

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών του Δ.Π.Μ.Σ. των Τμημάτων Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων: MBA – Part Time (Master in Business Administration) έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τη διαδικασία λήψης στρατηγικών αποφάσεων στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις, εστιάζοντας στην επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής και του καταλληλότερου λιμανιού, στο πλαίσιο της σύγχρονης εφοδιαστικής αλυσίδας .

Για το σκοπό αυτό, εφαρμόζεται η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (AHP - Analytic Hierarchy Process), η οποία επιτρέπει τη πολυκριτηριακή αξιολόγηση εναλλακτικών επιλογών συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια. Αρχικά, αναπτύσσεται ένα ιεραρχικό μοντέλο για την αξιολόγηση τεσσάρων βασικών ναυτιλιακών διαδρομών, αυτών της Διώρυγας του Σουέζ, της Διώρυγας του Παναμά, του Βόρειου Θαλάσσιου Περάσματος και του Στενού Malacca, με βάση κριτήρια όπως το κόστος μεταφοράς, το χρόνο μεταφοράς, την απόσταση και την ασφάλεια διέλευσης. Στη συνέχεια, η ίδια μεθοδολογία εφαρμόζεται για την επιλογή λιμανιού, εξετάζοντας τα λιμάνια του Πειραιά, του Ρότερνταμ, της Τζέντα και του Πορτ Σαϊντ, βάσει παραμέτρων όπως η ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (TEU-Twenty foot equivalent unit), το μέγεθος του λιμανιού, το χρόνο παραμονής των πλοίων και το βάθος λιμανιού.



Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η ΑΗΡ αποτελεί ένα αξιόπιστο πολυκριτηριακό εργαλείο, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη λήψη αποφάσεων των ναυτιλιακών επιχειρήσεων, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της επιλογής διαδρομών και λιμανιών και στην ενίσχυση της αποδοτικότητας και ανθεκτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τέλος, η εργασία διατυπώνει περιορισμούς της έρευνας και προτάσεις για μελλοντικής μελέτη, με στόχο τη περαιτέρω ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων στο τομέα των θαλάσσιων μεταφορών.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου Αμαλία Νικολοπούλου, για την καθοδήγηση και την υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τους διδάσκοντες του τμήματος MBA Διοίκησης Επιχειρήσεων της ΑΣΟΕ για τις γνώσεις και την έμπνευση που μου προσέφεραν για να εξελιχθώ ακαδημαϊκά και προσωπικά.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στους συναδέλφους μου, στους φίλους μου και στις νέες φίλιες που δημιούργησα μέσα στο κύκλο σπουδών, καθώς και στην οικογένεια μου για τη συνεχή υποστήριξη.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1– ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

1.1. Επισκόπηση

Στη σημερινή εποχή, οι επιχειρήσεις προσπαθούν να επιβιώσουν σε ένα παγκόσμιο περιβάλλον με περίπλοκο δίκτυο εφοδιασμού. Επομένως, επιτακτική ανάγκη αποτελεί η εισαγωγή ή εξαγωγή προϊόντων για την παράδοση στην αγορά. Δεδομένου ότι η ναυτιλία προσφέρει τον πιο οικονομικό τρόπο μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων εμπορευμάτων, οι επιχειρήσεις συχνά καλούνται να επιλέξουν τόσο τη ναυτιλιακή διαδρομή παράδοσης όσο και το λιμάνι από το οποίο θα κάνουν τις συναλλαγές τους (Mittal, 2016).

Σε παλαιότερες μελέτες έχει γίνει προσπάθεια διερεύνησης των κριτηρίων επιλογής της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής, ωστόσο υπάρχει μεγάλη πολυπλοκότητα πίσω από τη φύση του διεθνούς εμπορίου και της βιομηχανίας όσον αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα, συνιστώντας ακόμα ζήτημα συνεχιζόμενης έρευνας. Άλλες μελέτες είχαν δείξει ότι η τιμή και τα χαρακτηριστικά του μεταφορέα ήταν τα πιο σημαντικά κριτήρια, ενώ η υποδομή του λιμανιού ή η τοποθεσία του δεν είχαν μεγάλη σημασία. Ωστόσο, αυτές οι απόψεις έχουν αλλάξει τα τελευταία χρόνια (Mittal, 2016).

Επιπλέον, η επιλογή λιμανιού αποτελεί σίγουρα μια πρόκληση. Οι αρμόδιοι των λιμανιών φοβούνται συνεχώς την απώλεια πελατών ή τη μειωμένη ελκυστικότητα του λιμανιού τους, όχι λόγω ελλείψεων στην υποδομή του λιμανιού, αλλά λόγω των συνεχώς μεταβαλλόμενων απαιτήσεων και προτεραιοτήτων των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Αυτό καθιστά ζωτικής σημασίας την προσαρμογή στις ανάγκες των πελατών (Mittal, 2016).

Μέσω της παρούσας μελέτης, σκοπός είναι να γίνει κατανοητός ο κρίσιμος ρόλος που έχει η επιλογή ναυτιλιακής διαδρομής, προκειμένου να διαμορφωθεί μία ολοκληρωμένη απόφαση από τις ναυτιλιακές με σκοπό την ικανοποίηση του τελικού καταναλωτή. Θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (Analytic Hierarchy Process – AHP) στη

διαδικασία επιλογής ναυτιλιακής διαδρομής και θα ακολουθήσει η ίδια διαδικασία για την επιλογή λιμανιού (Sipahi, 2010).

Η AHP, που αναπτύχθηκε από τον Thomas Saaty τη δεκαετία του 1970 (Saaty, 1977), αποτελεί μια από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους για λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια. Αποτελεί ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων στον τομέα των μεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς επιτρέπει την αξιολόγηση και την ιεράρχηση πολλαπλών κριτηρίων για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της στρατηγικής ανάπτυξης των συστημάτων μεταφορών. Επιπλέον, επιτρέπει την αποδόμηση ενός πολύπλοκου προβλήματος λήψης αποφάσεων σε ιεραρχικά επίπεδα, τα οποία περιλαμβάνουν το γενικό στόχο, τα κριτήρια, τα υποκριτήρια και τις εναλλακτικές λύσεις. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να πραγματοποιούν σύγκριση κατά ζεύγη μεταξύ των στοιχείων σε κάθε επίπεδο της ιεραρχίας. Οι συγκρίσεις αυτές βασίζονται τόσο σε ποσοτικά δεδομένα όσο και σε ποιοτικά, επιτρέποντας έτσι στην AHP να συνδυάζει αντικειμενικές και υποκειμενικές πληροφορίες (Sipahi, 2010).

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως τόσο από κυβερνητικούς φορείς όσο και από επιχειρήσεις, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας των συστημάτων μεταφορών. Παράλληλα, η AHP μπορεί να συνδυαστεί με άλλες μεθοδολογίες, όπως το TOPSIS, η SWOT Analysis και η ασαφής λογική (Fuzzy Logic), για να ενισχύσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποφάσεων, καθιστώντας τη μια από τις πλέον καθιερωμένες τεχνικές στο κλάδο (Sipahi, 2010).

1.2. Εισαγωγή

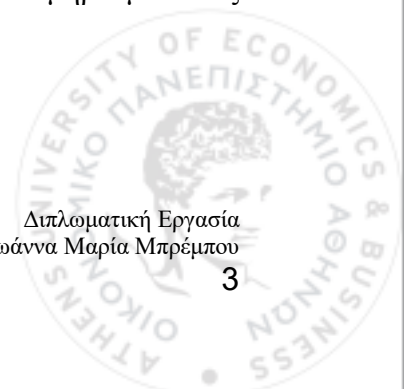
Η λήψη στρατηγικών αποφάσεων στη ναυτιλιακή βιομηχανία γίνεται ολοένα και πιο πολύπλοκη, καθώς οι παγκόσμιες εξελίξεις επιβάλλουν την αναζήτηση πιο αποδοτικών, ασφαλέστερων και περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών. Σημαντικοί εμπορικοί θαλάσσιοι

διάδρομοι, όπως η Διώρυγα του Σουέζ, η Διώρυγα του Παναμά, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα και το Στενό Malacca αντιμετωπίζουν διαφορετικές προκλήσεις, καθιστώντας αναγκαία τη πολυκριτηριακή ανάλυση τους.

Η μέθοδος AHP επιτρέπει τη διαμόρφωση μιας ιεραρχικής δομής και την ανάλυση της επιλογής διαδρομής, λαμβάνοντας υπόψη τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά κριτήρια. Διαμορφώνονται πίνακες σύγκρισης ανά ζεύγη και καθορίζονται προτεραιότητες προσφέροντας αντικειμενικά δεδομένα που συμβάλλουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις.

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στην εφαρμογή της AHP για την επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής, μελετώντας τα κύρια κριτήρια που επηρεάζουν τη ναυτιλιακή στρατηγική και αξιολογώντας τις διαθέσιμες εναλλακτικές με βάση τη σημασία κάθε κριτηρίου. Στη συνέχεια, η μέθοδος AHP δεν περιορίζεται μόνο στην επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής, αλλά επεκτείνεται και στην διαδικασία που αφορά την επιλογή του κατάλληλου λιμανιού, το οποίο συνδέεται άμεσα με την αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων και τη συνδεσιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού. Η AHP εφαρμόζεται στην έρευνα αυτή για την επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών και λιμένων, κατ' αντιστοιχία με το πρόβλημα επιλογής προμηθευτή. Στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, εξετάζονται και αξιολογούνται τα λιμάνια του Πειραιά, Ρότερνταμ, Τζέντα και Πορτ Σαϊντ, βάσει κριτηρίων όπως το TEU (Twenty-foot equivalent unit), το μέγεθος λιμανιού, το χρόνο παραμονής του πλοίου στο λιμάνι και το βάθος του λιμανιού.

Μέσω της συστηματικής εφαρμογής της μεθοδολογίας AHP, η εργασία στοχεύει στην ανάδειξη της πλέον στρατηγικά συμφέρουσας λύσης, υποστηρίζοντας τεκμηριωμένα τις ναυτιλιακές επιλογές τόσο σε επίπεδο διαδρομής όσο και λιμανιού.



1.3. Σκοπός Έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να αναπτύξει ένα αντικειμενικό πλαίσιο λήψης αποφάσεων για την επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής και λιμανιού, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της AHP. Στόχος είναι να αξιολογηθούν οι διαθέσιμες εναλλακτικές διαδρομές βάσει κρίσιμων παραμέτρων, όπως το κόστος μεταφοράς, ο χρόνος μεταφοράς, η απόσταση και η ασφάλεια διέλευσης. Παράλληλα, εξετάζεται και η επιλογή του κατάλληλου λιμανιού, βάσει παραμέτρων όπως η ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (TEU- Twenty foot equivalent unit), το μέγεθος του λιμανιού, ο μέσος χρόνος παραμονής του πλοίου και το βάθος του λιμανιού. Με αυτό το τρόπο, η παρούσα έρευνα επιδιώκει να προσφέρει ένα αξιόπιστο πολυκριτηριακό εργαλείο λήψης στρατηγικών αποφάσεων για τις επιχειρήσεις, διευκολύνοντας την επιλογή τόσο της διαδρομής όσο και του λιμανιού.

Στο πλαίσιο του παραπάνω σκοπού, η παρούσα έρευνα διατυπώνει μια σειρά ερευνητικών ερωτημάτων που αφορούν τη στρατηγική υποστήριξη της λήψης αποφάσεων για τις επιχειρήσεις, μέσω πολυκριτηριακών μεθόδων, για την επιλογή ναυτιλιακής διαδρομής και λιμανιού. Ειδικότερα, εξετάζεται κατά πόσο η μέθοδος Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (AHP) μπορεί να αποτελέσει ένα αξιόπιστο και λειτουργικό πλαίσιο για τη συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών. Παράλληλα, εξετάζεται ποια ναυτιλιακή διαδρομή αναδεικνύεται ως η πλέον αποδοτική βάσει των κριτηρίων κόστους, χρόνου, απόστασης και ασφάλειας διέλευσης, καθώς και πώς οι εναλλακτικές διαδρομές διαφοροποιούνται ως προς τα επιμέρους στρατηγικά τους πλεονεκτήματα. Επιπλέον, διερευνάται ποιο λιμάνι προκύπτει ως η βέλτιστη επιλογή σύμφωνα με τα κριτήρια διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων, μεγέθους, βάθους και χρόνου παραμονής του πλοίου και πώς διαμορφώνεται η ανταγωνιστική του θέση σε σχέση με άλλα στρατηγικά λιμάνια. Η έρευνα εξετάζει επίσης σε ποιο βαθμό η γεωγραφική εγγύτητα ενός λιμανιού προς μια κύρια

ναυτιλιακή διαδρομή αποτελεί επαρκές κριτήριο επιλογής σε σύγκριση με την δυναμική του. Τέλος, διερευνάται ποιος συνδυασμός ναυτιλιακής διαδρομής και λιμανιού μπορεί να θεωρηθεί βέλτιστος για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας.

1.4. Στόχοι Έρευνας

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη κατανόηση και αντιμετώπιση βασικών ζητημάτων που επηρεάζουν τις θαλάσσιες μεταφορές, με στόχο τη δημιουργία ενός εργαλείου ανάλυσης που θα συμβάλλει στην επιλογή των βέλτιστων ναυτιλιακών διαδρομών & λιμανιών. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, παρακάτω παρατίθενται οι στόχοι της έρευνας.

Πρώτον, η έρευνα εξετάζει την τρέχουσα κατάσταση στη ναυτιλία και τις βασικές προκλήσεις που επηρεάζουν τις θαλάσσιες μεταφορές, αποσκοπώντας στη κατανόηση των συνθηκών που επικρατούν στο κλάδο και των παραγόντων που επηρεάζουν τις επιχειρηματικές αποφάσεις, ενώ παράλληλα εξετάζεται και η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας .

Δεύτερον, προσδιορίζονται και ιεραρχούνται τα κριτήρια που επηρεάζουν την κατάλληλη επιλογή ναυτιλιακής διαδρομής. Τέτοια κριτήρια συνιστώνται από το κόστος, το χρόνο, την απόσταση και την ασφάλεια διέλευσης, όπου αξιολογούνται προκειμένου να κατανοηθεί η σημασία τους στην επιλογή της βέλτιστης διαδρομής . Στη συνέχεια πραγματοποιείται μελέτη για την επιλογή του καταλληλότερου λιμανιού, λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια όπως η TEU (Twenty foot equivalent unit), ο χρόνος παραμονής του πλοίου, το μέγεθος και το βάθος του λιμανιού.

Στη συνέχεια, διαμορφώνεται η ιεραρχική δομή της AHP, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των θαλάσσιων διαδρομών και λιμανιών . Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τη συστηματική ανάλυση των κριτηρίων και τη κατηγοριοποίηση των εναλλακτικών διαδρομών,

λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας και τις ανάγκες της ναυτιλιακής βιομηχανίας.

Ακολούθως, δημιουργούνται πίνακες σύγκρισης ανά ζεύγη για τα κριτήρια και τις εναλλακτικές διαδρομές, με σκοπό να υπολογιστούν τα αντίστοιχα βάρη. Αυτή η διαδικασία βοηθά στη ποσοτικοποίηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την απόφαση, διευκολύνοντας τη σύγκριση των διαδρομών και ενσωματώνοντας τις ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας στην αξιολόγηση.

Ο υπολογισμός του Δείκτη Συνέπειας (CR) και ο έλεγχος της αξιοπιστίας των συγκρίσεων αποτελούν κρίσιμα βήματα για την διασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων, μέσω της συνέπειας και της ακρίβειας των ευρημάτων.

Τέλος, τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται για την εξαγωγή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής και λιμανιού, παρέχοντας προτάσεις για τις επιχειρήσεις. Αυτές οι προτάσεις αναμένεται να βοηθήσουν τις εταιρείες στην αποτελεσματική λήψη αποφάσεων για τις θαλάσσιες μεταφορές, λαμβάνοντας υπόψη τόσο οικονομικούς όσο και επιχειρησιακούς παράγοντες στην επιλογή της διαδρομής και λιμανιού, συμβάλλοντας στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΓΕΝΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1. Εισαγωγή στη ναυτιλία και τη σημασία της για τις διεθνείς μεταφορές

2.1.1. Η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία & οι προκλήσεις της

Τα τελευταία χρόνια, η παγκόσμια ναυτιλιακή βιομηχανία έχει έρθει αντιμέτωπη με αρκετές προκλήσεις. Η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης του διεθνούς εμπορίου και αντίστοιχα η μείωση των ναύλων έχουν οδηγήσει σε σημαντική πτώση των εσόδων για τις ναυτιλιακές εταιρείες. Ταυτόχρονα, η υπερπροσφορά πλοίων παραμένει ένας κρίσιμος παράγοντας, καθώς η ναυτιλιακή χωρητικότητα συνεχίζει να αυξάνεται, παρά τη μείωση της ζήτησης. Παράλληλα, ορισμένοι τομείς, όπως τα δεξαμενόπλοια, καταφέρνουν να διατηρούν τη δυναμική τους, καθώς η ζήτηση πετρελαίου είναι υψηλή από αναπτυσσόμενες οικονομίες όπως η Ινδία και η Κίνα (Dasgupta, 2018).

2.1.2. Επιπτώσεις στις αλυσίδες εφοδιασμού

Τα προβλήματα στο ναυτιλιακό δίκτυο έχουν επηρεάσει σημαντικά την παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα, για παράδειγμα προκαλώντας καθυστερήσεις στη παράδοση φορτίων. Αυτές οι καθυστερήσεις οδηγούν σε ελλείψεις πρώτων υλών, επηρεάζοντας ιδιαίτερα τις εταιρείες που εφαρμόζουν πρακτικές Just-In-Time αποθεμάτων. Μελέτη έδειξε ότι οι επιπτώσεις μετά από πέντε ημέρες αποκλεισμού οδηγούν στην ραγδαία αύξηση οικονομικών απωλειών (Qu et al., 2024).

Η διακοπή της ροής των αγαθών προκαλεί μείωση της παραγωγής σε πολλούς τομείς, καθώς οι επιχειρήσεις δεν λαμβάνουν έγκαιρα τις απαραίτητες πρώτες ύλες. Αυτή η κατάσταση δεν επηρεάζει μόνο τις άμεσα εμπλεκόμενες επιχειρήσεις αλλά δημιουργεί μια αλυσιδωτή αντίδραση σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι καθυστερήσεις οδήγησαν σε ακυρώσεις παραγγελιών και αυξημένα κόστη λειτουργίας (Qu et al., 2024).

Παράλληλα, το κόστος μεταφοράς αυξήθηκε σημαντικά, καθώς πολλές εταιρείες αναγκάστηκαν να χρησιμοποιήσουν εναλλακτικές και πιο δαπανηρές διαδρομές. Πλοία που κατευθύνονταν προς την Ευρώπη αναγκάστηκαν να παρακάμψουν την Αφρική μέσω του ακρωτηρίου της Καλής Ελπίδας, επιβαρύνοντας το κόστος καυσίμων και ασφάλισης. Επιπλέον, η επιμήκυνση των ταξιδιών δημιούργησε κυκλοφοριακή συμφόρηση σε άλλα σημεία του παγκόσμιου ναυτιλιακού δικτύου, προκαλώντας δευτερογενείς επιπτώσεις σε άλλα σημεία του παγκόσμιου ναυτιλιακού δικτύου και σε διάφορους κλάδους, όπως η ενέργεια και η βιομηχανία τεχνολογίας (Qu et al., 2024).

Στο παρελθόν, οι περιπτώσεις αποκλεισμού των επιπτώσεων δεν ήταν ίδιες για όλες τις χώρες. Για παράδειγμα, η Ινδία υπέστη το 75% των παγκόσμιων οικονομικών απωλειών σε περίπου 102 δισεκατομμύρια δολάρια. Ο κύριος λόγος είναι η εξάρτηση της από εισαγόμενες πρώτες ύλες, οι οποίες καθυστέρησαν να φτάσουν στα εργοστάσια παραγωγής. Αυτό προκάλεσε σημαντικές διαταραχές στη βιομηχανία της, μειώνοντας τη συνολική οικονομική της δραστηριότητα (Qu et al., 2024).

Αντίθετα, η Κίνα, αν και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το εμπόριο μέσω της Διώρυγας του Σουέζ, υπέστη πολύ μικρότερες απώλειες, που αντιστοιχούν μόλις στο 1,9% των συνολικών. Αυτό συμβαίνει χάρη στην ικανότητα της να προσαρμόζεται γρήγορα σε εναλλακτικές αλυσίδες εφοδιασμού. Οι χώρες της Ευρώπης και οι ΗΠΑ επηρεάστηκαν επίσης, αλλά σε μικρότερο βαθμό, καθώς οι εφοδιαστικές τους αλυσίδες διαθέτουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και εναλλακτικές διαδρομές (Qu et al., 2024).

Σε επίπεδο κλάδων, οι τεχνολογικές εταιρείες υπέστησαν μεγάλες επιπτώσεις, καθώς οι καθυστερήσεις στη μεταφορά επηρέασαν τη παραγωγή. Ο ενεργειακός τομέας και οι χημικές βιομηχανίες αντιμετώπισαν επίσης σημαντικές διαταραχές, με καθυστερήσεις στις παραδόσεις πετρελαϊκών προϊόντων προκαλώντας διακυμάνσεις στις τιμές ενέργειας. Τέλος, ο αγροτικός

τομέας αντιμετώπισε προβλήματα λόγω καθυστερήσεων στη μεταφορά προϊόντων, προκαλώντας απώλειες λόγω αλλοίωσης και αύξησης των τιμών των τροφίμων (Qu et al., 2024).

2.2. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και η εφαρμογή της μεθόδου AHP

Η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία εφαρμόζεται ως εργαλείο πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων για την υποστήριξη της επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών, όπως αντίστοιχα έχουν εφαρμοστεί πολλές μελέτες αντίστοιχες για τη διαμόρφωση βέλτιστων επιλογών προμηθευτών.

2.2.1. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας

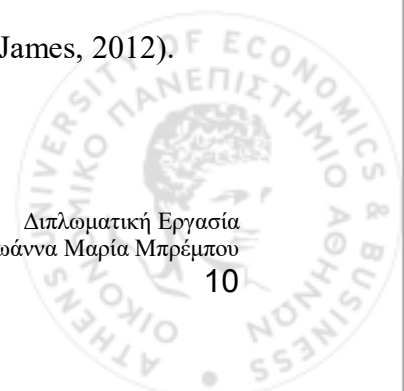
Η απελευθέρωση και η παγκοσμιοποίηση του διεθνούς εμπορίου έχουν ενισχύσει την αλληλεξάρτηση μεταξύ παραγωγών και χονδρεμπόρων στις παγκόσμιες εφοδιαστικές αλυσίδες, καθώς η προμήθεια από διάφορες γεωγραφικές περιοχές έχει καταστεί πιο διαδεδομένη. Η αποδοτικότητα των σύγχρονων εφοδιαστικών αλυσίδων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας στις διεθνείς αγορές . Επιπλέον, η αποτελεσματική διανομή των αγαθών διαδραματίζει πλέον σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη (Janvier-James, 2012).

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, ξεπερνώντας τον αρχικό της ρόλο στη διαχείριση της εφοδιαστικής και των μεταφορών. Σήμερα, η εφοδιαστική αλυσίδα ορίζεται ως το σύστημα ροών υλικών, πληροφοριών και κεφαλαίων που διακινείται μεταξύ των διαφόρων φορέων της, συμπεριλαμβανομένων των προμηθευτών πρώτων υλών, των κατασκευαστών, των διανομέων και των λιανοπωλητών. Ο βασικός της στόχος είναι η μετατροπή των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα και η ικανοποίηση της ζήτησης των καταναλωτών με το βέλτιστο δυνατό τρόπο (Huang et al.,2004).

Η αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη ποιότητα της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των επιχειρήσεων. Η έγκαιρη και οικονομικά αποδοτική παράδοση των προϊόντων στους τελικούς πελάτες αποτελεί βασικό παράγοντα ανταγωνιστικότητας. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, απαιτείται ο κατάλληλος σχεδιασμός και η ορθολογική αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπλέον, η μείωση του κόστους διαχείρισης των ροών υλικών, πληροφοριών και κεφαλαίων είναι ζωτικής σημασίας για τη συνολική κερδοφορία της αλυσίδας (Huang et al., 2004).

Οι προμηθευτές και οι διανομείς αποτελούν τους πιο άμεσους συνεργάτες των κατασκευαστικών επιχειρήσεων εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας, επηρεάζοντας καθοριστικά την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας της. Η επιλογή αξιόπιστων και στρατηγικά κατάλληλων συνεργατών είναι καίριας σημασίας για τη βελτίωση των επιδόσεων της αλυσίδας και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων (Huang et al., 2004).

Η αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας προϋποθέτει την αξιοπιστία, την ταχύτητα, την αποδοτικότητα σε κόστη και την ευελιξία. Η αξιοπιστία και η συνέπεια είναι ζωτικής σημασίας, καθώς επηρεάζουν άμεσα την ικανότητα μια επιχείρησης να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των πελατών, συχνά υπερτερώντας της ταχύτητας. Ωστόσο, σε περιπτώσεις όπου τα προϊόντα είναι ευπαθή, έχουν υψηλή αξία σε σχέση με το βάρος τους ή απαιτούνται άμεσα, η ταχύτητα καθίσταται κρίσιμος παράγοντας. Παράλληλα, η διατήρηση χαμηλού κόστους μέσω αποτελεσματικής διαχείρισης των εξόδων συμβάλλει στη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Τέλος, η ευελιξία αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη προσαρμογή στις διακυμάνσεις της αγοράς και τις μεταβολές στη ζήτηση, διασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Janvier – James, 2012).



Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει προσελκύσει αυξανόμενο ερευνητικό και επιχειρηματικό ενδιαφέρον, κυρίως λόγω της έντασης του παγκόσμιου ανταγωνισμού και της συνεχούς επέκτασης των αγορών. Η αποτελεσματική διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού αποτελεί σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει πολυάριθμους παράγοντες και απαιτεί ολοκληρωμένες στρατηγικές προσέγγισης (Huang et al.,2004). Στο διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο των επιχειρήσεων, κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, συνιστούν η ευελιξία και η αποδοτικότητα (Janvier-James, 2012).

Τέλος, η συνολική κερδοφορία της εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται από τη δίκαιη κατανομή των κερδών μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Συνεπώς, η προσεκτική επιλογή και αξιολόγηση των συνεργατών της αλυσίδας αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για τη διασφάλιση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας (Huang et al.,2004).

2.2.2. Ρόλος και οργάνωση της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας

Από οργανωτική σκοπιά, η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες που εμπλέκονται στη κάλυψη των αναγκών και απαιτήσεων των πελατών. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν τις αγορές, την ανάπτυξη προϊόντων, το μάρκετινγκ, τις λειτουργίες, τα οικονομικά και την εξυπηρέτηση πελατών (Mendoza, 2007).

Σε μια τυπική εφοδιαστική αλυσίδα, πρώτα προμηθεύονται τις πρώτες ύλες ώστε ο κατασκευαστής να μπορέσει να παράγει. Έπειτα, τα τελικά προϊόντα αποστέλλονται για αποθήκευση σε αποθήκες και τελικά στους διανομείς, τους λιανοπωλητές και τους πελάτες (Mendoza, 2007).

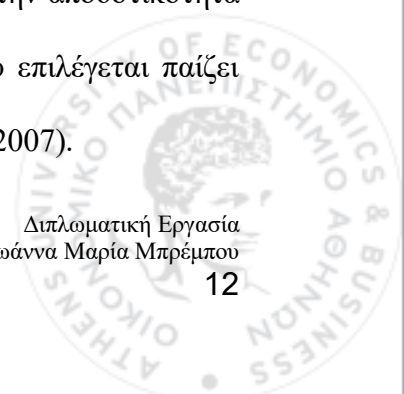
Οι τρεις κύριες ροές που συμβαίνουν σε μια εφοδιαστική αλυσίδα είναι οι φυσικές ροές, οι ροές πληροφοριών και οι ροές χρημάτων. Η φυσική ροή περιλαμβάνει τη μετακίνηση των πρώτων υλών μέσω διαφόρων σταδίων παραγωγής και διανομής, έως το σημείο όπου το τελικό

προϊόν φτάσει στο πελάτη. Για να συντονιστεί αποτελεσματικά αυτή η ροή, η ροή πληροφοριών παίζει καθοριστικό ρόλο. Αυτή περιλαμβάνει τη μετάδοση παραγγελιών και την ενημέρωση για τη κατάσταση της παράδοσης. Για παράδειγμα, η πληροφορία σχετικά με τη ζήτηση των πελατών πρέπει να είναι διαθέσιμη σε κάθε ένα στάδιο της παραγωγής και της διανομής. Επιπλέον, η ροή χρημάτων μετακινείται από το πελάτη προς τα αρχικά στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι πελάτες πληρώνουν τους λιανοπωλητές, οι λιανοπωλητές μεταφέρουν χρήματα στους διανομείς και παρόμοιες συναλλαγές λαμβάνουν χώρα σε όλα τα επίπεδα της αλυσίδας (Mendoza, 2007).

Ο βασικός στόχος κάθε εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η μεγιστοποίηση της κερδοφορίας. Η κερδοφορία μπορεί να οριστεί ως << η διαφορά μεταξύ των εσόδων που παράγονται από το πελάτη και του συνολικού κόστους σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα >>. Συνεπώς, η κερδοφορία μιας εφοδιαστικής αλυσίδας αντιπροσωπεύεται από το συνολικό κέρδος που μοιράζονται όλα τα μέλη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η επιτυχία μιας εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να αξιολογείται συνολικά και όχι ως επιτυχία κάθε ενός μέλους ξεχωριστά (Mendoza, 2007).

Για την αύξηση της κερδοφορίας, τη μείωση στα κόστη και τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών, οι αποτελεσματικές στρατηγικές εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τόσο τα επιμέρους στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας όσο και την μεταξύ τους αλληλεπίδρασή (Mendoza, 2007).

Οι κύριοι οδηγοί της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι τέσσερις, τα αποθέματα, η μεταφορά, οι εγκαταστάσεις και οι πληροφορίες. Τα αυξημένα επίπεδα αποθέματος ενισχύουν την ευελιξία της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά ταυτόχρονα ενδέχεται να επιβαρύνουν την αποδοτικότητα κόστους λόγω των δαπανών διατήρησής τους. Ο τρόπος μεταφοράς που επιλέγεται παίζει σημαντικό ρόλο στη διακίνηση των προϊόντων και στο κόστος (Mendoza, 2007).



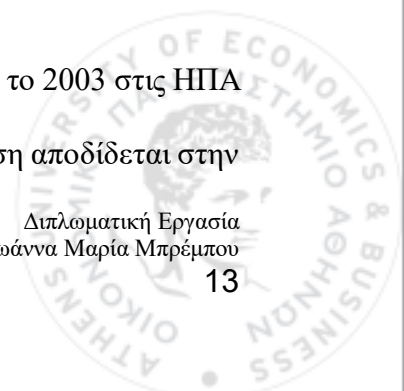
Επιπλέον, η τοποθεσία των εγκαταστάσεων επηρεάζει το τρόπο μεταφοράς, το κόστος και τους χρόνους παράδοσης. Τέλος, η ύπαρξη ενός αξιόπιστου συστήματος πληροφοριών είναι απαραίτητη προκειμένου να βελτιωθεί η διαχείριση και ο συντονισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας, επιτρέποντας τη παρακολούθηση των διαδικασιών και τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών (Mendoza, 2007).

2.2.3. Διαχείριση αποθεμάτων και απόφαση επιλογής προμηθευτών

Οι τακτικές αποφάσεις σχετικά με τα επίπεδα αποθέματος σε μια εφοδιαστική αλυσίδα αποτελούν βασικό στοιχείο της διαχείρισης αποθεμάτων. Η αποτελεσματική διαχείριση απαιτεί τον προσδιορισμό της κατάλληλης ποσότητας παραγγελίας και του ιδανικού χρονικού σημείου για τη τοποθέτηση των παραγγελιών. Η υπερβολική διατήρηση αποθέματος μπορεί να οδηγήσει αυξημένο κόστος κεφαλαίου και αποθήκευσης, ενώ τα πολύ χαμηλά αποθέματα ενδέχεται να προκαλέσουν ελλείψεις, δυσαρέσκεια των καταναλωτών και απώλεια πωλήσεων στο μέλλον (Mendoza, 2007).

Τα μοντέλα κατανομής παραγγελίας επεκτείνονται ώστε να συμπεριλάβουν το κόστος μεταφοράς. Η συνδυασμένη ανάλυση κόστους αποθέματος και μεταφοράς απαιτεί τη διαχείριση ενός κρίσιμου εμπορίου μεταξύ τους. Οι επιχειρήσεις καλούνται να αποφασίσουν αν είναι πιο οικονομικά αποδοτικό να παραγγέλλουν μικρότερες ποσότητες συχνότερα, με υψηλότερο κόστος μεταφοράς ανά μονάδα ή να προτιμούν μεγαλύτερες αποστολές με λιγότερες παραγγελίες, ώστε να μειώνεται το μεταφορικό κόστος ανά μονάδα. Παραδοσιακά, πολλές εταιρείες έχουν αγνοήσει το κόστος μεταφοράς στη διαχείριση των αποθεμάτων τους, με αποτέλεσμα να μην εκμεταλλεύονται τις οικονομίες κλίμακας στις μεταφορές (Mendoza, 2007).

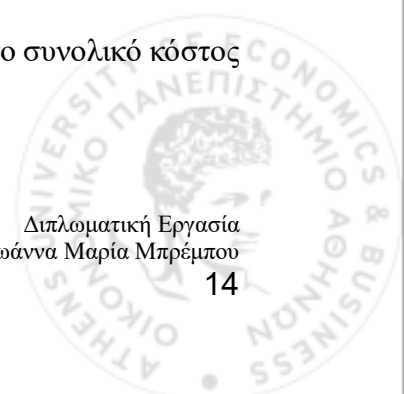
Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 έως το 2003 στις ΗΠΑ παρατηρήθηκε μείωση του συνολικού κόστους εφοδιαστικής. Αυτή η μείωση αποδίδεται στην



εφαρμογή πρωτοβουλιών Just-In-Time (JIT) από πολλές αμερικανικές επιχειρήσεις. Ωστόσο, μετά το 2003, τα συνολικά κόστη εφοδιαστικής άρχισαν να αυξάνονται και πάλι, κυρίως λόγω της αύξησης του κόστους αποθήκευσης και μεταφοράς. Η άνοδος του κόστους αποθήκευσης αποδίδεται στην αυξημένη αποθήκευση προϊόντων, η οποία προκύπτει από μεγαλύτερους και πιο αβέβαιους χρόνους μεταφοράς. Παράλληλα, η στροφή από κεντρικές αποθήκες σε μικρότερα περιφερειακά κέντρα διανομής έχει οδηγήσει σε υψηλότερα επίπεδα αποθέματος. Παρότι αυτή η στρατηγική βελτίωσε τους χρόνους παράδοσης και την αξιοπιστία, αύξησε τον αριθμό των αποθηκών όπου πρέπει να διατηρούνται αποθέματα (Mendoza,2007).

Η αύξηση του κόστους μεταφοράς είναι επίσης αξιοσημείωτη, καθώς οι δαπάνες μεταφοράς αυξήθηκαν από 509 δισεκατομμύρια δολάρια το 2004 σε 583 δισεκατομμύρια δολάρια το 2005. Ένας πρόσθετος παράγοντας που συνέβαλε στην άνοδο αυτή ήταν η αύξηση των τιμών των καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων της βενζίνης και του ντίζελ. Το 2005 στις ΗΠΑ, το συνολικό κόστος εφοδιαστικής ανερχόταν σε 1,183 τρισεκατομμύρια δολάρια, αντιπροσωπεύοντας το 9,5% του ΑΕΠ. Συγκεκριμένα, το κόστος μεταφοράς εκτιμήθηκε σε 744 δισεκατομμύρια δολάρια, το κόστος αποθήκευσης σε 393 δισεκατομμύρια δολάρια και τα διοικητικά έξοδα τη εφοδιαστικής σε 46 δισεκατομμύρια δολάρια. Από το συνολικό κόστος μεταφοράς, τα 584 δισεκατομμύρια δολάρια δαπανήθηκαν για μεταφορές μέσω φορτηγών, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι ο οδικός τρόπος μεταφοράς παραμένει κυρίαρχος στις ΗΠΑ (Mendoza,2007).

Η ενσωμάτωση του κόστους μεταφοράς στις αποφάσεις αποθέματος είναι απαραίτητη για τη λήψη πιο αποδοτικών στρατηγικών αποφάσεων. Η παράβλεψη του κόστους μεταφοράς μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια εκπτώσεων που προσφέρουν οι μεταφορικές εταιρείες για μεγαλύτερες αποστολές και να οδηγήσει σε μη βέλτιστες λύσεις με αυξημένο συνολικό κόστος εφοδιαστικής (Mendoza,2007).



2.2.4. Διαδικασία επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών

Η επιλογή προμηθευτών αποτελεί μία κρίσιμη στρατηγική απόφαση για τις επιχειρήσεις, καθώς επηρεάζει άμεσα τη ποιότητα των προϊόντων, το κόστος, την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη συνολική ανταγωνιστικότητα. Η απόφαση επιλογής δεν βασίζεται σε ένα μόνο κριτήριο, αλλά σε μια σύνθετη αξιολόγηση παραγόντων οι οποίοι διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της επιχειρησιακής στρατηγικής (Verma and pullman,1998).

Βασικά κριτήρια επιλογής προμηθευτών, περιλαμβάνουν τη ποιότητα, το κόστος, τη παράδοση και την ευελιξία. Η ποιότητα θεωρείται παραδοσιακά ως ο σημαντικότερος παράγοντας, ιδιαίτερα σε επιχειρήσεις που εφαρμόζουν συστήματα ολικής ποιότητας (TQM – Total Quality Management) και Just-In-Time (JIT). Ωστόσο, στη πράξη, πολλές επιχειρήσεις θέτουν σε προτεραιότητα το κόστος, επιλέγοντας προμηθευτές με χαμηλότερες τιμές, ακόμα και αν αυτό συνεπάγεται ελαφρώς χαμηλότερη ποιότητα (Verma and pullman,1998).

Η απόδοση παράδοσης περιλαμβάνει δύο βασικές διαστάσεις, τον χρόνο παράδοσης (lead-time), που αφορά τη διάρκεια μεταξύ παραγγελίας και παραλαβής και την ακρίβεια παράδοσης (on-time delivery), δηλαδή την ικανότητα του προμηθευτή να τηρεί τις συμφωνημένες προθεσμίες. Στις σύγχρονες επιχειρησιακές πρακτικές, ειδικά σε περιβάλλοντα JIT, η ακρίβεια παράδοσης είναι ζωτικής σημασίας, καθώς επηρεάζει άμεσα τη ροή της παραγωγής και το κόστος αποθήκευσης. Επιπλέον, η ευελιξία των προμηθευτών, η ικανότητα προσαρμογής τους σε μεταβολές της ζήτησης ή των απαιτήσεων της επιχείρησης, αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία σε αγορές υψηλής αβεβαιότητας (Verma and Pullman,1998).

Η στρατηγική επιλογή προμηθευτών αποτελεί βασικό στοιχείο της Διοίκησης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management). Η αποτελεσματική διαχείριση της μπορεί να οδηγήσει σε μείωση κόστους, βελτίωση ποιότητας, αύξηση της αποδοτικότητας και ενίσχυση

της ανταγωνιστικότητας. Οι σύγχρονες επιχειρήσεις τείνουν να μην επιλέγουν προμηθευτές αποκλειστικά με βάση το κόστος, αλλά να υιοθετούν μια ολιστική προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη την αξιοπιστία, τη ποιότητα και τις δυνατότητες συνεργασίας για τη δημιουργία μακροπρόθεσμων στρατηγικών συνεργασιών (Verma and Pullman,1998).

Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαδικασία επιλογής προμηθευτών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη βιώσιμων και αποδοτικών εφοδιαστικών αλυσίδων. Στο πλαίσιο αυτό, η υιοθέτηση αναλυτικών μεθόδων αξιολόγησης, όπως η Discrete Choice Analysis (DCA), μπορεί να συμβάλει στην αντικειμενική μέτρηση της πραγματικής βαρύτητας κάθε κριτηρίου και στη λήψη βέλτιστων αποφάσεων προμηθευτών (Verma and Pullman,1998).

Οι ποιοτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν εργαλεία που βοηθούν τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων σχετικά με το πρόβλημα, καθώς και τεχνικές καταιγισμού ιδεών για πιθανές λύσεις. Οι ποσοτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τεχνικές απόκτησης δεδομένων, βελτιστοποίησης και ανάλυσης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια (De Boer et al,2001).

Οι μέθοδοι καθορισμού προβλήματος βοηθούν τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να κατανοήσει αν υπάρχει πραγματική ανάγκη για απόφαση και ποιες είναι οι διαθέσιμες εναλλακτικές. Στην επιλογή προμηθευτών, αυτό περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του προβλήματος και την αξιολόγηση αν η επιλογή προμηθευτών είναι η καλύτερη λύση (De Boer et al,2001).

2.2.5. Κριτήρια επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών

Οι μεταβολές στο παγκόσμιο επιχειρηματικό περιβάλλον έχουν ωθήσει την εξέλιξη των κριτηρίων επιλογής προμηθευτών. Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραδοσιακές προσεγγίσεις όπου η τιμή αποτελούσε κύριο κριτήριο επιλογής, πλέον οι επιχειρήσεις δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη ποιότητα, την εξυπηρέτηση και τη μακροχρόνια συνεργασία με τους προμηθευτές. Αυτή η μετάβαση είναι αποτέλεσμα της αυξανόμενης παγκοσμιοποίησης και του ανταγωνισμού,

όπου οι επιχειρήσεις επιδιώκουν στρατηγικές συνεργασίας και επικεντρώνονται στη συνολική αξία και όχι μόνο στο άμεσο κόστος (Wilson, 1994).

Σε έρευνα που διεξήχθη το 1994, η Wilson ανέδειξε ότι τα κριτήρια επιλογής προμηθευτών διαφέρουν ανάλογα με το είδος του προϊόντος. Για τα τυποποιημένα προϊόντα (routine order products), η ποιότητα είναι το πιο σημαντικό κριτήριο (Wilson, 1994). Είναι τα προϊόντα για τα οποία δεν υπάρχουν προβλήματα σχετικά με την εκμάθηση της χρήσης τους και δεν υπάρχουν ερωτήματα για τη λειτουργική τους ικανότητα (Sonmez, 2006). Για προϊόντα με διαδικαστικά προβλήματα (procedural problem products), η εξυπηρέτηση θεωρείται κρίσιμη (Wilson, 1994). Αυτά τα προϊόντα δεν έχουν αμφιβολίες σχετικά με την ικανότητα, αλλά ενδέχεται να υπάρχουν προβλήματα κατά την εκμάθηση της χρήσης τους. Οι βασικοί παράγοντες για την επιλογή τους είναι η υπηρεσία και η παράδοση (Sonmez, 2006). Επιπλέον, για τα προϊόντα με προβλήματα απόδοσης (performance problem products), η ποιότητα και η εξυπηρέτηση συνιστούν τους κυριότερους παράγοντες (Wilson, 1994). Πρόκειται για προϊόντα για τα οποία υπάρχει αμφιβολία σχετικά με το αν θα αποδώσουν ικανοποιητικά στην εφαρμογή για την οποία προορίζονται, ιδίως όσον αφορά το τεχνικό αποτέλεσμα της χρήσης τους. Οι βασικοί παράγοντες για την επιλογή τους είναι η παράδοση και η υπηρεσία (Sonmez, 2006). Για τα προϊόντα με υψηλό κόστος (political problem products), η σημασία της τιμής έχει μειωθεί, ενώ η ποιότητα παραμένει θεμελιώδης (Wilson, 1994). Αυτά τα προϊόντα απαιτούν μεγάλες επενδύσεις κεφαλαίου και συνήθως εμπλέκονται πολλοί λήπτες αποφάσεων στην αγορά τους. Οι βασικοί παράγοντες για την επιλογή τους είναι η τιμή, η φήμη και τα δεδομένα αξιοπιστίας του προϊόντος (Sonmez, 2006).

Νεότερα δεδομένα, έχουν αναδείξει ότι οι σύγχρονοι αγοραστές δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη ποιότητα και την εξυπηρέτηση σε σχέση με το παρελθόν, ενώ η τιμή έχει χάσει τη σημασία της ως κύριο κριτήριο επιλογής. Ο χρόνος παράδοσης θεωρείται λιγότερο σημαντικό, καθώς

αποτελεί πλέον μέρος τη συνολικής εξυπηρέτησης και οι εταιρείες συνεργάζονται στενότερα με τους προμηθευτές με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας και απόδοσης των προϊόντων (Wilson, 1994).

Αυτή η μετατόπιση στη λήψη αποφάσεων υπογραμμίζει τη σημασία της μετάβασης από μια ανταγωνιστική προσέγγιση (win-lose) σε μια συνεργατική προσέγγιση (win-win) στις σχέσεις αγοραστή – προμηθευτή. Οι επιχειρήσεις που εστιάζουν αποκλειστικά στη μείωση κόστους, συχνά παραβλέπουν τη συνολική αξία που ενδέχεται να προκύψει από τη συνεργασία με έναν αξιόπιστο και καινοτόμο προμηθευτή. Οι οργανισμοί που επιδιώκουν βιώσιμη ανάπτυξη και ανταγωνιστικό πλεονέκτημα πρέπει να ενσωματώσουν τη διαχείριση προμηθευτών στις συνολικές στρατηγικές τους. Οι προμηθευτές πέραν της οικονομικής απόφασης συνιστούν και μια στρατηγική επιλογή, η οποία επηρεάζει τη ποιότητα των προϊόντων, τη λειτουργική απόδοση, τη καινοτομία και τη συνολική θέση της εταιρείας στην αγορά (Wilson, 1994).

2.2.6. Μέθοδοι επιλογής ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι λήψης αποφάσεων από πιο παραδοσιακές μεθόδους μέχρι πιο σύγχρονες μέθοδοι, προκειμένου να επιλεγεί ο κατάλληλος προμηθευτής. Ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε επιχείρησης, επιλέγεται ο κατάλληλος συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων (Thiruchelvam and Tookey, 2011).

Οι πρώτες αφορούν τις πιο απλές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για απλές αποφάσεις, όπως είναι τη σταθμισμένη μέθοδος αξιολόγησης (Weighted Point Method) και η μέθοδος ανάλυσης κόστους (Cost – Ratio method) (Thiruchelvam and Tookey, 2011).

Έπειτα υπάρχουν οι πολυκριτηριακές μέθοδοι (Multi-Criteria Decision Making) που συμβάλλουν στη λήψη ισορροπημένων αποφάσεων, όπως η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (AHP – Analytic Hierarchy Process), η ανάλυση δεδομένων (DEA – Data Envelopment Analysis) και η μέθοδος συνολικού κόστους ιδιοκτησίας (TCO- Total Cost Of Ownership)

(Thiruchelvam and Tookey, 2011). Η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (AHP) επιτρέπει την ιεραρχική διάρθρωση προβλημάτων με πολλές παραμέτρους, χρησιμοποιώντας ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια (Pal et al, 2013). Το AHP διασπά το πρόβλημα σε ιεραρχικά επίπεδα, προσδιορίζοντας τις σχέσεις αγοραστή – προμηθευτή (B-S relationships) και τα κριτήρια αξιολόγησης, ωστόσο μπορεί να είναι μία χρονοβόρα και περίπλοκη διαδικασία για ορισμένους χρήστες (Chan, 2003). Η ανάλυση δεδομένων (DEA) αποτελεί ένα σύστημα ταξινόμησης που χωρίζει τους προμηθευτές σε <<αποτελεσματικούς>> και <<αναποτελεσματικούς>>. Οι προμηθευτές κρίνονται βάσει δύο κριτηρίων, τα κριτήρια εξόδου και τα εισόδου. Για παράδειγμα, αν ένας προμηθευτής παράγει αποτελέσματα που δεν παράγονται από άλλους με δεδομένα εισόδου, θεωρείται ότι έχει απόλυτη αποτελεσματικότητα. Τα μοντέλα συνολικού κόστους ιδιοκτησίας (TCO), υπολογίζουν το πραγματικό συνολικό κόστος ενός προϊόντος, υπηρεσίες ή επένδυσης καθ'όλη τη διάρκεια ζωής του, όπως πέρα της απόκτησης και χρήσης αλλά και τη συντήρησης και απόσυρσης του προϊόντος (Thiruchelvam and Tookey, 2011).

Οι πρόσφατες εξελίξεις στην ανάπτυξη αλγόριθμων μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης έχουν οδηγήσει σε νέες μεθόδους επιλογής προμηθευτών, προσφέροντας δυνατότητες ανάλυσης βάσει αυτοματοποιημένων διαδικασιών και προβλέψεων (Thiruchelvam and Tookey, 2011). Κυρίως βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα και στην εμπειρία του αγοραστή, για να επιλύσουν περίπλοκα και αβέβαια προβλήματα επιλογής προμηθευτών (Pal et al, 2013). Αυτές συνιστώνται από τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ANN – Artificial Neural Networks), τη βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων (PSO- Particle Swarm Optimization), τη βελτιστοποίηση μέσω αποικιών μυρμηγκιών (ACO – Ant Colony Optimization) (Thiruchelvam and Tookey, 2011) και τα συστήματα βασισμένων σε περιπτώσεις (CBR -Case-Based Reasoning). Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μειώνουν το κόστος

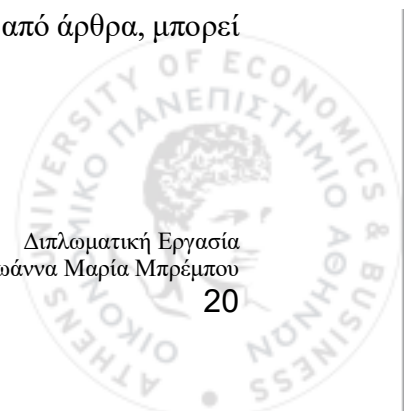
και τον χρόνο, ωστόσο υπάρχει η απαίτηση για εξειδικευμένο λογισμικό και προσωπικό (Pal et al, 2013).

2.3. Επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών

2.3.1 Μεθοδολογία βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Στη παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν κάποιες λέξεις – κλειδιά που αποτυπώνουν τα βασικά θεματικά πεδία και έννοιες που εξετάζονται. Με αυτό το τρόπο διευκολύνεται η αναζήτηση για την εργασία σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων και βιβλιογραφικές αναφορές.

Αρχικά, παρατίθεται η αναζήτηση της εφαρμογής της μεθοδολογίας AHP για τις ναυτιλιακές διαδρομές, στην βάση δεδομένων επιστημονικής βιβλιογραφίας Scopus. Για το διάστημα 2010-2025, η αναζήτηση σε αγγλικούς όρους πραγματοποιήθηκε με τις λέξεις - κλειδιά <<AHP Maritime Routes>> με 26.900 λήμματα, <<AHP Shipping Route Selection>> με 17.300 λήμματα, <<AHP Suez Canal Shipping Route>> με 938 λήμματα, <<AHP Malacca Strait Maritime Route>> με 623 λήμματα, <<AHP Panama Canal Shipping Route>> με 18.100 λήμματα και <<AHP Northern Sea Route>> με 13.700 λήμματα. Τα άρθρα από αυτές τις λέξεις – κλειδιά προέρχονται κυρίως από ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες αναζητήσεων όπως Academia.Edu, Springer, Elsevier και Research Gate στο Google Scholar. Για το αντίστοιχο διάστημα, σε ελληνικούς όρους έγινε αναζήτηση σε <<AHP Θαλάσσιες Διαδρομές>> με 51 λήμματα, <<AHP Διώρυγα Σουέζ>> με 141 αποτελέσματα, <<AHP Στενό Malacca>> με 47 λήμματα, <<AHP Διώρυγα Παναμά>> με 75 λήμματα, <<AHP Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα>> με 243 λήμματα και <<Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία Ναυτιλιακών Διαδρομών>> με 26 λήμματα. Οι κύριες πηγές για αυτές τις αναζητήσεις προέρχονται από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, το Πανεπιστήμιο Πειραιά και πέρα από άρθρα, μπορεί να αφορούν και διπλωματικές εργασίες ή διατριβές.



Έπειτα, παρατίθεται η αναζήτηση της εφαρμογής της μεθοδολογίας AHP για τα λιμάνια. Για το διάστημα 2010-2025, η αναζήτηση σε αγγλικούς όρους πραγματοποιήθηκε με τις λέξεις-κλειδιά <<AHP Port of Rotterdam>> με 2.590 λήμματα, <<AHP Port of Piraeus>> με 3.400 λήμματα, <<AHP Port Said selection>> με 9.920, <<AHP Jeddah Port>> με 519 λήμματα, καθώς και τον όρο <<AHP Port Competitiveness>> με 17.300 λήμματα. Τα αποτελέσματα αυτών των αναζητήσεων αφορούν κυρίως επιστημονικά άρθρα δημοσιευμένα σε διεθνή περιοδικά, πρακτικά συνεδρίων, καθώς και μεταπτυχιακές και διδακτορικές διατριβές προσβάσιμα κυρίως μέσω Google Scholar. Για το αντίστοιχο διάστημα, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση με τις λέξεις – κλειδιά <<Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία Λιμάνι Ρότερνταμ>> με 15 λήμματα, <<Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία Λιμάνι Πειραιά >> με 70 αποτελέσματα, <<Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία Λιμάνι Πορτ Σαϊντ>> με 12 αποτελέσματα, <<Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία Λιμάνι Τζέντα>> με 2 λήμματα και <<Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία Επιλογής Λιμανιού>> με 33 λήμματα, <<Πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων λιμανιών>> με 35 λήμματα και <<Ανταγωνιστικότητα Λιμανιών AHP >> με 17 λήμματα. Οι κύριες πηγές των τελευταίων αποτελεσμάτων αποτελούν άρθρα, μεταπτυχιακές και διπλωματικές διατριβές που προέρχονται από ακαδημαϊκά ιδρύματα, όπως το Πανεπιστήμιο Πειραιά, το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

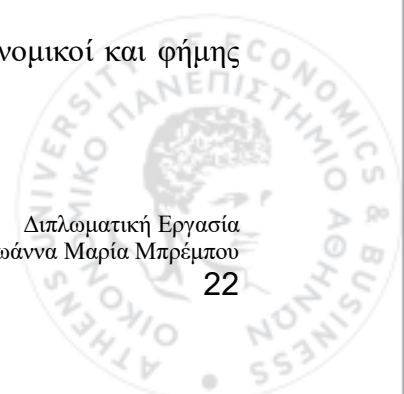
2.3.2 Βιβλιογραφικές πηγές

Στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις για την επίλυση των προβλημάτων που προκύπτουν στην επιλογή προμηθευτών, χρησιμοποιούνται συνδυασμένες μέθοδοι επεξεργασίας πληροφοριών. Σε ερευνητικά άρθρα προτείνεται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, συνδυάζοντας τη πολυκριτηριακή ανάλυση, τη μέθοδο της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (AHP), την ανάλυση συσταδιοποίησης k-means και την αναζήτηση Taboo με σκοπό τη διαλογή και ομαδοποίηση υποψήφιων προμηθευτών. Η πολυκριτηριακή ανάλυση συνδυάζει τόσο τα

ποιοτικά όσο και τα ποσοτικά κριτήρια στην επιλογή προμηθευτών. Η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία εφαρμόζεται για τη κατάταξη των προμηθευτών βάσει βαρύνουσας σημασίας κριτηρίων. Η ανάλυση K-means ομαδοποιεί τους προμηθευτές σε κατηγορίες βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών. Η αναζήτηση Taboo, χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της επιλογής των προμηθευτών, αποφεύγοντας επαναλαμβανόμενα μη αποδοτικά αποτελέσματα (Spina et al., 2013).

Η μεθοδολογία AHP σε αυτή την έρευνα, λειτουργεί ως δομημένο πλαίσιο λήψης αποφάσεων για την αξιολόγηση και επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών, με τον ίδιο τρόπο που έχουν γίνει αντίστοιχες έρευνες για την επιλογή προμηθευτών, αξιοποιώντας πολλαπλά κριτήρια.

Όσον αφορά τη μέθοδο της AHP, πολλές μελέτες την έχουν αξιοποιήσει για τη σύγκριση και αξιολόγηση λιμένων και ναυτιλιακών διαδρομών. Η πιο σχετική είναι η έρευνα με τη μέθοδο της AHP που έχει πραγματοποιηθεί σε 8 λιμάνια σε 5 ηπείρους (Busan, Incheon, LA/LB, NY/NJ, Melbourne, Chennai, Mayaguaz, Le Havre), προκειμένου να εντοπιστούν παράγοντες ανταγωνιστικότητας και να γίνει μια ιεράρχηση της βαρύτητας τους. Οι παράμετροι αυτοί διαχωρίστηκαν σε δύο άξονες, όπου ο πρώτος αφορά την ανταγωνιστικότητα όγκου από την πλευρά του πελάτη συμπεριλαμβάνοντας τη τοποθεσία λιμανιού, το επίπεδο υπηρεσιών και το κόστος του λιμανιού. Ο άλλος άξονας αφορά την ανταγωνιστικότητα επενδύσεων από τη πλευρά πολιτικής όπως η θεσμική δομή, οι χρηματοοικονομικοί πόροι και η φήμη του λιμανιού. Η έρευνα απέδειξε ότι όλοι οι παράγοντες είναι σχετικά ισοδύναμοι σε βαρύτητα, δείχνοντας ότι η ισορροπημένη στρατηγική είναι η πιο αποτελεσματική. Επομένως, παρά την έμφαση που δίνεται στον όγκο διακίνησης TEU (Twenty foot equivalent unit), στη κίνηση των πλοίων, θα πρέπει στο μέλλον να ενσωματωθούν θεσμικοί, χρηματοοικονομικοί και φήμη παράγοντες για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας (Lee et al., 2014).



Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης και με βάση τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής αναζήτησης για τον όρο <<AHP and port and route>> που πραγματοποιήθηκε μέσω του Google Scholar για το χρονικό διάστημα 2010-2025, επιλέχθηκε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα δέκα επιστημονικών ερευνών από τα 644 λήμματα, από τις οποίες οι 5 εστιάζουν στην εφαρμογή της AHP στην επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών και οι υπόλοιπες 5 αντίστοιχα για τα λιμάνια. Οι συγκεκριμένες μελέτες κρίθηκαν ως ιδιαίτερα συναφείς, καθώς εξετάζουν την πολυκριτηριακή φύση της λήψης αποφάσεων στη ναυτιλία. Η ανάλυση αυτών των μελετών παρέχει το απαραίτητο υπόβαθρο για την ανάπτυξη του προτεινόμενου μοντέλου της παρούσας εργασίας και τεκμηριώνει τη σημασία της AHP ως αξιόπιστου εργαλείου στη στρατηγική λήψη αποφάσεων.

Η μελέτη του Κοζακ και Yercan (2021) συγκρίνει την αποτελεσματικότητα του κόστους και την κερδοφορία διαφόρων ναυτιλιακών διαδρομών, συμπεριλαμβανομένων των αρκτικών διαδρομών, της Διώρυγας του Σουέζ και της Διώρυγας του Παναμά, χρησιμοποιώντας Fuzzy AHP για την εκτίμηση και ιεράρχηση των διαδρομών βάσει κόστους, εσόδων και καθαρής κερδοφορίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν πώς οι αρκτικές διαδρομές έχουν την δυνατότητα να καταστούν ανταγωνιστικές σε μελλοντικό σενάριο, λαμβάνοντας υπόψη αλλαγές στις συνθήκες πλοήγησης και κόστους λειτουργίας (Κοζακ and Yercan,2021).

Η μελέτη των Shyu και Ding (2016) εφαρμόζει Fuzzy AHP για να αναλύσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατασκευή και υιοθέτηση αρκτικών ναυτιλιακών διαδρομών, προβάλλοντας παράγοντες όπως ασφάλεια και κίνδυνος, διακυβέρνηση, πληροφορίες πλοήγησης και κόστος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ασφάλεια και η αξιοπιστία έχουν υψηλότερη βαρύτητα στη δομή των κριτηρίων, γεγονός που επηρεάζει αποφασιστικά τη βιωσιμότητα αυτών των διαδρομών (Shyu and Ding,2016).



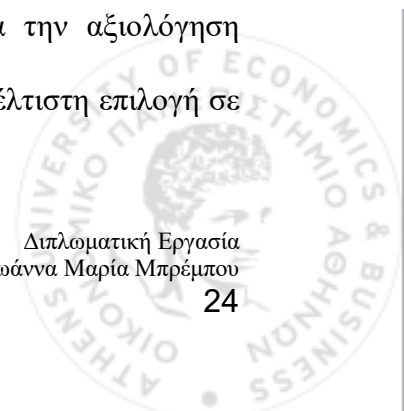
Μια άλλη μελέτη του Ding (2014) και άλλων ερευνητών, εφαρμόζει Fuzzy AHP για να αξιολογήσει βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία νέων ναυτιλιακών δρομολογίων σε φορείς με ανταγωνιστικές συνθήκες, με έμφαση στην αξιολόγηση κάθε παράγοντα βάσει εμπειρικών δεδομένων και γνώμης ειδικών. Η διαμόρφωση ιεραρχίας κριτηρίων και η αξιολόγηση των παραγόντων παρέχει μια δομημένη προσέγγιση για τη λήψη αποφάσεων στη σχεδίαση δρομολογίων (Ding et al, 2014).

Η έρευνα του Sahin (2019) πραγματοποιεί την εφαρμογή Fuzzy AHP με Dijkstra για να αντιμετωπιστεί το πολυκριτηριακό πρόβλημα εφαρμογής προτεραιότητας στα ναυτιλιακά δρομολόγια, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως ο χρόνος, το κόστος και η ασφάλεια (Sahin, 2019).

Μια ακόμη μελέτη όσον αφορά τις ναυτιλιακές διαδρομές είναι αυτή του Wang (2014) και άλλων ερευνητών, όπου εστιάζει στην ασφάλεια των θαλάσσιων διαδρομών, εφαρμόζοντας fuzzy AHP για την αξιολόγηση διαφορετικών διαδρομών στη νότια Κινεζική θάλασσα από άποψη κινδύνου, παρέχοντας μια πολυκριτηριακή αξιολόγηση κατά μήκος πολλαπλών θαλάσσιων διαδρομών με βάση την επικινδυνότητα (Wang et al., 2014).

Η μελέτη των Γεωργούλας, Κολιούσης και Παπαδημητρίου (2023) παρουσιάζει ένα ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένο στην AHP για την επιλογή λιμανιού, το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου ENIRISST . Η έρευνα αποδεικνύει ότι η AHP μπορεί να λειτουργήσει όχι μόνο ερευνητικά, αλλά και πρακτικά για χρήστες στη ναυτιλία και διοίκηση λιμανιών (Georgoulas et al.,2023).

Η έρευνα των Kurt, Boulougouris και Turan (2015) εφαρμόζει AHP σε επιλογή hub-port στη Μεσόγειο, προσδιορίζοντας 5 κύρια κριτήρια και 16 υποκριτήρια για την αξιολόγηση υποψηφίων λιμανιών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο Πειραιάς είναι η βέλτιστη επιλογή σε σχέση με άλλα λιμάνια στη περιοχή (Kurt et al.,2015).



Στην έρευνα του Chou (2010), αναπτύσσεται ένα AHP μοντέλο για την επιλογή container port σε μια περιοχή με πολλαπλά λιμάνια, υπολογίζοντας προτεραιότητες για παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση των μεταφορέων να εκλέξουν λιμάνι. Το μοντέλο επιδεικνύει πώς ποσοτικοποιούνται οι συμπεριφορές επιλογής λιμανιού για διαφορετικούς τύπους μεταφορέων (Chou, 2010).

Σε μια άλλη έρευνα αυτή του Adarrab και Mamad (2024) πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα κριτήρια που επηρεάζουν την επιλογή λιμανιού, οργανώνοντας τους παράγοντες σε ενότητες που χρησιμοποιούνται ευρέως σε AHP και άλλα MCDM μοντέλα για port choice. Η μελέτη παρέχει ένα δομημένο πίνακα παραγόντων και επομένως χρησιμεύει ως θεωρητικό υπόβαθρο για την επιλογή λιμανιών σε έρευνες AHP (Adarrab and Mamad, 2024).

Η μελέτη του Ibazebo (2025) επικεντρώνεται στη μέθοδο fuzzy MCDM, η οποία επεκτείνεται στην εφαρμογή της AHP για την αξιολόγηση λιμανιών στη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, τονίζοντας παράγοντες όπως η θέση και η απόδοση του λιμανιού στη διαδικασία επιλογής (Ibazebo et al., 2025).

2.3.3 Ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCRES) & εμπόδια στη ναυτιλιακή εφοδιαστική αλυσίδα

Η ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCRES – Supply Chain Resilience) αναφέρεται στην ικανότητα ενός εφοδιαστικού δικτύου να ανακάμπτει και να συνεχίζει να λειτουργεί μετά από διαταραχές ή απρόβλεπτα γεγονότα. Η εξασφάλιση αυτής της ανθεκτικότητας απαιτεί τη συνεργασία όλων των συμμετεχόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα, από τους προμηθευτές έως τους διανομείς και τους πελάτες (Liu et al., 2023).

Για την έννοια της SCRES και τη σημασία της στη λειτουργία των εφοδιαστικών δικτύων έχουν γίνει μελέτες. Κάποιες έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας ενσωματώνει την ικανότητα να ανταποκρίνεται σε απρόβλεπτα

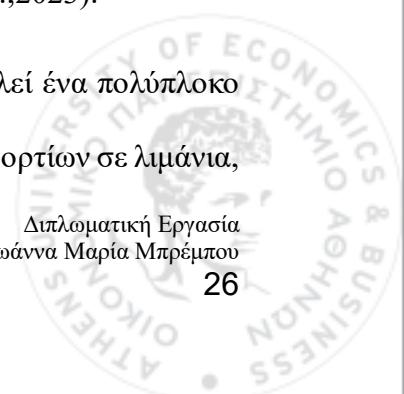
γεγονότα και να ανακάμπτει από αυτά, διατηρώντας παράλληλα τη συνοχή και τη λειτουργικότητα του δικτύου . Άλλες έρευνες προτείνουν ότι μια ανθεκτική εφοδιαστική αλυσίδα πρέπει να είναι σε θέση να προβλέπει και να προλαμβάνει διαταραχές, καθώς και να αποτρέπει την εξάπλωση τους, ενώ παράλληλα να ανακάμπτει γρήγορα και αποτελεσματικά μέσω κατάλληλων στρατηγικών (Liu et al.,2023).

Σε πολλές μελέτες επίσης, έχουν αναλυθεί τα θεωρητικά θεμέλια για τους παράγοντες που συμβάλλουν στην ενίσχυση της SCRES, όπως αυτά των θεωριών που βασίζονται στους πόρους (RBV-Resource Based View) και στις δυναμικές ικανότητες . Από την οπτική της RBV, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να αναπτύξουν και να αξιοποιήσουν πολύτιμους, σπάνιους και μη υποκατάστατους πόρους προκειμένου να επιτύχουν ανθεκτικότητα στην εφοδιαστική τους αλυσίδα. Εν τω μεταξύ, οι δυναμικές ικανότητες, όπως η ευελιξία, η καινοτομία και η ορατότητα, έχουν αναδειχθεί ως κρίσιμες για την ανάπτυξη και ενίσχυση της ανθεκτικότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα (Liu et al.,2023).

Παρά τις εκτενείς έρευνες για την SCRES, παρατηρείται μια έλλειψη ενός ολοκληρωμένου στρατηγικού πλαισίου που να ενσωματώνει την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας στις επιχειρηματικές διαδικασίες των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Επιπλέον, οι απόψεις σχετικά με τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα της ναυτιλιακής εφοδιαστικής αλυσίδας διαφέρουν, γεγονός που καθιστά την ανάγκη για μια πιο συγκροτημένη προσέγγιση πιο επιτακτική (Liu et al.,2023).

Η SCRES αναφέρεται στην ικανότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας να προβλέπει, να ανταποκρίνεται και να προσαρμόζεται σε διαταραχές, εξασφαλίζοντας τη συνέχιση της λειτουργίας της με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια απόδοσης (Liu et al.,2023).

Η ναυτιλιακή εφοδιαστική αλυσίδα (MSC-Maritime Supply Chain) αποτελεί ένα πολύπλοκο σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει διάφορες λειτουργίες, όπως η διαχείριση φορτίων σε λιμάνια,

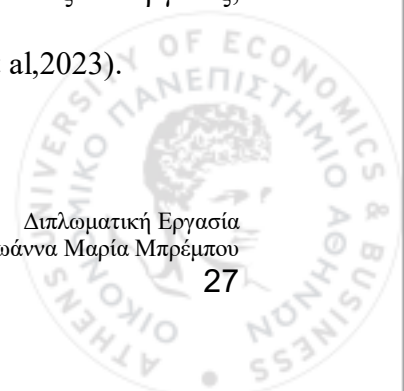


οι μεταφορές εντός της χώρας και ο συντονισμός μεταξύ πολλαπλών φορέων. Η οικοδόμηση μιας ανθεκτικής MSC είναι ιδιαίτερα δύσκολη, ειδικά σε ένα περιβάλλον διαρκών διαταραχών, όπως αυτές που προκλήθηκαν από την πανδημία COVID-19 και τις γεωπολιτικές συγκρούσεις. Τα βασικά εμπόδια για την ανθεκτικότητα της MSC περιλαμβάνουν οικονομικά προβλήματα, όπως οι αυξήσεις στα μεταφορικά κόστη, οι εμπορικοί περιορισμοί και η έλλειψη κεφαλαίων, που καθιστούν δύσκολη τη προσαρμογή στις νέες συνθήκες. Επιπλέον, η έλλειψη κατάλληλων λιμενικών υποδομών και αυτοματισμών περιορίζει την αποδοτικότητα των ναυτιλιακών δικτύων. Τεχνολογικά, η χαμηλή ψηφιοποίηση και η αργή υιοθέτηση νέων τεχνολογιών μειώνουν την ικανότητα πρόβλεψης και αντίδρασης στις διαταραχές. Στο διοικητικό και πολιτικό επίπεδο, η έλλειψη κυβερνητικής υποστήριξης, οι ασταθείς κανονισμοί και η γραφειοκρατία εμποδίζουν την αποτελεσματική διαχείριση της MSC, ενώ οργανωτικά, οι δυσλειτουργίες στον συντονισμό μεταξύ ναυτιλιακών εταιρειών και συνεργατών τους περιορίζουν την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Liu et al.,2023).

2.4. Κύριες προκλήσεις στην επιλογή ναυτιλιακών διαδρομών

2.4.1. Οικονομικές Προκλήσεις

Η ναυτιλιακή εφοδιαστική αλυσίδα αντιμετωπίζει αυξανόμενες οικονομικές πιέσεις, κυρίως λόγω της σημαντικής αύξησης του κόστους μεταφοράς. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει τους ναύλους, τις τιμές καυσίμων, τους λιμενικούς δασμούς και τις χρεώσεις μεταφορών εντός της χώρας. Η πανδημία του COVID-19 έχει προκαλέσει επίσης αβεβαιότητα στη προσφορά και τη ζήτηση, με αποτέλεσμα την αστάθεια στις παραγγελίες, καθυστερήσεις, ακυρώσεις και συσσωρεύσεις φορτίων. Παράλληλα, η ανάγκη για επανασχεδιασμό των εφοδιαστικών δικτύων, ώστε αυτά να βασίζονται περισσότερο σε τοπικούς ή περιφερειακούς συνεργάτες, δημιουργεί νέες οικονομικές απαιτήσεις και ανάγκες για επενδύσεις (Liu et al,2023).



2.4.2. Γεωπολιτικές και πολιτικές προκλήσεις

Η γεωπολιτική αβεβαιότητα επιδεινώνει περαιτέρω τη λειτουργία της ναυτιλιακής εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ενίσχυση της προστασίας από ανεπτυγμένες χώρες, η άνοδος του οικονομικού εθνικισμού και η μονομερής χάραξη εμπορικής πολιτικής διαταράσσουν τη διεθνή συνεργασία. Ταυτόχρονα, οι γεωπολιτικές εντάσεις σε περιοχές στρατηγικής σημασίας για το παγκόσμιο εμπόριο όπως λιμένες και οδικοί κόμβοι, θέτουν σε κίνδυνο τη ροή των εμπορευμάτων. Επιπλέον, η απουσία κρατικής υποστήριξης, οι γραφειοκρατικές δυσλειτουργίες, η έλλειψη εποπτείας και η διαφθορά αποτελούν βασικούς ανασταλτικούς παράγοντες για τη διαχείριση κρίσεων και τη διασφάλιση της επιχειρησιακής συνέχειας (Liu et al,2023).

2.4.3. Κοινωνικές και ανθρώπινες προκλήσεις

Η έλλειψη εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για την ομαλή λειτουργία της ναυτιλιακής εφοδιαστικής αλυσίδας. Η πανδημία επιδείνωσε τη κατάσταση, καθώς πολλοί εργαζόμενοι δεν μπορούσαν να μετακινηθούν λόγω περιορισμών, ενώ παράλληλα μειώθηκε η προσφορά σε ναυτικούς, τεχνικούς, χειριστές λιμενικού εξοπλισμού και στελέχη εφοδιαστικής αλυσίδας. Παράλληλα, οι διαφορετικές υγειονομικές πολιτικές ανά χώρα δημιούργησαν δυσκολίες στο συντονισμό μεταφορών και φορτώσεων και εκφορτώσεων, προκαλώντας καθυστερήσεις, αβεβαιότητα και επιπλέον κόστη στους εμπλεκόμενους φορείς (Liu et al,2023).

2.4.4. Τεχνολογικές προκλήσεις και προκλήσεις υποδομών

Πολλές λιμενικές εγκαταστάσεις και υποδομές δεν είναι κατάλληλα εξοπλισμένες για να υποστηρίξουν σύγχρονες και αποδοτικές διαδικασίες διαχείρισης φορτίων. Υπάρχει σημαντικό έλλειμμα σε εξοπλισμό, αποθηκευτικούς χώρους, ψηφιοποίηση και αυτοματοποίηση. Η ανεπαρκής διασύνδεση μεταξύ λιμένων και εντός της χώρας μέσω σιδηροδρόμων ή οδικών

δρόμων οδηγεί σε επιπλέον καθυστερήσεις. Επίσης, η αργή υιοθέτηση τεχνολογιών όπως το Internet of Things, η τεχνητή νοημοσύνη και τα ψηφιακά πληροφοριακά συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας, εμποδίζουν την αποτελεσματική παρακολούθηση, πρόβλεψη και προσαρμογή στις αλλαγές (Liu et al,2023).

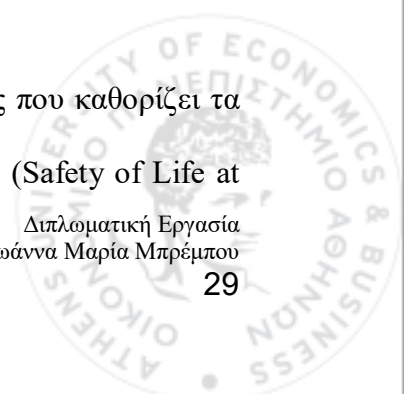
2.4.5. Οργανωτικές προκλήσεις

Η πολυπλοκότητα της ναυτιλιακής εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτεί ισχυρό συντονισμό μεταξύ πολλών διαφορετικών φορέων όπως λιμάνια, ναυλωτές, μεταφορείς, διαχειριστές φορτίων κ.ά. Ωστόσο, συχνά παρατηρείται έλλειψη λειτουργικότητας, καθυστέρηση στην ανταλλαγή πληροφοριών και ανεπαρκής επικοινωνία. Η απουσία ενιαίων συστημάτων πληροφορικής και ο ανεπαρκής συγχρονισμός λειτουργιών οδηγούν σε αυξημένα λειτουργικά κόστη και αργές αντιδράσεις σε κρίσεις. Επίσης, πολλές επιχειρήσεις δεν έχουν αποτελεσματικά σχέδια έκτακτης ανάγκης, τα οποία να είναι ευέλικτα και εφαρμόσιμα σε περιπτώσεις διαταραχών όπως η πανδημία ή γεωπολιτικές κρίσεις (Liu et al,2023).

2.5. Διεθνείς κανονισμοί και πρότυπα ασφαλείας στη ναυτιλία

Η ναυτιλία αποτελεί τον ασφαλέστερο και πιο αποδοτικό τρόπο εμπορικής μεταφοράς, με σημαντική συνεισφορά στην παγκόσμια οικονομία. Παρά τη διαφορετικότητα των κλάδων της ναυτιλίας, υπάρχει έντονη δέσμευση για την εφαρμογή διεθνών προτύπων ασφάλειας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτάται ιδιαίτερα από τη ναυτιλία, καθώς περίπου το 74% των εξωτερικών εμπορικών μεταφορών της και το 37% των ευρωπαϊκών πραγματοποιούνται μέσω της θάλασσας. Γι' αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει θέσει ως προτεραιότητα τη σταδιακή εξάλειψη των υποδεέστερων πλοίων και την ενίσχυση της ασφάλειας για το πλήρωμα, τους επιβάτες και το περιβάλλον (Sotiroski, 2016).

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) είναι ο κύριος διεθνής φορέας που καθορίζει τα πρότυπα για τη ναυτική ασφάλεια. Οι συμβάσεις του IMO, όπως η Solas (Safety of Life at

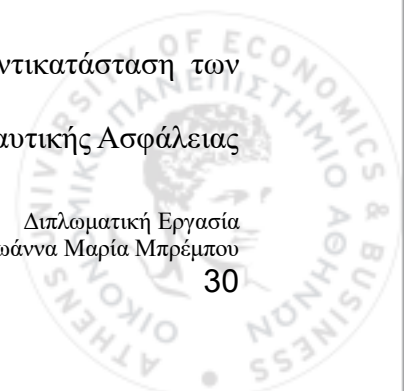


Sea), παρέχουν το βασικό πλαίσιο για τις παγκόσμιες ναυτιλιακές ρυθμίσεις. Η ΕΕ, μέσω της ενσωμάτωσης αυτών των συμβάσεων στο δικό της νομικό πλαίσιο, προσδίδει δεσμευτικότητα και συνέπεια στην εφαρμογή τους σε όλα τα κράτη-μέλη. Ο συνδυασμός των διεθνών κανόνων με την ευρωπαϊκή επιβολή εξασφαλίζει αυστηρότερη συμμόρφωση και ενισχύει την παγκόσμια ασφάλεια στη θάλασσα (Sotiroski, 2016).

Η Σύμβαση του ΟΗΕ (Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών) για το Δίκαιο της Θάλασσας του 1982 αποτελεί τη θεμελιώδη βάση για τις θαλάσσιες δικαιοδοσίες και τη προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Καθορίζει τις θαλάσσιες ζώνες, τη δικαιοδοσία των κρατών, και επιβάλλει την υποχρέωση συνεργασίας για την αποτροπή της ρύπανσης. Οι πλοιοκτήτες υποχρεούνται να συμμορφώνονται με τους κανόνες του κράτους σημαίας τους, ενώ τα παράκτια κράτη έχουν περιορισμένη αρμοδιότητα, κυρίως για περιβαλλοντικούς και λόγους ασφαλείας. Η ανοικτή θάλασσα παραμένει ζώνη ελεύθερης πρόσβασης, υπό την αποκλειστική αρμοδιότητα του κράτους σημαίας (Sotiroski, 2016).

Η νομοθεσία της ΕΕ στον τομέα της ναυτικής ασφάλειας είναι σχετικά νέα, αλλά έχει αναπτυχθεί ραγδαία από το 1993 και εξής, με την υιοθέτηση πάνω από 40 νομικών πράξεων. Οι ρυθμίσεις αυτές καλύπτουν τον έλεγχο πλοίων από κράτη λιμένα (port state control), τις εταιρείες ταξινόμησης (classification societies), τη διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων, τη ναυπήγηση και την προστασία του περιβάλλοντος. Οι ευρωπαϊκές οδηγίες βασίζονται σε διεθνείς συμβάσεις, ενισχύοντας την εφαρμογή τους με πρόσθετους ελέγχους και υποχρεώσεις (Sotiroski, 2016).

Οι πετρελαιοκηλίδες των δεξαμενόπλοιων Erika (1999) και Prestige (2002) ώθησαν την ΕΕ να υιοθετήσει τρία μεγάλα νομοθετικά πακέτα, γνωστά ως Erika I, II και III. Τα πακέτα αυτά εισήγαγαν αυστηρότερες ρυθμίσεις για την επιθεώρηση πλοίων, την αντικατάσταση των μονοπύθμενων δεξαμενόπλοιων, την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Ναυτικής Ασφάλειας



(EMSA), καθώς και το σύστημα SafeSeaNet για την παρακολούθηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας και την ανταλλαγή κρίσιμων πληροφοριών (Sotiroski, 2016).

Η ΕΕ ανέπτυξε την Ολοκληρωμένη Θαλάσσια Πολιτική ως εργαλείο για τη συντονισμένη διαχείριση των θαλάσσιων περιοχών των κρατών – μελών, με έμφαση στην ανάπτυξη και τη ναυτική ασφάλεια. Ωστόσο, η πλήρης εφαρμογή της συναντά προκλήσεις, λόγω των διαφορετικών επιπέδων εξουσίας και προτεραιοτήτων των κρατών – μελών, αλλά αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την ενίσχυση της κοινής ευρωπαϊκής στρατηγικής στη ναυτιλία (Sotiroski, 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Καθορισμός Του Προβλήματος

Η επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής και του κατάλληλου λιμένα αποτελεί μια κρίσιμη απόφαση στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι εταιρείες και οι διαχειριστές εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να αξιολογήσουν διάφορες εναλλακτικές διαδρομές & λιμάνια, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως το κόστος διέλευσης και τα λειτουργικά έξοδα (π.χ. τέλη διώρυγας, κατανάλωση καυσίμων, κόστος ασφάλισης κτλ.), το χρόνο μεταφοράς και πιθανές καθυστερήσεις, την απόσταση και κατανάλωση καυσίμων και την ασφάλεια και τους γεωπολιτικούς κινδύνους (π.χ. πειρατεία ή πολιτική αστάθεια).

Οι κύριες ναυτιλιακές διαδρομές που εξετάζονται στη παρούσα έρευνα είναι η Διώρυγα του Σουέζ, η Διώρυγα του Παναμά, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα και το Στενό Malacca, καθώς παρουσιάζουν διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ανάλογα με τις συνθήκες μεταφοράς και τις απαιτήσεις των εταιριών. Παράλληλα, αξιολογούνται τέσσερα λιμάνια, το λιμάνι του Ρότερνταμ, του Πειραιά, της Τζέντα και το Πορτ Σαΐντ. Με αυτό το τρόπο καθίσταται αναγκαία η ανάπτυξη ενός πολυκριτηριακού μοντέλου αξιολόγησης, το οποίο θα επιτρέπει τη συστηματική και αντικειμενική ανάλυση όλων των παραμέτρων, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της στρατηγικής επιλογής διαδρομής και λιμανιού.

3.2. Σκοπός Έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η σύγκριση και η αξιολόγηση των κυριότερων ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών, ώστε να εντοπιστεί η βέλτιστη επιλογή για τις επιχειρήσεις. Συγκεκριμένα, η μελέτη στοχεύει στην ανάλυση των τεσσάρων ναυτιλιακών διαδρομών, με έμφαση σε παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα τους όπως το κόστος, ο χρόνος, η απόσταση και η ασφάλεια διέλευσης.

Παράλληλα, εξετάζονται τα τέσσερα λιμάνια, βάσει κριτηρίων όπως η ετήσια διακίνηση

εμπορευματοκιβωτίων (TEU-Twenty foot equivalent unit), το μέγεθος των λιμενικών εγκαταστάσεων, ο μέσος χρόνος παραμονής των πλοίων στο λιμάνι και το βάθος του λιμανιού. Σκοπός της ανάπτυξης του συγκεκριμένου μοντέλου λήψης αποφάσεων, είναι η παροχή μιας συνολικής αξιολόγησης τόσο των ναυτιλιακών διαδρομών, όσο και των λιμανιών, ενσωματώνοντας οικονομικές, λειτουργικές, περιβαλλοντικές και γεωπολιτικές παραμέτρους. Με αυτό το τρόπο, οι επιχειρήσεις καθώς και οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα επιλέγουν την καταλληλότερη διαδρομή και λιμάνι, σύμφωνα με τις στρατηγικές προτεραιότητας και ανάγκες των επιχειρήσεων.

3.3. Μεθοδολογία Επίλυσης Προβλήματος

Η μεθοδολογία λύσης του προβλήματος βασίζεται στην αξιοποίηση της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (AHP), η οποία επιτρέπει την αξιολόγηση των διαθέσιμων ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών βάσει πολλών κριτηρίων. Αρχικά, το πρόβλημα οργανώνεται σε τρία επίπεδα το κύριο στόχο, όπου επιλέγεται η βέλτιστη ναυτιλιακή διαδρομή και το καταλληλότερο λιμάνι. Για τις ναυτιλιακές διαδρομές επιλέγονται τα κριτήρια αξιολόγησης όπως το κόστος, ο χρόνος, η απόσταση και η ασφάλεια της διέλευσης και τις εναλλακτικές ναυτιλιακές διαδρομές όπως τη Διώρυγα του Σουέζ, τη Διώρυγα του Παναμά, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα και το Στενό Malacca. Για τα λιμάνια, επιλέγονται τα κριτήρια αξιολόγησης όπως η ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (TEU-Twenty foot equivalent unit), ο μέσος χρόνος παραμονής πλοίου, το μέγεθος και το βάθος του λιμανιού. Στη συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση ανά ζεύγη των κριτηρίων, χρησιμοποιώντας τη κλίμακα Saaty (1-9), ώστε να καθοριστεί η σχετική σημασία τους και να υπολογιστούν τα βάρη των κριτηρίων. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων κανονικοποιούνται και υπολογίζεται το ιδιοδιάνυσμα για τον προσδιορισμό των βαρών. Ακολούθως, τα βάρη των κριτηρίων συνδυάζονται με τις βαθμολογίες των εναλλακτικών, οδηγώντας πρώτα στον υπολογισμό της συνολικής

προτίμησης για κάθε διαδρομή και έπειτα με βάση αυτή ακολουθείται η ίδια διαδικασία για τα λιμάνια. Οι υψηλότερες βαθμολογίες συνιστούν και τις βέλτιστες λύσεις για τις ανάγκες των επιχειρήσεων.

Βήμα 1^ο – Διαμόρφωση της ιεραρχίας

Το πρόβλημα δομείται σε τρία επίπεδα :

Επίπεδο 1 : Στόχος (S) → Επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής.

Επίπεδο 2 : Κριτήρια (C_i , όπου $i=1,2,\dots,n$)

Επίπεδο 3 : Εναλλακτικές διαδρομές (A_j , όπου $j = 1,2,\dots,m$)

Βήμα 2^ο – Σύγκριση Κριτηρίων

Δημιουργείται ένας πίνακας σύγκρισης ανά ζεύγη P για τα κριτήρια, όπου κάθε στοιχείο P_{ij} δείχνει τη προτίμηση του κριτηρίου C_i έναντι του C_j , βάσει της κλίμακας Saaty, όπου πρόκειται για μια αριθμητική κλίμακα από το 1 έως το 9 (Πίνακας 1).

Πίνακας 1 Κλίμακα του Saaty

Ορισμός	Κλίμακα	Επεξήγηση
Ίσης σημασίας	1	Τα δύο κριτήρια συμβάλλουν εξίσου στην απόφαση.
Μέτριας υπεροχής	3	Το ένα κριτήριο είναι ελαφρώς πιο σημαντικό από το άλλο, σύμφωνα με την κρίση και την εμπειρία.
Ισχυρής υπεροχής	5	Η εμπειρία και η κρίση δείχνουν μια ισχυρή προτίμηση για ένα κριτήριο έναντι του άλλου.
Πολύ ισχυρής υπεροχής	7	Ένα κριτήριο είναι πολύ πιο σημαντικό και η υπεροχή του μπορεί να επαληθευτεί στη πράξη.
Απόλυτης υπεροχής	9	Η υπεροχή ενός κριτηρίου είναι η μέγιστη δυνατή και δεν επιδέχεται αμφισβήτηση.
Ενδιάμεσες τιμές	2,4,6,8	Χρησιμοποιούνται ως μέσος όρος μεταξύ δύο γειτονικών τιμών όταν υπάρχει ανάγκη για συμβιβασμό.

Πηγή : Bhatti and Hanjra, 2019

Για κάθε κριτήριο C_i , υπολογίζεται το ιδιοδιάνυσμα των βαρών λύνοντας την εξίσωση:

$$P_W = \lambda_{\max} W$$

Όπου w είναι το ιδιοδιάνυσμα προτεραιοτήτων και λ_{\max} η μέγιστη ιδιοτιμή.

Βήμα 3^ο – Υπολογισμός Δείκτη Συνεκτικότητας (CI) και Δείκτη Συνεκτικότητας του Saaty (CR)

Για να ελεγχθεί η συνέπεια των συγκρίσεων, υπολογίζεται ο δείκτης συνέπειας (CI) :

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Και ο δείκτης συνεκτικότητας του Saaty (CR) :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Όπου RI είναι ο τυχαίος δείκτης συνέπειας . Αν $CR < 0,1$, οι συγκρίσεις είναι αποδεκτές.

Βήμα 4^ο – Αξιολόγηση των Εναλλακτικών

- Κάθε εναλλακτική συγκρίνεται ανά δύο ως προς κάθε κριτήριο.
- Δημιουργούνται πίνακες σύγκρισης και υπολογίζονται τα ιδιοδιανύσματα προτεραιότητας για κάθε εναλλακτική.
- Υπολογίζονται τα ιδιοδιανύσματα βαρών για κάθε εναλλακτική ως προς κάθε κριτήριο.

Δημιουργείται ένας πίνακας σύγκρισης ανά ζεύγη για τις εναλλακτικές διαδρομές A_j ως προς κάθε κριτήριο C_i , με παρόμοια διαδικασία.



Βήμα 5^ο – Συνδυασμός Βαρών και τελική απόφαση

Η συνολική βαθμολογία S_j κάθε εναλλακτικής προκύπτει από τον συνδυασμό των βαρών των κριτηρίων με τις αντίστοιχες βαθμολογίες των εναλλακτικών :

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_{ij}$$

Όπου :

- w_i είναι το βάρος του κριτηρίου C_i ,
- v_{ij} είναι η βαθμολογία της εναλλακτικής A_j ως προς το κριτήριο C_i .

Η εναλλακτική με το μεγαλύτερο S_j επιλέγεται ως η βέλτιστη επιλογή, δηλαδή συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία.

Η AHP προσφέρει μια αντικειμενική και επιστημονική προσέγγιση για την βέλτιστη επιλογή, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά κριτήρια και επιτρέποντας την ορθολογική σύγκριση εναλλακτικών επιλογών. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι εταιρείες μπορούν να λάβουν στρατηγικές αποφάσεις βασισμένες σε δεδομένα και να βελτιστοποιήσουν τη διαχείριση των μεταφορών τους.



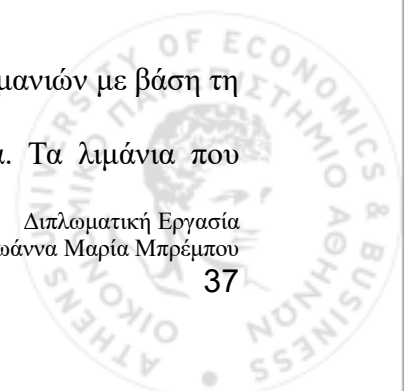
4.1. Εισαγωγή

Η επιλογή βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής και λιμανιού έχει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η σύγκριση των ναυτιλιακών διαδρομών, όπως αυτή της Διώρυγας του Σουέζ, της Διώρυγας του Παναμά, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα και το Στενό Malacca, καθώς και των λιμανιών Ρότερνταμ, Πειραιά, Τζέντα και Πορτ Σαΐντ.

4.2. Διατύπωση του προβλήματος

Το πρόβλημα που εξετάζει η παρούσα μελέτη αφορά τη συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων κύριων ναυτιλιακών διαδρομών, όπως αυτή της Διώρυγας του Σουέζ, της Διώρυγας του Παναμά, του Βόρειου Θαλάσσιου Περάσματος και του Στενού Malacca, με σκοπό τον εντοπισμό της βέλτιστης επιλογής βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων όπως το κόστος διέλευσης του, το χρόνο διέλευσης, την απόσταση διέλευσης του και την ασφάλεια διέλευσης του πλοίου από το θαλάσσιο πέρασμα. Αναλυτικότερα, το κόστος διέλευσης αποτελεί ένα μέσο κόστος διέλευσης των καναλιών και εκφράζεται σε δολάρια των ΗΠΑ. Το δεύτερο κριτήριο είναι ο χρόνος διέλευσης του πλοίου από το θαλάσσιο πέρασμα, υπολογισμένος σε ώρες και αποτυπώνει τον απαιτούμενο χρόνο παραμονής του πλοίου στη συγκεκριμένη διαδρομή. Το τρίτο κριτήριο είναι η απόσταση διέλευσης της ναυτιλιακής διαδρομής, καταγράφεται σε χιλιόμετρα (km) και επηρεάζει το συνολικό χρόνο του ταξιδιού. Τέλος, η ασφάλεια διέλευσης αξιολογείται σε κλίμακα από το 1 έως το 6, όπου οι υψηλότερες τιμές υποδηλώνουν αυξημένο επίπεδο ασφάλειας έναντι κινδύνων όπως πειρατεία, γεωπολιτικές εντάσεις ή ακραίες καιρικές συνθήκες. Στο πίνακα 2 παρατίθεται οι πληροφορίες όσον αφορά τα τέσσερα κριτήρια που επιλέχθηκαν ως προς κάθε ναυτιλιακή διαδρομή.

Στη συνέχεια το πρόβλημα επεκτείνεται και στην αξιολόγηση τεσσάρων λιμανιών με βάση τη ναυτιλιακή διαδρομή που θα συγκεντρώσει τη μεγαλύτερη βαθμολογία. Τα λιμάνια που



εξετάζονται είναι του Ρότερνταμ, του Πειραιά, της Τζέντα και του Πορτ Σαϊντ. Η αξιολόγηση τους γίνεται με βάση τέσσερα βασικά κριτήρια. Το πρώτο είναι η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων, η οποία υπολογίζεται σε εκατομμύρια μονάδες TEU (Twenty – foot Equivalent Unit) ετησίως και αποτελεί δείκτη δυναμικότητας και εμπορικής σημασίας. Το δεύτερο κριτήριο είναι το μέγεθος του λιμανιού, το οποίο εκφράζεται σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) και συνδέεται με τη διαθεσιμότητα χώρων για τερματικούς σταθμούς, αποθήκες και υποστηρικτικές υποδομές. Το τρίτο κριτήριο αφορά το χρόνο παραμονής του πλοίου, μετρημένο σε ώρες, που συνιστά την αποδοτικότητα στη διαδικασία φόρτωσης και εκφόρτωσης και γενικά στη ταχύτητα εξυπηρέτησης. Τέλος, το βάθος του λιμανιού, μετρημένο σε μέτρα, προσδιορίζει το μέγιστο βάθος που μπορούν τα πλοία να προσέλθουν, καθορίζοντας έτσι το είδος και το μέγεθος των πλοίων που μπορούν να εξυπηρετηθούν από το λιμάνι. Στο πίνακα 3 παρατίθενται οι πληροφορίες όσον αφορά τα τέσσερα κριτήρια που επιλέχθηκαν για κάθε λιμάνι.

Πίνακας 2 Πληροφορίες κριτηρίων για τις ναυτιλιακές διαδρομές

Διαδρομή / Κριτήρια	Κόστος Διέλευσης	Χρόνος Διέλευσης (σε ώρες)	Απόσταση Διέλευσης (σε km)	Ασφάλεια Διέλευσης (σε κλίμακα 1-6)
Διώρυγα Σουέζ	150.000 \$ (Ranzan et al., 2024)	11-16 ώρες (λιγότερο από 1 ημέρα) (Ranzan et al., 2024)	163 km (Ranzan et al., 2024)	4 (Ranzan et al., 2024)
Διώρυγα Παναμά	4.000.000 \$ (Pham et al, 2018)	8-10 ώρες (λιγότερο από 1 ημέρα) (Pham et al, 2018)	12.875 km (Pham et al, 2018)	4 (Pham et al, 2018)
Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	300.000 \$ (Li et al, 2023)	432 ώρες (18 ημέρες) (Li et al, 2023)	13.000 km (Li et al, 2023)	2 (Li et al, 2023)
Στενό Malacca	100.000 \$ (Liu et al, 2024)	72 ώρες (3 ημέρες) (Liu et al, 2024)	800 km (Liu et al, 2024)	2 (Liu et al, 2024)

Πίνακας 3 Πληροφορίες κριτηρίων για τα λιμάνια

Λιμάνι	Διακίνηση TEU (εκατ.)	Μέγεθος Λιμανιού (m ²)	Χρόνος Παραμονής (ώρες)	Βάθος Λιμένα (μέτρα)
Πειραιάς	7,2 (Perrotis, 2022)	190.000 (Port of call consulting, 2024)	20 (Beacon,2025)	18 (Perrotis, 2022)
Ρότερνταμ	14,5 (United nations conference on trade and development,n.d.)	125.000.000(Port of Rotterdam, n.d.)	31,2 (CEIC Data 2025)	24 (Port of Rotterdam,n.d.)
Τζέντα	4,8 (Elentably, 2015)	12.500.000 (Elentably, 2015)	14 (Bahaithm, 2024)	16 (Elentably, 2015)
Πορτ Σαΐντ	3,6 (Martinez-Moya et al., 2025)	2.000.000 (Ministry of transport – arab republic of Egypt, 2024)	20 (CEIC Data, 2025)	13,5 (Younis, 2010)

Προκειμένου να επιτευχθεί η επίλυση του παραπάνω προβλήματος, χρησιμοποιείται μια μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης όπως η Ανάλυση Ιεραρχικής Δομής (AHP), έτσι ώστε να αξιολογηθούν ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των ναυτιλιακών διαδρομών και λιμανιών, έτσι ώστε να διαμορφωθεί ένα πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων.

4.3. Δομή του προβλήματος

Η χρήση της AHP επιτρέπει την ορθολογική σύγκριση των εναλλακτικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα.

Όσον αφορά τη δομή του ερευνητικού περιβάλλοντος, η μέθοδος AHP αποτελείται από τρία κύρια στάδια τη δομή της ιεραρχίας της απόφασης, τη σύγκριση ανά ζεύγη για τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων και τέλος τον υπολογισμό της τελικής προτεραιότητας των εναλλακτικών με βάση τα κριτήρια.

Στη παρούσα έρευνα πρώτα θα γίνει η ανάλυση για τις τέσσερις ναυτιλιακές διαδρομές και έπειτα θα ακολουθήσει ανάλυση για τα τέσσερα λιμάνια.

4.4. Καθορισμός Ιεραρχικής Δομής

Στο 1^ο στάδιο, ξεκινώντας τη διαδικασία της μεθόδου AHP με τη δημιουργία της ιεραρχικής δομής, η οποία περιλαμβάνει τρία επίπεδα τους στόχους, τα κριτήρια αξιολόγησης και τις εναλλακτικές επιλογές.

Στο 1^ο επίπεδο ο στόχος αποτελεί την επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής.

Στο 2^ο επίπεδο ως κριτήρια αξιολόγησης ορίζονται τα παρακάτω :

- C1: Κόστος Διέλευσης
- C2: Χρόνος Διέλευσης
- C3: Απόσταση Διέλευσης



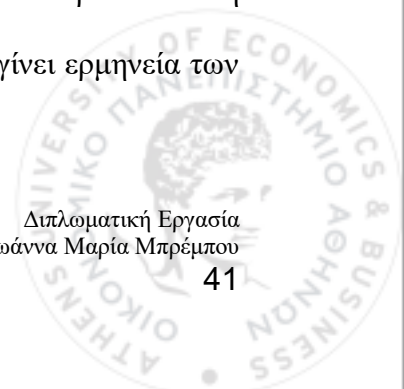
- C4: Ασφάλεια Διέλευσης

Στο 3^ο επίπεδο ως εναλλακτικές επιλογές ορίζονται οι ακόλουθες ναυτιλιακές διαδρομές :

- P1: Διώρυγα Σουέζ
- P2: Διώρυγα Παναμά
- P3: Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα
- P4: Στενό Malacca

4.5. Ζευγαρωτή σύγκριση (Pairwise Comparison) κριτηρίων – Υπολογισμός βάρους κριτηρίων

Επόμενο βήμα είναι η κατασκευή του πίνακα Saaty βάσει της έρευνας που διεξάγεται. Ο πίνακας Saaty χρησιμοποιείται στην AHP για να ποσοτικοποιήσει τη προτίμηση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Επομένως, για κάθε ζευγάρι ναυτιλιακής διαδρομής, υπολογίζεται ο λόγος των συνολικών σκορ τους. Δηλαδή $\text{Ratio} = \text{Σκορ Ναυτιλιακής Διαδρομής A} / \text{Σκορ Ναυτιλιακής Διαδρομής B}$. Στη περίπτωση που το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο από 1, τότε η διαδρομή A είναι πιο σημαντική από τη διαδρομή B. Αν το αποτέλεσμα είναι μικρότερο από 1, τότε η διαδρομή B είναι πιο σημαντική και χρησιμοποιείται η αντίστροφη τιμή (1/2, 1/3 κτλ.). Η τιμή του Ratio αποτελεί τις προκαθορισμένες τιμές Saaty με βάση τη κλίμακα 1 έως 9. Για παράδειγμα, στη περίπτωση $\text{Ratio} > 1$, π.χ. $\text{Ratio} = 2$, τότε η ναυτιλιακή διαδρομή A έχει μια μικρή προτίμηση έναντι της B και λαμβάνει την τιμή 2 στον πίνακα. Αν $\text{Ratio}=9$, τότε η ναυτιλιακή διαδρομή A προτιμάται απόλυτα έναντι της B και λαμβάνει τιμή 9. Στην περίπτωση $\text{Ratio} < 1$, π.χ. $\text{Ratio} = 1/2$, τότε η ναυτιλιακή διαδρομή B είναι πιο σημαντική από τη ναυτιλιακή διαδρομή A. Έτσι, χρησιμοποιείται η αντίστροφη τιμή Saaty. Στο πίνακα 4 παρατίθενται η κλίμακα Saaty ανάλογα με τη τιμή του δείκτη, έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει ερμηνεία των



δεδομένων και έπειτα στο πίνακα 5 ακολουθεί η σύγκριση των κριτηρίων αξιολόγησης ναυτιλιακών διαδρομών μέσω AHP.

Πίνακας 4 Ερμηνεία τιμών κλίμακας Saaty

Τιμή Δείκτη	Τιμή Saaty	Ερμηνεία
1	1	Ίση σπουδαιότητα
1-2	2	Μικρή προτίμηση της ναυτιλιακής διαδρομής Α έναντι της Β
2-3	3	Μέτρια προτίμηση
3-5	4	Μέτρια προς ισχυρή προτίμηση
5-7	5	Ισχυρή προτίμηση
5-7	6	Πολύ ισχυρή προτίμηση
5-7	7	Πολύ ισχυρή προτίμηση
7-9	8	Εξαιρετικά ισχυρή προτίμηση
≥ 9	9	Απόλυτη προτίμηση

Αν ο λόγος του δείκτη είναι μικρότερος από 1, εφαρμόζεται αντίστροφη τιμή $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ κτλ.

Πίνακας 5 Σύγκριση κριτηρίων αξιολόγησης ναυτιλιακών διαδρομών

Κριτήρια	Κόστος Διέλευσης	Χρόνος Διέλευσης	Απόσταση Διέλευσης	Ασφάλεια Διέλευσης
Κόστος Διέλευσης	1	2	3	4
Χρόνος Διέλευσης	1/2	1	2	3
Απόσταση Διέλευσης	1/3	1/2	1	2
Ασφάλεια Διέλευσης	1/4	1/3	1/2	1

Ακολουθείται η κατασκευή κανονικοποιημένου πίνακα κριτηρίων (πίνακας 6), υπολογίζοντας το άθροισμα του πίνακα 5 κάθε στήλης, έπειτα διαιρείται το κάθε στοιχείο με το άθροισμα της αντίστοιχης στήλης και υπολογίζεται ο μέσος όρος κάθε γραμμής .

Πίνακας 6 Κανονικοποίηση του πίνακα 5

Κριτήρια	Κόστος	Χρόνος	Απόσταση	Ασφάλεια
Κόστος	0.4797	0.5217	0.4615	0.4
Χρόνος	0.2398	0.2609	0.3077	0.3
Απόσταση	0.1599	0.1304	0.1538	0.2
Ασφάλεια	0.1200	0.00870	0.0769	0.1

Στον ακόλουθο πίνακα 7 υπολογίζονται τα βάρη των κριτηρίων, όπου τα βάρη υπολογίζονται ως ο μέσος όρος των στοιχείων κάθε γραμμής στον κανονικοποιημένο πίνακα 6.

Πίνακας 7 Βάρη κριτηρίων ναυτιλιακών διαδρομών

Κριτήρια	Βάρος Κριτηρίων
Κόστος	0.465
Χρόνος	0.277
Απόσταση	0.161
Ασφάλεια	0.096

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι το κόστος έχει τη μεγαλύτερη βαρύτητα 46,58%, που σημαίνει ότι είναι το πιο σημαντικό κριτήριο για την επιλογή. Έπειτα ακολουθεί ο χρόνος με ποσοστό 27,71%, το οποίο επηρεάζει σημαντικά τις αποφάσεις Τελευταία κριτήρια είναι της απόστασης με ποσοστό 16,11% και η ασφάλεια με 9,6%, τα οποία θεωρούνται λιγότερο σημαντικά σε σύγκριση με τα άλλα δύο κριτήρια.

4.6. Ζευγαρωτές συγκρίσεις (Pairwise Comparison) των εναλλακτικών ανά κριτήριο

Στο 2^ο στάδιο για τον καθορισμό της σπουδαιότητας των κριτηρίων, δίνονται στον πίνακα 2 δίνονται οι πληροφορίες για σχετικά με τα τέσσερα κριτήρια για κάθε ναυτιλιακή διαδρομή. Έπειτα χρησιμοποιείται η κλίμακα του Saaty και δημιουργούνται τέσσερις πίνακες (Πίνακες

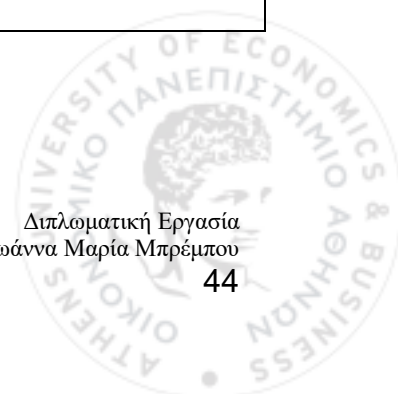
8-11) σύγκρισης των κριτηρίων ανά ζεύγη βάσει αυτής της κλίμακας για τις τέσσερις ναυτιλιακές διαδρομές.

Πίνακας 8 Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο κόστος διέλευσης

Διαδρομή	Διώρυγα Σουέζ	Διώρυγα Παναμά	Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	Στενό Malacca
Διώρυγα Σουέζ	1	5	3	2
Διώρυγα Παναμά	1/5	1	1/3	1/4
Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	1/3	3	1	1/2
Στενό Malacca	1/2	4	2	1

Πίνακας 9 Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο χρόνος διέλευσης

Διαδρομή	Διώρυγα Σουέζ	Διώρυγα Παναμά	Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	Στενό Malacca
Διώρυγα Σουέζ	1	3	5	2
Διώρυγα Παναμά	1/3	1	3	1/2
Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	1/5	1/3	1	1/4
Στενό Malacca	1/2	2	4	1



Πίνακας 10 Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο απόσταση διέλευσης

Διαδρομή	Διώρυγα Σουέζ	Διώρυγα Παναμά	Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	Στενό Malacca
Διώρυγα Σουέζ	1	7	7	3
Διώρυγα Παναμά	1/7	1	1/2	1/5
Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	1/7	2	1	1/5
Στενό Malacca	1/3	5	5	1

Πίνακας 11 Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο ασφάλεια

Διαδρομή	Διώρυγα Σουέζ	Διώρυγα Παναμά	Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	Στενό Malacca
Διώρυγα Σουέζ	1	1	4	3
Διώρυγα Παναμά	1	1	4	3
Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	1/4	1/4	1	1/2
Στενό Malacca	1/3	1/3	2	1

4.7. Υπολογισμός σχετικών βαρών κάθε κριτηρίου και των εναλλακτικών λύσεων

Στο πίνακα 12 παρουσιάζονται τα επιμέρους βάρη των τεσσάρων κριτηρίων για κάθε ναυτιλιακή διαδρομή, όπως προέκυψαν από τη διαδικασία των ζευγαρωτών συγκρίσεων στο πλαίσιο της μεθοδολογίας AHP. Οι τιμές αυτές εκφράζουν τη σχετική σημασία κάθε

διαδρομής σε σχέση με τα κριτήρια κόστους, χρόνου, απόστασης και ασφάλειας και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της τελικής κατάταξης των εναλλακτικών λύσεων.

Πίνακας 12 Βάρη κριτηρίων βάσει εναλλακτικών επιλογών

	Βάρος Κριτηρίου Κόστους	Βάρος Κριτηρίου Χρόνου	Βάρος Κριτηρίου Απόστασης	Βάρος Κριτηρίου Ασφάλειας
Διώρυγα Σουέζ	0.471	0.471	0.571	0.384
Διώρυγα Παναμά	0.074	0.171	0.059	0.384
Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα	0.171	0.074	0.085	0.088
Στενό Malacca	0.284	0.284	0.284	0.143

Από τον πίνακα προκύπτει ότι η Διώρυγα του Σουέζ έχει τα υψηλότερα βάρη σε κόστος, χρόνο και απόσταση. Ακολουθεί το Στενό Malacca με ισορροπημένα βάρη, ενώ η Διώρυγα του Παναμά και το Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα εμφανίζουν χαμηλότερη συνολική βαρύτητα.

4.8. Έλεγχος συνέπειας αποφάσεων

Στο πίνακα 13 παρατίθεται οι τιμές όσον αφορά το ιδιοδιάνυσμα λ_{max} , τον δείκτη συνέπειας (Consistency Index) και τον βαθμό συνέπειας (Consistency Ratio).

Πίνακας 13 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων λ_{max} - CI - CR

	λ_{max}	CI	CR = CI / RI
Κόστος	4.065	0.021	0.024
Χρόνος	4.065	0.021	0.024
Απόσταση	4.216	0.072	0.080
Ασφάλεια	4.026	0.0089	0.009

Σημείωση : RI (Random index) = 0,90

Συμπεραίνουμε ότι εφόσον $CR < 10\%$, αυτό σημαίνει ότι οι συγκρίσεις είναι συνεπείς και τα αποτελέσματα αξιόπιστα. Αυτό σημαίνει ότι οι αποφάσεις μας είναι σταθερές και δεν επηρεάζονται από ασυνέπειες στις συγκρίσεις των εναλλακτικών.

4.9. Επιλογή τεσσάρων λιμένων βάσει της στρατηγικής τους θέση ως προς τη Διώρυγα του Σουέζ

Βάσει των αποτελεσμάτων εντοπίστηκε η Διώρυγα του Σουέζ ως μια από τις σημαντικότερες ναυτιλιακές οδούς πληρώντας τα κριτήρια κόστος, χρόνος, απόσταση και ασφάλεια για την κατάλληλη επιλογή της από τις ναυτιλιακές εταιρείες. Τα λιμάνια του Πειραιά, του Ρότερνταμ, της Τζέντα και του Πορτ Σαΐντ βρίσκονται σε στρατηγικά σημεία κατά μήκος αυτής της κρίσιμης διαδρομής, γεγονός που ενισχύει σημαντικά τη σημασία τους στο παγκόσμιο εφοδιαστικό χάρτη. Συνεπώς, η αξιολόγηση αυτών των λιμανιών με βάση επιλεγμένα κριτήρια μέσω της μεθόδου AHP είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αποτελεσματική λήψη αποφάσεων σχετικά με την εμπορική εκμετάλλευση της Διώρυγας του Σουέζ.

4.10. Καθορισμός του Προβλήματος

Το πρόβλημα που εξετάζεται αφορά την αξιολόγηση και επιλογή του βέλτιστου λιμανιού από τις τέσσερις εναλλακτικές επιλογές, οι οποίες βρίσκονται σε άμεση σύνδεση με τη Διώρυγα του Σουέζ, ο Πειραιάς (Ελλάδα), το Ρότερνταμ (Ολλανδία), η Τζέντα (Σαουδική Αραβία) και το Πορτ Σαΐντ (Αίγυπτος). Ο καθορισμός του προβλήματος βασίζεται στην ανάγκη εύρεσης της καταλληλότερης επιλογής με στόχο τη βελτιστοποίηση των ναυτιλιακών διαδικασιών, τη μείωση του χρόνου διέλευσης και την αποτελεσματικότερη εξυπηρέτηση της ναυτιλιακής κυκλοφορίας μέσω της Διώρυγας του Σουέζ.



4.11. Δομή του προβλήματος

Για την αποτελεσματική αξιολόγηση και επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος, χρησιμοποιείται η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας. Σε αυτή τη περίπτωση, η δομημένη ιεραρχία περιλαμβάνει τρία επίπεδα :

Στο 1^ο επίπεδο βρίσκεται ο στόχος του προβλήματος, που είναι η επιλογή του καταλληλότερου λιμανιού, το οποίο θα εξυπηρετείται αποτελεσματικά από τη Διώρυγα του Σουέζ.

Στο 2^ο επίπεδο τοποθετούνται τα κριτήρια αξιολόγησης, τα οποία επιλέχθηκαν βάσει της σημασίας τους στην αποτελεσματική λειτουργία των λιμανιών και της εξυπηρέτησης των ναυτιλιακών διαδικασιών. Τα κριτήρια αυτά είναι :

- K1: Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (TEU)
- K2 : Μέγεθος λιμανιού
- K3 : Χρόνος παραμονής του πλοίου (Turnaround Time)
- K4 : Βάθος λιμένα.

Στο 3^ο επίπεδο συναντώνται οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές, δηλαδή τα τέσσερα εξεταζόμενα λιμάνια :

- L1: Πειραιάς (Ελλάδα)
- L2: Ρότερνταμ (Ολλανδία)
- L3: Τζέντα (Σαουδική Αραβία)
- L4: Πορτ Σαΐντ (Αίγυπτος)

Επόμενο βήμα είναι η κατασκευή του πίνακα Saaty βάσει των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν για τα λιμάνια. Ο πίνακας Saaty χρησιμοποιείται στη μέθοδο AHP για να ποσοτικοποιήσει την προτίμηση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών, δηλαδή των λιμανιών.

Επομένως, για κάθε ζευγάρι λιμανιών (L1-L4), υπολογίζεται ο λόγος των συνολικών σκορ τους για το συγκεκριμένο κριτήριο. Ο τύπος υπολογισμού είναι $\text{Ratio} = (\text{Τιμή Λιμανιού A}) / (\text{Τιμή Λιμανιού B})$. Αν το $\text{Ratio} > 1$, τότε το λιμάνι A θεωρείται πιο σημαντικό από το B και η τιμή που καταγράφεται στον πίνακα Saaty είναι π.χ. 2,3,5,7,9. Αν το $\text{Ratio} < 1$, τότε το λιμάνι B θεωρείται πιο σημαντικό από το A και καταγράφεται η αντίστροφη τιμή (π.χ. 1/2,1/3,1/5,1/7,1/9). Για παράδειγμα, αν η διακίνηση TEU του λιμανιού A είναι 5,3 εκατ. και του λιμανιού B είναι 2,65 εκατ. τότε $\text{Ratio} = 2$, άρα το λιμάνι A υπερέχει με μικρή προτίμηση και καταχωρείται η τιμή 2. Αν το $\text{Ratio} = 1/3$, τότε το λιμάνι B υπερέχει και καταχωρείται 1/3 στον πίνακα.

4.12. Ζευγαρωτή σύγκριση (Pairwise Comparison) κριτηρίων – Υπολογισμός βάρους κριτηρίων

Στο στάδιο αυτό, για τον καθορισμό της σπουδαιότητας των κριτηρίων, ακολουθεί η σύγκριση των κριτηρίων αξιολόγησης των λιμανιών μέσω της AHP (Πίνακας 14).

Πίνακας 14 Σύγκριση κριτηρίων ναυτικών λιμένων

Κριτήριο	Διακίνηση TEU (εκατ.)	Μέγεθος Λιμανιού (m ²)	Χρόνος Παραμονής (ώρες)	Βάθος Λιμένα (μέτρα)
Διακίνηση TEU (εκατ.)	1	1/3	1/2	1
Μέγεθος Λιμανιού (m ²)	3	1	3	5
Χρόνος Παραμονής (ώρες)	2	1/3	1	2
Βάθος Λιμένα (μέτρα)	1	1/5	1/2	1

Ακολουθείται η κατασκευή κανονικοποιημένου πίνακα κριτηρίων (πίνακας 15), υπολογίζοντας το άθροισμα του πίνακα 14 της κάθε στήλης, έπειτα διαιρείται το κάθε στοιχείο με το άθροισμα της αντίστοιχης στήλης και υπολογίζεται ο μέσος όρος κάθε γραμμής.

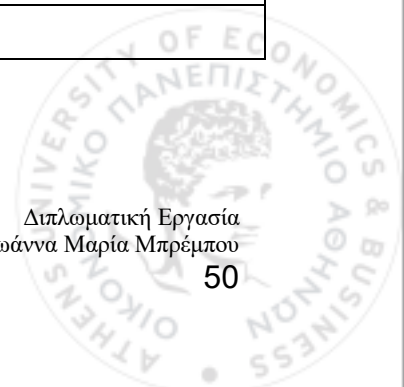
Πίνακας 15 Κανονικοποίηση του πίνακα 14

Κριτήριο	Διακίνηση TEU (εκατ.)	Μέγεθος Λιμανιού (m ²)	Χρόνος Παραμονής (ώρες)	Βάθος Λιμένα (μέτρα)
Διακίνηση TEU (εκατ.)	0.143	0.178	0.1	0.111
Μέγεθος Λιμανιού (m ²)	0.429	0.535	0.6	0.556
Χρόνος Παραμονής (ώρες)	0.286	0.178	0.2	0.222
Βάθος Λιμένα (μέτρα)	0.143	0.107	0.1	0.111

Στη συνέχεια, στο πίνακα 16, αποτυπώνονται τα τελικά βάρη των κριτηρίων, τα οποία προκύπτουν από τη διαδικασία της κανονικοποίησης και εκφράζουν τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου στη συνολική αξιολόγηση.

Πίνακας 16 Βάρος κριτηρίων λιμένων

Κριτήριο	Βάρος
Διακίνηση TEU	0.133
Μέγεθος Λιμανιού	0.530
Χρόνος Παραμονής Πλοίου	0.222
Βάθος Λιμένα	0.115



Από τα αποτελέσματα του πίνακα 16 διαπιστώνεται ότι το μέγεθος του λιμανιού έχει τη μεγαλύτερη βαρύτητα 53% που σημαίνει ότι αποτελεί το πιο σημαντικό κριτήριο για την επιλογή του καταλληλότερου λιμανιού. Έπειτα ακολουθεί ο χρόνος παραμονής του πλοίου με ποσοστό 22,2%, ο οποίος επηρεάζει σημαντικά τις αποφάσεις. Τα υπόλοιπα κριτήρια, δηλαδή η διακίνηση TEU με 13,3% και το βάθος λιμένα με 11,5%, θεωρούνται λιγότερο σημαντικά σε σύγκριση με τα δύο προηγούμενα κριτήρια.

4.13 Ζευγαρωτές συγκρίσεις (Pairwise Comparison) των εναλλακτικών ανά κριτήριο

Στο στάδιο αυτό, για τον καθορισμό της σπουδαιότητας των κριτηρίων, αξιοποιούνται οι πληροφορίες που δόθηκαν για τα τέσσερα κριτήρια των λιμανιών στο πίνακα 3. Έπειτα, αξιοποιώντας τη κλίμακα του Saaty για τα λιμάνια, όπως αξιοποιήθηκε πρωτύτερα για τις ναυτιλιακές διαδρομές, δημιουργούνται τέσσερις πίνακες (Πίνακες 17-20) σύγκρισης των κριτηρίων ανά ζεύγη βάσει αυτής της κλίμακας για τους τέσσερις λιμενικούς προορισμούς.

Πίνακας 17 Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο TEU

Λιμάνι	Πειραιάς	Ρότερνταμ	Τζέντα	Πορτ Σαϊντ
Πειραιάς	1	1/2	1	1
Ρότερνταμ	2	1	3	3
Τζέντα	1	1/3	1	1
Πορτ Σαϊντ	1	1/3	1	1



Πίνακας 18 Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο μέγεθος λιμανιού

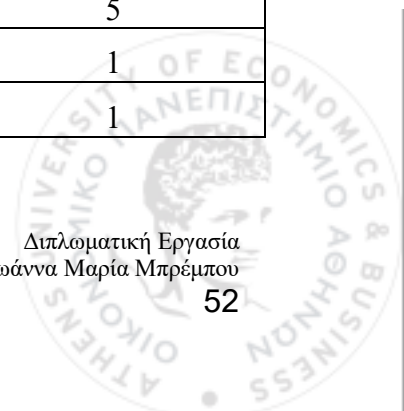
Λιμάνι	Πειραιάς	Ρότερνταμ	Τζέντα	Πορτ Σαϊντ
Πειραιάς	1	1/7	1/5	1/3
Ρότερνταμ	7	1	3	5
Τζέντα	5	1/3	1	3
Πορτ Σαϊντ	3	1/5	1/3	1

Πίνακας 19 Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο χρόνος παραμονής πλοίου

Λιμάνι	Πειραιάς	Ρότερνταμ	Τζέντα	Πορτ Σαϊντ
Πειραιάς	1	1/2	2	2
Ρότερνταμ	2	1	3	4
Τζέντα	1/2	1/3	1	1/2
Πορτ Σαϊντ	1/2	1/4	2	1

Πίνακας 20 Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο βάθος λιμένα

Λιμάνι	Πειραιάς	Ρότερνταμ	Τζέντα	Πορτ Σαϊντ
Πειραιάς	1	1/3	2	3
Ρότερνταμ	3	1	4	5
Τζέντα	1/2	1/4	1	1
Πορτ Σαϊντ	1/3	1/5	1	1



4.14 Υπολογισμός σχετικών βαρών κάθε κριτηρίου και των εναλλακτικών λιμένων

Στο παρακάτω πίνακα 21 παρατίθεται τα βάρη των τεσσάρων κριτηρίων επιλογής βέλτιστου λιμανιού ως προς κάθε κριτήριο αξιολόγησης. Οι τιμές εκφράζουν τη σχετική επίδοση κάθε λιμανιού ανά κριτήριο και αξιοποιούνται για τη σύνθεση της τελικής κατάταξης.

Πίνακας 21 Βάρη κριτηρίων βάσει εναλλακτικών επιλογών

Λιμάνι	Βάρος Κριτηρίου TEU	Βάρος Κριτηρίου Μέγεθος Λιμανιού	Βάρος Κριτηρίου Χρόνος Παραμονής Πλοίου	Βάρος Κριτηρίου Βάθος Λιμένα
Πειραιάς	0.191	0.057	0.252	0.236
Ρότερνταμ	0.465	0.558	0.472	0.972
Τζέντα	0.172	0.263	0.119	0.937
Πορτ Σάϊντ	0.172	0.122	0.157	1.015

Από το πίνακα 21 προκύπτει ότι το Ρότερνταμ υπερέχει σε όλα τα κριτήρια, κυρίως σε μέγεθος και βάθος λιμανιού. Ο Πειραιάς και η Τζέντα εμφανίζουν μέτρια βάρη, ενώ το Πορτ Σάϊντ έχει υψηλό βάθος, αλλά χαμηλότερες επιδόσεις στα υπόλοιπα κριτήρια.

4.15 Έλεγχος συνέπειας αποφάσεων κριτηρίων λιμανιών

Στο πίνακα 22 παρατίθενται οι τιμές όσον αφορά το ιδιοδιάνυσμα λ_{max} , τον δείκτη συνέπειας (Consistency Index) και τον βαθμό συνέπειας (Consistency Ratio).

Πίνακας 22 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων λ_{max} - CI - CR

	λ_{max}	CI	CR = CI / RI
Διακίνηση TEU	4.025	0.008	0.009
Μέγεθος Λιμανιού	4.176	0.058	0.065
Χρόνος Παραμονής Πλοίου	4.121	0.040	0.045
Βάθος Λιμένα	4.065	0.021	0.024

Σημείωση : RI (Random index) = 0,90

Από τα παραπάνω στοιχεία παρατηρείται ότι οι δείκτες ασυνέπειας για όλα τα κριτήρια όπως το TEU, το μέγεθος του λιμανιού, ο χρόνος παραμονής πλοίου και το βάθος λιμένα παρουσιάζουν χαμηλές τιμές $CR < 10\%$, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι συγκρίσεις είναι συνεπείς και αποδεκτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

5.1. Ερμηνεία αποτελεσμάτων για τις ναυτιλιακές διαδρομές

Η ανάλυση που πραγματοποιήσαμε με τη μέθοδο AHP μας επιτρέπει να συγκρίνουμε τις τέσσερις εναλλακτικές διαδρομές την Διώρυγα του Σουέζ, τη Διώρυγα του Παναμά, το Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα και το Στενό Malacca με βάση τα τέσσερα κριτήρια κόστος, χρόνος, απόσταση και ασφάλεια διέλευσης.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η Διώρυγα του Σουέζ συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη συνολική προτίμηση, ακολουθούμενη από το Στενό Malacca, ενώ η Διώρυγα του Παναμά και το Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα εμφανίζουν χαμηλότερη συνολική βαθμολογία. Παράλληλα, τα βάρη των κριτηρίων δείχνουν ότι το κόστος και ο χρόνος μεταφοράς αποτελούν τους βασικούς παράγοντες αξιολόγησης των ναυτιλιακών διαδρομών, γεγονός που αναδεικνύει τη σημασία της οικονομικής και λειτουργικής αποδοτικότητας. Αντίθετα, η απόσταση και η ασφάλεια διέλευσης εμφανίζουν χαμηλότερη σχετική βαρύτητα και λειτουργούν συμπληρωματικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

5.1.1. Διώρυγα Σουέζ

Η Διώρυγα του Σουέζ αναδεικνύεται ως η πιο συμφέρουσα επιλογή ναυτιλιακής διαδρομής, καθώς έχει υψηλή απόδοση σε όλα τα κριτήρια. Συγκεκριμένα, εμφανίζει την υψηλότερη βαθμολογία στο κριτήριο του κόστους και του χρόνου διέλευσης, γεγονός που τη καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστική για τη διεθνή ναυτιλία.

Παρά το γεγονός ότι δεν αποτελεί πάντοτε τη συντομότερη διαδρομή σε απόλυτα χιλιόμετρα, αξιολογείται ιδιαίτερα θετικά στο κριτήριο της απόστασης γεγονός που υποδηλώνει ευνοϊκή σχέση απόστασης, κόστους και χρόνου. Όσον αφορά την ασφάλεια, η Διώρυγα του Σουέζ παρουσιάζει υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας, αν και εξωγενείς παράγοντες, όπως γεωπολιτικές εντάσεις στην ευρύτερη περιοχή, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Από στρατηγικής πλευράς για ένα προμηθευτή που επιδιώκει τη συνολικά βέλτιστη επιλογή με ισορροπία μεταξύ κόστους, χρόνου και ασφάλειας, η Διώρυγα του Σουέζ αποτελεί τη πιο συμφέρουσα εναλλακτική επιλογή.

5.1.2. Στενό Malacca

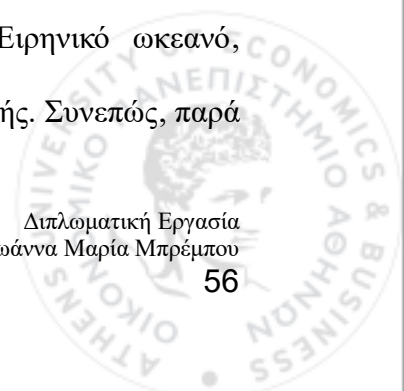
Το Στενό Malacca αποτελεί τη δεύτερη πιο προτιμώμενη επιλογή σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης AHP. Διακρίνεται ιδιαίτερα στο κριτήριο του χρόνου διέλευσης, καθώς η γεωγραφική του θέση το καθιστά κρίσιμο κόμβο για το παγκόσμιο εμπόριο, ειδικά για τις θαλάσσιες μεταφορές μεταξύ Ασίας και Ευρώπης. Επιπλέον, διακρίνεται για τη θετική του οικονομική απόδοση, γεγονός που το καθιστά ανταγωνιστικό σε όρους κόστους.

Ωστόσο, στο κριτήριο της ασφάλειας, το Στενό Malacca αξιολογείται χαμηλότερα σε σύγκριση με τη Διώρυγα του Σουέζ, καθώς η περιοχή αντιμετωπίζει περιστατικά πειρατείας και αυξημένους κινδύνους ναυσιπλοΐας. Παρόλα αυτά, παραμένει μια λειτουργική εναλλακτική διαδρομή, ιδιαίτερα όταν ο στόχος είναι η μείωση του χρόνου μεταφοράς και η αποφυγή γεωπολιτικών εντάσεων που σχετίζονται με άλλες διαδρομές.

5.1.3. Διώρυγα Παναμά

Η Διώρυγα του Παναμά εμφανίζει χαμηλότερη συνολική προτίμηση, κυρίως λόγω της μειωμένης ανταγωνιστικότητας της στα κριτήρια του κόστους και του χρόνου διέλευσης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες εναλλακτικές διαδρομές.

Παρόλα αυτά, η Διώρυγα του Παναμά παρουσιάζει υψηλή αξιολόγηση στο κριτήριο της ασφάλειας διέλευσης, γεγονός που τη καθιστά αξιόπιστη επιλογή για σταθερές και προβλέψιμες μεταφορές. Επιπλέον, η γεωγραφική της θέση προσφέρει σημαντικό πλεονέκτημα για διαδρομές που συνδέουν τον Ατλαντικό με τον Ειρηνικό ωκεανό, εξυπηρετώντας αποτελεσματικά τις αγορές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής. Συνεπώς, παρά



το υψηλότερο κόστος και το μεγαλύτερο χρόνο διέλευσης, παραμένει κρίσιμη υποδομή για περιφερειακές και ηπειρωτικές θαλάσσιες μεταφορές.

5.1.4. Βόρειο Θαλάσσιου Πέρασμα

Το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα, παρότι κατατάσσεται χαμηλότερα στη συνολική αξιολόγηση της ανάλυσης AHP, παρουσιάζει ορισμένα θετικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συγκρίσεων. Συγκεκριμένα, στο κριτήριο της απόστασης εμφανίζει μέτρια αξιολόγηση, με τιμές συγκρίσιμες με εκείνες της Διώρυγας του Παναμά, γεγονός που υποδηλώνει ότι για ορισμένα δρομολόγια μπορεί να αποτελεί γεωγραφικά αποδεκτή εναλλακτική.

Επιπλέον, στο κριτήριο του κόστους διέλευσης, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα δεν παρουσιάζει τη χαμηλότερη επίδοση, αλλά κατατάσσεται υψηλότερα από τη Διώρυγα του Παναμά, γεγονός που υποδηλώνει σχετική οικονομική ανταγωνιστικότητα σε σύγκριση με συγκεκριμένες εναλλακτικές. Ωστόσο η χαμηλή αξιολόγηση στο χρόνο διέλευσης και ιδιαίτερα στο κριτήριο της ασφάλειας περιορίζει σημαντικά τη συνολική του ελκυστικότητα.

Συνεπώς, βάσει των αποτελεσμάτων της AHP, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα δεν αποτελεί σήμερα κύρια επιλογή ναυτιλιακής διαδρομής, ωστόσο παρουσιάζει επιμέρους θετικά στοιχεία κυρίως σε όρους απόστασης και κόστους, τα οποία θα μπορούσαν να το καταστήσουν συμπληρωματική επιλογή υπό συγκεκριμένες συνθήκες των επιχειρήσεων.

5.2. Ερμηνεία αποτελεσμάτων για τα λιμάνια

Μετά την ανάδειξη της Διώρυγας του Σουέζ ως βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής από την προηγούμενη ανάλυση, η παρούσα ενότητα επικεντρώνεται στην αξιολόγηση των τεσσάρων λιμανιών που εντάσσονται στο σχετικό δίκτυο μεταφοράς. Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο AHP μας επιτρέπει να συγκρίνουμε τα τέσσερα κριτήρια διακίνηση TEU, μέγεθος λιμανιού, χρόνος παραμονής πλοίου και βάθος λιμανιού.

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το λιμάνι του Ρότερνταμ συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη συνολική προτίμηση, ακολουθούμενο από την Τζέντα, το Πορτ Σαΐντ και τον Πειραιά. Παράλληλα, τα βάρη των κριτηρίων δείχνουν ότι το μέγεθος του λιμανιού και ο χρόνος παραμονής των πλοίων αποτελούν τους βασικούς παράγοντες αξιολόγησης, γεγονός που αναδεικνύει τη σημασία της λειτουργικής αποδοτικότητας και της υποδομής. Αντίθετα, η διακίνηση TEU και το βάθος λιμανιού εμφανίζουν χαμηλότερη σχετική βαρύτητα και λειτουργούν συμπληρωματικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

5.2.1. Λιμάνι Ρότερνταμ

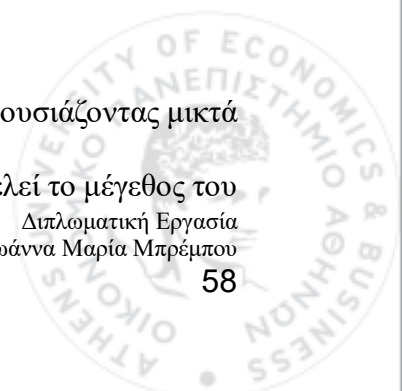
Το λιμάνι του Ρότερνταμ συγκεντρώνει την υψηλότερη συνολική βαθμολογία ως προς όλα τα κριτήρια που εξετάστηκαν για τα λιμάνια, παρουσιάζοντας κυριαρχία στα περισσότερα κριτήρια. Ξεχωρίζει ιδιαίτερα στο κριτήριο της διακίνησης TEU, γεγονός που υποδηλώνει εξαιρετικά υψηλή δυναμικότητα και ικανότητα εξυπηρέτησης μεγάλου όγκου εμπορευματοκιβωτίων.

Το μέγεθος του λιμανιού αποτελεί το ισχυρότερο ανταγωνιστικό του πλεονέκτημα, καθώς διαθέτει την υψηλότερη βαθμολογία στο συγκεκριμένο κριτήριο, επιτρέποντας τη ταυτόχρονη εξυπηρέτηση μεγάλου αριθμού πλοίων και τη μείωση φαινομένων συμφόρησης. Παράλληλα, ο μικρός χρόνος παραμονής των πλοίων ενισχύει την επιχειρησιακή του αποδοτικότητα.

Το σημαντικό βάθος του λιμανιού επιτρέπει τη προσέγγιση πλοίων μεγάλου βυθίσματος, μειώνοντας την ανάγκη εκβάθυνσης ή αναμονής σε ανοιχτή θάλασσα. Συνολικά, το λιμάνι του Ρότερνταμ εμφανίζει εξαιρετικές επιδόσεις σε όλα τα κριτήρια, καθιστώντας το πλέον το πιο ολοκληρωμένο και ανταγωνιστικό λιμάνι της ανάλυσης.

5.2.2. Λιμάνι Τζέντα

Το λιμάνι της Τζέντα κατατάσσεται δεύτερο στη συνολική αξιολόγηση, παρουσιάζοντας μικτά αποτελέσματα στα εξεταζόμενα κριτήρια. Σημαντικό θετικό στοιχείο αποτελεί το μέγεθος του



λιμανιού, το οποίο αξιολογείται σχετικά υψηλά και υποδηλώνει δυνατότητες εξυπηρέτησης μεγάλου αριθμού πλοίων.

Η διακίνηση TEU παρουσιάζει μέτρια επίδοση, χαμηλότερη από τα λιμάνια Ρότερνταμ και Πειραιά, αλλά συγκρίσιμη με τα υπόλοιπα λιμάνια της ανάλυσης. Αντίστοιχα, ο χρόνος παραμονής των πλοίων και το βάθος λιμένα εμφανίζουν χαμηλότερες βαθμολογίες, περιορίζοντας την επιχειρησιακή του αποδοτικότητα.

Παρά τους περιορισμούς, το λιμάνι της Τζέντα εμφανίζει δυναμική, καθώς η υφιστάμενη υποδομή του επιτρέπει βελτιώσεις μέσω στοχευμένων επενδύσεων και εκσυγχρονισμού .

5.2.3. Λιμάνι Πορτ Σαΐντ

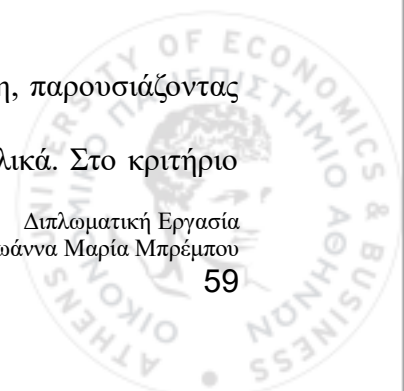
Το λιμάνι του Πορτ Σαΐντ κατατάσσεται τρίτο στη συνολική αξιολόγηση της ανάλυσης AHP. Στο κριτήριο της διακίνησης TEU εμφανίζει παρόμοια βαθμολογία με το λιμάνι της Τζέντα, γεγονός που υποδηλώνει περιορισμένη αλλά υπαρκτή εμπορευματική δραστηριότητα.

Ωστόσο, η χαμηλή επίδοση στο μέγεθος του λιμανιού, στο χρόνο παραμονής των πλοίων και στο βάθος του λιμανιού περιορίζει σημαντικά τη συνολική του ανταγωνιστικότητα. Τα χαρακτηριστικά αυτά δυσχεραίνουν την εξυπηρέτηση πλοίων μεγάλου μεγέθους και αυξάνουν τη πιθανότητα καθυστερήσεων για τις επιχειρήσεις.

Παρά τις αδυναμίες, η στρατηγική του θέση στην είσοδο της Διώρυγας του Σουέζ αποτελεί σαφές πλεονέκτημα, το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί περαιτέρω μέσω επενδύσεων σε υποδομές και λειτουργική αναβάθμιση.

5.2.4. Λιμάνι Πειραιά

Το λιμάνι του Πειραιά κατατάσσεται τελευταίο στη συνολική αξιολόγηση, παρουσιάζοντας θετικές επιδόσεις σε ορισμένα κριτήρια, χωρίς ωστόσο να υπερέχει συνολικά. Στο κριτήριο



της διακίνησης TEU, ο Πειραιάς εμφανίζει σχετικά χαμηλή αλλά λειτουργικά αποδεκτή βαθμολογία, γεγονός που υποδηλώνει περιορισμένη δυναμικότητα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα εξεταζόμενα λιμάνια.

Ο μικρός χρόνος παραμονής των πλοίων αποτελεί θετικό στοιχείο το οποίο συμβάλλει την αποτελεσματική εξυπηρέτηση. Ωστόσο, το βάθος του λιμανιού και κυρίως το μέγεθος του εμφανίζουν χαμηλότερες επιδόσεις, περιορίζοντας τη δυνατότητα προσέγγισης πολλών πλοίων μεγάλου μεγέθους και τη συνολική του ανταγωνιστικότητα

Παρόλα αυτά, η γεωγραφική του θέση σε άμεση εγγύτητα με τη Διώρυγα του Σουέζ ενισχύει τη στρατηγική του σημασία και το καθιστά κομβικό σημείο στο διεθνές δίκτυο, παρότι αποτελεί στοιχείο που δεν αποτυπώνεται πλήρως στη παρούσα ανάλυση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ

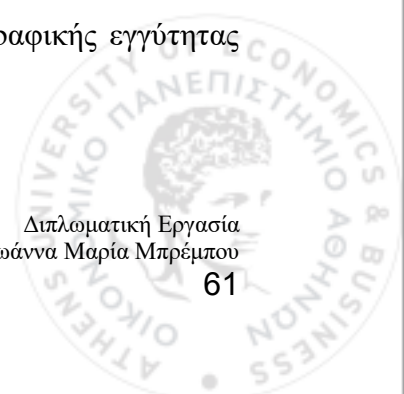
ΕΡΕΥΝΑ

6.1. Συμπεράσματα



Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο AHP προσφέρει ένας σαφές και τεκμηριωμένο πλαίσιο λήψης απόφασης τόσο για την επιλογή της βέλτιστης ναυτιλιακής διαδρομής όσο και για την επιλογή του καταλληλότερου λιμανιού που τη στηρίζει. Η Διώρυγα του Σουέζ αποδείχθηκε η πιο αποδοτική διαδρομή, καθώς συγκεντρώνει τα υψηλότερα βάρη στα τέσσερα βασικά κριτήρια κόστος, χρόνος, απόσταση και ασφάλεια διέλευσης, με έμφαση στο κόστος και τον χρόνο, που αναδείχθηκαν ως τα πιο σημαντικά κριτήρια για τη λήψη απόφασης. Η δεύτερη επιλογή, το Στενό Malacca, παρουσιάζει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα στο χρόνο διέλευσης, αλλά μειονεκτεί στην ασφάλεια. Παράλληλα, οι εναλλακτικές διαδρομές όπως η Διώρυγα του Παναμά ή το Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα, εμφανίζουν επιμέρους πλεονεκτήματα, όπως η στρατηγική σημασία για συγκεκριμένα εμπορικά δρομολόγια ή η προοπτική μελλοντικής αξιοποίησης λόγω κλιματικών εξελίξεων, παρότι στο παρόν παρουσιάζουν λειτουργικούς και οικονομικούς περιορισμούς. Συγκεκριμένα, το Βόρειο Θαλάσσιο Πέρασμα εμφανίζει μέτρια απόδοση σε απόσταση και κόστος, γεγονός που μπορεί να το καταστήσει συμπληρωματική επιλογή για ορισμένα δρομολόγια.

Αντίστοιχα στη σύγκριση των λιμένων, το Ρότερνταμ κατακτά τη μεγαλύτερη συνολική βαθμολογία, υπερέχοντας καθαρά σε όλα τα κρίσιμα κριτήρια δηλαδή τη διακίνηση TEU, το μέγεθος του λιμανιού, το βάθος του λιμανιού και το χαμηλό χρόνο παραμονής, με έμφαση στο μέγεθος και τον χρόνο παραμονής, που αποδείχθηκαν τα πλέον καθοριστικά για την αξιολόγηση. Παρόλο που βρίσκεται βορειότερα από τη Διώρυγα του Σουέζ, η συνδυαστική του ισχύς καθιστά αυτό το λιμάνι την πιο λειτουργικά αποδοτική επιλογή. Ταυτόχρονα, λιμάνια όπως η Τζέντα και το Πορτ Σαϊντ παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, λειτουργώντας ως κόμβοι για συγκεκριμένες αγορές και εμπορικές συναλλαγές, ενώ ο Πειραιάς, αν και περιορισμένης δυναμικότητας, διατηρεί στρατηγική σημασία λόγω γεωγραφικής εγγύτητας στη Διώρυγα.



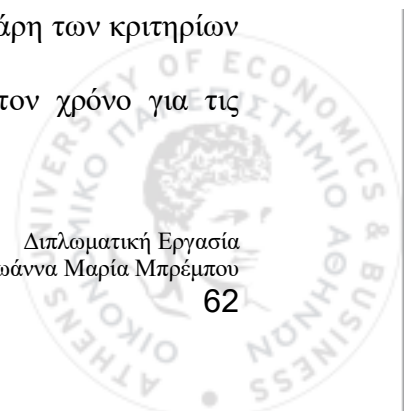
Η στρατηγική σύγκλιση μεταξύ της Διώρυγας του Σουέζ και του Ρότερνταμ αποτελεί ένα ισχυρό υπόδειγμα για τη διασύνδεση της γεωπολιτικής θέσης και επιχειρησιακής δυναμικής. Αντιθέτως, η περίπτωση του Πορτ Σαΐντ, παρόλο που είναι το πλησιέστερο λιμάνι στη Διώρυγα, υποδεικνύει πώς η εγγύτητα δεν αποτελεί επαρκές κριτήριο χωρίς την υποστήριξη των απαραίτητων υποδομών, αν και η θέση του το καθιστά λιμάνι με δυνητικές προοπτικές αναβάθμισης στο μέλλον.

Συμπεραίνοντας, η παρούσα ανάλυση υποδεικνύει ότι η επιλογή της Διώρυγας του Σουέζ ως ναυτιλιακής διαδρομής και του Ρότερνταμ ως λιμάνι τελικού προορισμού είναι ο βέλτιστος συνδυασμός για επιχειρήσεις που επιδιώκουν να μεγιστοποιήσουν την αποδοτικότητα, να ελαχιστοποιήσουν το κόστος και να ενισχύσουν τη αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού σε παγκόσμιο επίπεδο.

6.2. Περιορισμοί έρευνας

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε μέσω της μεθόδου AHP παρείχε ένα δομημένο και αξιόπιστο πλαίσιο συγκριτικής αξιολόγησης για τις τέσσερις βασικές ναυτιλιακές διαδρομές τη Διώρυγα του Σουέζ, τη Διώρυγα του Παναμά, το Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα και το Στενό Malacca, καθώς και τους τέσσερις λιμένες όπως το Ρότερνταμ, τον Πειραιά, τη Τζέντα και το Πορτ Σαΐντ. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμοί που επηρεάζουν τη γενικότητα και την αξιοπιστία των ευρημάτων.

Πρώτον, παρότι εφαρμόζεται ο δείκτης συνέπειας CR για την διασφάλιση της λογικής συνοχής των απαντήσεων, η μέθοδος AHP βασίζεται σε ζευγαρωτές συγκρίσεις, οι οποίες αντανακλούν τις προσωπικές εκτιμήσεις και κρίσεις των συμμετεχόντων. Ωστόσο, η εφαρμογή του δείκτη συνέπειας ενίσχυσε τη συνολική αξιοπιστία της ανάλυσης. Επιπλέον, τα βάρη των κριτηρίων καθορίζουν σημαντικά τα αποτελέσματα, με έμφαση στο κόστος και τον χρόνο για τις



διαδρομές και στο μέγεθος και τον χρόνο παραμονής για τα λιμάνια, γεγονός που περιορίζει τη γενικότητα των συμπερασμάτων.

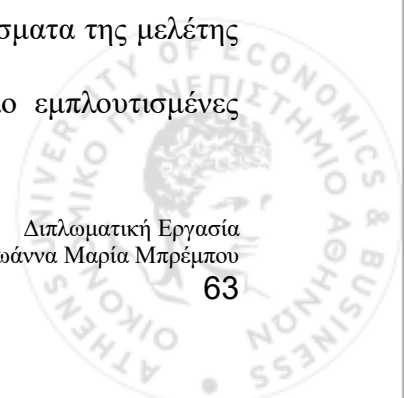
Δεύτερον, η ανάλυση στηρίχθηκε σε στατικά δεδομένα για τα λιμάνια και τις διαδρομές όπως το TEU, το βάθος λιμάνι, ο χρόνος παραμονής του πλοίου, η απόσταση διέλευσης, το κόστος διέλευσης και η ασφάλεια διέλευσης. Οι δυναμικές μεταβολές δεν λήφθηκαν υπόψιν, όπως αναπτυξιακά έργα, επενδύσεις, τρέχουσες ή πολιτικές εξελίξεις που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά, για παράδειγμα την απόδοση της Διώρυγας του Παναμά ή του λιμανιού της Τζέντα.

Τρίτον, ο αριθμός των εναλλακτικών είναι περιορισμένος, καθώς εξετάστηκαν μόνο τέσσερις ναυτιλιακές διαδρομές και τέσσερα λιμάνια. Αν και η επιλογή τους βασίστηκε σε στρατηγικά κριτήρια, παρέχοντας μια αντιπροσωπευτική εικόνα των βασικών παγκόσμιων κόμβων, δεν καλύπτει πλήρως το εύρος των διαθέσιμων επιλογών.

Επιπλέον, δεν ενσωματώθηκαν εξωτερικοί παράγοντες όπως η κλιματική αλλαγή, η ναυτιλιακή πολιτική, η διαθεσιμότητα καυσίμων ή οι γεωπολιτικές εξελίξεις. Αυτό επηρεάζει άμεσα διαδρομές όπως το Βόρειο Αρκτικό Πέρασμα, του οποίου η αποδοτικότητα εξαρτάται από το λιώσιμο των πάγων, αλλά και λιμάνια όπως το Πορτ Σαϊντ, το οποίο βρίσκεται σε ιδιαίτερη γεωπολιτική περιοχή και μπορεί να επηρεαστεί από εξωγενείς μεταβλητές.

Τέλος, η μελέτη έχει στατικό χρονικό ορίζοντα. Δεν περιλαμβάνονται μελλοντικές τάσεις ή προβλέψεις, όπως η επέκταση της Διώρυγας του Σουέζ, η ενίσχυση των υποδομών του λιμανιού του Πειραιά ή η τεχνολογική αναβάθμιση του Ρότερνταμ. Συνεπώς, τα αποτελέσματα αντανakλούν μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και ενδέχεται να διαφοροποιηθούν στο μέλλον.

Η κατανόηση αυτών των περιορισμών είναι απαραίτητα ώστε τα αποτελέσματα της μελέτης να ερμηνευτούν με προσοχή και να χρησιμοποιηθούν ως βάση για πιο εμπλουτισμένες μελλοντικές αναλύσεις.



6.3. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Με βάση τους παραπάνω περιορισμούς, προκύπτουν ορισμένες προτάσεις για περαιτέρω ερευνητική διερεύνηση, οι οποίες μπορούν να ενισχύσουν την αξιοπιστία, το βάθος και τη γενικότητα των ευρημάτων.

Μια πρώτη πρόταση αφορά τη διεύρυνση του αριθμού των υπό εξέταση λιμένων και ναυτιλιακών διαδρομών. Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να ενσωματώσουν περισσότερα διεθνή λιμάνια, όπως της Αμβέρσας, το Χάμπουργκ κτλ. και διαδρομές όπως η διαδρομή Cape Route ή το Transpacific Lane, για να εξεταστεί η εφαρμογή των ευρημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Δεύτερον, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο να χρησιμοποιηθούν δυναμικά δεδομένα που αν αποτυπώνουν τις τάσεις και τις προβλέψεις της ναυτιλίας όπως π.χ. μεταβολές στο κόστος καυσίμων, πολιτικές πλοήγησης, κλιματικές αλλαγές ή επενδυτικά σχέδια.

Επιπλέον, προτείνεται η ενσωμάτωση γεωπολιτικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων στο πλαίσιο αξιολόγησης, ώστε να λαμβάνονται υπόψη κρίσιμες μεταβλητές που επηρεάζουν την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα κάθε διαδρομής ή λιμένα .

Η χρήση συνδυαστικών πολυκριτηριακών μεθόδων θα μπορούσε επίσης να προσδώσει εγκυρότητα στα αποτελέσματα. Η σύγκριση ή ο συνδυασμός της AHP με άλλες τεχνικές όπως η TOPSIS ή η PROMETHEE θα μπορούσε να ενισχύσει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Τέλος, προτείνεται να εξεταστεί η ευαισθησία των αποτελεσμάτων μέσω σεναρίων μεταβολής των βαρών, ώστε να φανεί πώς επηρεάζεται η τελική κατάταξη όταν αλλάζουν οι προτεραιότητες των κριτηρίων. Επιπλέον, μια πιο εξειδικευμένη μελέτη ανά τύπο φορτίου ή κατηγορία πλοίου θα ενίσχυε πάλι τα αποτελέσματα της έρευνας.



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Διοίκηση Επιχειρήσεων MBA Part Time (2024-2026)

Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων μέσω AHP για το πρόβλημα της επιλογής λιμένων και ναυτιλιακών διαδρομών

Οι παραπάνω προτάσεις μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για μια εμπλουτισμένη και περισσότερο προσαρμοσμένη ανάλυση που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του σύγχρονου παγκόσμιου εμπορίου και της ναυτιλιακής στρατηγικής.



Διπλωματική Εργασία
Ιωάννα Μαρία Μπρέμπου

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ανέδειξε τη σημασία της στρατηγικής επιλογής θαλάσσιων διαδρομών και λιμένων στο πλαίσιο της σύγχρονης εφοδιαστικής αλυσίδας. Μέσω της εφαρμογής της μεθόδου AHP, δόθηκε η δυνατότητα πολυκριτηριακής αξιολόγησης των διαθέσιμων εναλλακτικών, προσφέροντας ένα δομημένο και αντικειμενικό πλαίσιο λήψης αποφάσεων για τις επιχειρήσεις. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για την ενίσχυση της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας όσο και για την προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του διεθνούς εμπορίου.

Πέρα από την οικονομική διάσταση, η επιλογή των κατάλληλων ναυτιλιακών διαδρομών και λιμένων φέρει σημαντικές κοινωνικές και περιβαλλοντικές προεκτάσεις. Η μείωση της απόστασης και του χρόνου μεταφοράς συμβάλλει στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων και στην πιο ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων, στοιχείο κρίσιμο για την προώθηση της βιώσιμης ναυτιλίας. Παράλληλα, η ενίσχυση της ανθεκτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί στρατηγικό στόχο για τη διασφάλιση της κοινωνικής και οικονομικής σταθερότητας, ειδικά σε περιόδους κρίσεων ή διαταραχών.

Στο μέλλον, η ενσωμάτωση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης και βάσης δεδομένων στην πολυκριτηριακή ανάλυση δύναται να ενισχύσει περαιτέρω την ακρίβεια και την προσαρμοστικότητα των στρατηγικών αποφάσεων. Επομένως, η συνέχιση της έρευνας προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να οδηγήσει σε καινοτόμες λύσεις που θα ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητα των ναυτιλιακών επιχειρήσεων, ενώ παράλληλα θα υπηρετούν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ



Πίνακας 1 : Κλίμακα του Saaty

Πίνακας 2 : Πληροφορίες κριτηρίων για τις ναυτιλιακές διαδρομές

Πίνακας 3 : Πληροφορίες κριτηρίων για τα λιμάνια

Πίνακας 4 : Ερμηνεία τιμών κλίμακας Saaty

Πίνακας 5 : Σύγκριση κριτηρίων αξιολόγησης ναυτιλιακών διαδρομών

Πίνακας 6 : Κανονικοποίηση του πίνακα 5

Πίνακας 7 : Βάρη κριτηρίων ναυτιλιακών διαδρομών

Πίνακας 8 : Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο κόστος διέλευσης

Πίνακας 9 : Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο χρόνος διέλευσης

Πίνακας 10 : Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο απόσταση διέλευσης

Πίνακας 11 : Σύγκριση ναυτιλιακών διαδρομών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο ασφάλεια

Πίνακας 12 : Βάρη κριτηρίων βάσει εναλλακτικών επιλογών

Πίνακας 13 : Παρουσίαση Αποτελεσμάτων λ_{max} - CI - CR

Πίνακας 14 : Σύγκριση κριτηρίων ναυτικών λιμένων

Πίνακας 15 : Κανονικοποίηση του πίνακα 14

Πίνακας 16 : Βάρος κριτηρίων λιμένων

Πίνακας 17 : Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο TEU



Πίνακας 18 : Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο μέγεθος λιμανιού

Πίνακας 19 : Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο χρόνος παραμονής πλοίου

Πίνακας 20 : Σύγκριση λιμανιών με τη χρήση της κλίμακας Saaty για το κριτήριο βάθος λιμένα

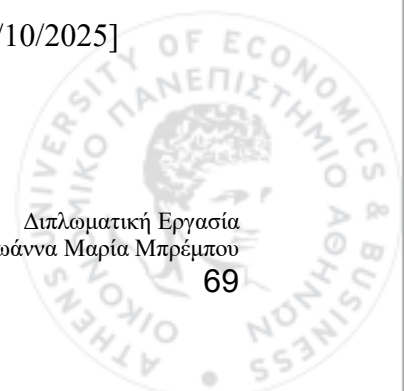
Πίνακας 21 : Βάρη κριτηρίων βάσει εναλλακτικών επιλογών

Πίνακας 22 : Παρουσίαση Αποτελεσμάτων λ_{max} - CI - CR

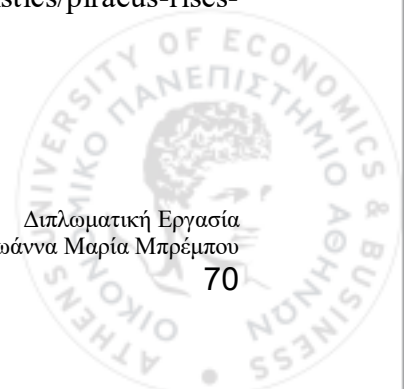
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ / ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ



- Adarrab, A. and Mamad, M. (2024). Systematic review of port choice criteria for evaluating port attractiveness determinants (Part II): Introducing the PACS Model/Tool. *Scientific Journal of Maritime Research*, Vol 39, pp. 186-208.
- Beacon (2025) Port congestion holds steady at major hubs as mid-sized ports struggle. Available at: <https://www.beacon.com/resources/port-congestion-september-2024> [Accessed 02/10/2025].
- Bahaithm M.A., Hameed A.Z. (2024) Optimization of energy consumption in a maritime transit network. *International journal of engineering research and technology*, Vol. 13 (9).
- Bhatti, O.K. and Hanjra, A.R., (2019). Development prioritization through analytical hierarchy process (AHP) - decision making for port selection on the one belt one road. *Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies Operations and Production Management*, Vol. 19 No. 3, pp 275-292.
- CEIC Data (2025). Netherlands port congestion: port stay duration: Rotterdam Maasvlakte: Container ships. Available at : <https://www.ceicdata.com/en/netherlands/port-congestion-port-stay-duration-by-port-and-vessel-type/port-congestion-port-stay-duration-rotterdam-maasvlakte-container-ships> [Accessed 26 September 2025]
- CEIC Data (2025). Port congestion: anchorage stay duration by port and vessel type – port said supporting vessels. Available at : <https://www.ceicdata.com/en/egypt/port-congestion-anchorage-stay-duration-by-port-and-vessel-type/port-congestion-anchorage-stay-duration-port-said-supporting-vessels> [Accessed 02/10/2025]



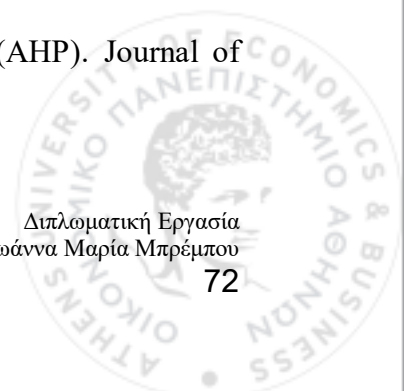
- Chan, F.T.S., 2003. Interactive selection model for supplier selection process: an analytical hierarchy process approach. *International Journal of Production Research*, 41(15), pp. 3549-3579.
- Chou, C.-C. (2010). AHP model for the container port choice in the multiple -ports region. *Journal of Marine Science and Technology*, 18(2).
- Dasgupta, S. (2018) Indian shipping industry – an ocean of opportunities. 55th National Maritime Day Celebration Conference, 5 April 2018, Indian Maritime University, Kolkata.
- De Boer, L., Labro, E. and Morlacchi, P.,2001. A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(2), pp.75-89.
- Ding, J.-F., Jhong, C.-H.,Huang, W.-C., and Taleizadeh, A.-A. (2014). Use of the fuzzy AHP method to evaluate key factors influencing new cross-strait shuttle shipping routes, *Marine Technology Society Journal*, Vol.48(3), pp.125-137.
- Elentably A. (2015) Strategic and operational plan implementation of seaports (utilization Jeddah Port), *TransNav the international journal on marine navigation and safety of sea transportation*. Vol. 9 (4), pp. 489-497.
- Georgoulas, D., Koliouisis, I. and Papadimitriou, S. (2023). An AHP enabled port selection multi-source decision support system and validation: insights from the ENIRISST project. *Journal of Shipping and Trade*, Vol. 8 (16).
- Glass D. (2024) Piraeus rises to 4th largest container port in Europe. *Sea trade Maritime News*. Available at : <https://www.seatrade-maritime.com/ports-logistics/piraeus-rises-to-4th-largest-container-port-in-europe> .[Accessed 02/10/2025]



- Holmberg, S. (2000). A systems perspective on supply chain measurement, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30 (10), pp. 847-868.
- Huang, S. H., Sheoran, S. K., Wang, Ge, (2004), A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model, *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), pp. 23-29.
- Ibazebo, E., Savsani, V., Siddhpura, A., Siddhpura, M. And Savsani, P. (2025). Novel fuzzy multi- criteria decision framework for maritime infrastructure maintenance, *Infrastructures*, Vol. 10 (89).
- Janvier -James, A.M. (2012) A new introduction to supply chains and: definitions and theories perspective, *International Business Research*, 5 (1). pp.194-207.
- Koçak, S.T., and Yercan, F. (2021). Comparative cost-effectiveness analysis of Arctic and international shipping routes: A fuzzy analytic hierarchy process, *Transport Policy*, Vol. 114,pp. 147-164.
- Kurt, I. Boulougouris, E., and Turan, O. (2015). An AHP decision support model for the hub port choice of the shipping liners on the Mediterranean region. *International Conference on Shipping in Changing Climates*.
- Lee S.-W., Song J.-M., Park S.-J., Sohn B.-R. (2014) A study on the comparative analysis of port competitiveness using AHP, *International journal of maritime affairs and fisheries*, Vol.6 No.1, pp.053-071.
- Li Z., Ding L., Huang L., Ringsberg J.W., Gong H., Fournier N. and Chuang Z. (2023). Cost-benefit analysis of a trans-arctic alternative route to the Suez canal: a method

based on high fidelity ship performance, weather, and ice forecast models, *Journal of Marine Science and Engineering*, 11, 711.

- Liu D., Liu Z., Kang H.S., Siow C.L., Soares C.G. (2024), Traffic complexity assessment on the Malacca strait with traffic zone matrix based on AIS data, *Ocean Engineering*, V.314 (1).
- Liu, J. Wu, J., & Gong, Y. (2023). Maritime supply chain resilience: From concept to practice, *Computers & Industrial Engineering*, 182, p. 109366.
- Martinez-Moya J., Vanelslander T., Feo-Valero M. and Debón A. (2025) Transshipment port competitiveness assessment: the importance of port location. *WMU Journal of Maritime Affairs*. Vol 24, pp. 179-199
- Mendoza, A. (2007) Effective methodologies for supplier selection and order quantity allocation. Doctoral thesis. The Pennsylvania State University.
- Ministry of transport – Arab republic of Egypt (2024) Report on significant activities ensued during 2024. Maritime transport and logistics sector (MTLS). Available at : <https://www.mts.gov.eg/wp-content/uploads/2025/05/%D8%A5%D9%86%D8%AC%D8%A7%D8%B2%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B7%D8%A7%D8%B9-%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%8A%D8%A6%D8%A7%D8%AA-%D8%A5%D9%86%D8%AC%D9%84%D9%8A%D8%B2%D9%8A-2024.pdf> [Accessed 02/10/2025].
- Mittal, N. and McClung, D. (2016). Shippers' changing priorities in port selection decision – A survey analysis using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Journal of Transportation Research Forum*, 55(3), pp. 119-136.



- Perrotis N. (2022) 2022 Global Seaport Review: Piraeus, Greece, CBRE. Available at : <https://www.cbre.com/insights/local-response/2022-global-seaport-review-piraeus>
[Accessed 02/10/2025]
- Port of Rotterdam (n.d.) Facts and figures. A wealth of information. Make it happen. Available at : <https://www.portofrotterdam.com/en/experience-online/facts-and-figures>
[Accessed 26 September 2025].
- Pham T.Y., Kim K.Y. and Yeo G.T. (2018), The Panama Canal expansion and its impact on east-west liner shipping route selection, Sustainability, MDPI, vol. 10(12), pp. 1-16.
- Ploos van Amstel, R. and D’hert, G. (1996), “Performance indicators in distribution”, The International Journal of Logistics Management, Vol. 7 No. 1, pp. 73-82.
- Port of Call Consulting (2024). Piraeus port – combining ancient history with modern convenience. Available at : <https://port-of-call.co.za/2024/04/25/piraeus-port-combining-ancient-history-with-modern-convenience> [Accessed 02/10/2025].
- Saaty, T.L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of mathematical psychology, Vol.15(3),234-281.
- Sahin, B. (2019). Route prioritization by using fuzzy analytic hierarchy process extended Dijkstra Algorithm, Journal of ETA Maritime Science, Vol. 7 (1), pp.3-15.
- Qu, S., She, Y., Zhou, Q., Verschuur, J., Zhao, L.-T., Liu, H., Xu, M. and Wei, Y.-M. (2024). Modeling the dynamic impacts of maritime network blockage on global supply chains. The Innovation, 5(4), p.100653.



- Ranzan P. A, Cislighi T.P. and Fernandes E.B. (2024). Suez Canal: An exploratory study on alternative trade routes. *International Business and Management Review*, Vol 19, No1, pp. 42-62.
- Remko I. V. H. (1998), “Measuring the unmeasurable – measuring and improving performance in the supply chain”, *Supply Chain Management*, Vol. 3 No. 4, pp. 187–192.
- Shyu, W.-H. and Ding, J.F. (2016). Key factors influencing the building of arctic shipping routes, *The Journal of Navigation*, Vol.69 (6), pp. 1261-1277.
- Sipahi, S. and Timor, M. (2010). The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications, *Management Decision*, 48 (5), pp.775-808.
- Skogen, S. & Stenrød, J.M. (2015) Managing the supply base through supply base reduction and supplier development: A case study in the maritime industry. P, Norwegian University of Science and Technology, Department of Industrial Economics and Technology Management
- Sotiroski, L., (2016). The EU and International legal Framework in Maritime Safety. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 25(1), pp. 297-313.
- Spina, G., Caniato, F., Luzzini, D., Ronchi, S. (2013) . Past, present and future trends of purchasing and supply management: An extensive literature review, *Industrial Marketing Management* 42, pp. 1202-1212.
- Swift, C.O., 1995. Preferences for single selection criteria: sourcing and supplier. *Journal Business Research*, 32(!), pp.105-111.



- Thiruchelvam, S. and Tookey, J.E. (2011). Evolving trends of supplier selection criteria and methods, *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 4, pp. 437-454.
- United Nations conference on trade and development (n.d.). Case study 8: Ports of Rotterdam and Antwerp, Netherlands and Belgium. Resilient maritime logistics. Available at: <https://resilientmaritimelogistics.unctad.org/guidebook/case-study-8-ports-rotterdam-and-antwerp-netherlands-and-belgium> [Accessed 26 September 2025]
- Verma, R. & Pullman, M.E., 1998. An analysis of the supplier selection process. *Omega: The International Journal of Management Science*, 26(6), pp.739-750.
- Wang, J., Li, M., Liu, Y., Zhang, H., Zou, W. and Cheng, L. (2014). Safety assessment of shipping routes in the South China Sea based on the fuzzy analytic hierarchy process, *Safety Science*, Vol. 62, pp.46-57.
- Wilson, E.J., 1994. The relative importance of supplier selection criteria: A review and update. *International Journal of purchasing and materials management*, 30(2), pp.34-41.
- Younis G., Kamar L.B. and Attya H. (2010). Development strategy of the port said container terminal. Available at : https://www.researchgate.net/publication/294450073_Development_strategy_of_the_port_said_container_terminal [Accessed 02/10/2025]
- Τζιαντζόπουλος, Κ. (2023). Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων με τη χρήση της Python. Μελέτη περίπτωσης με δεδομένα από τη Eurostat, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

