

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ”**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ
ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΚΤΟΠΛΟΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ:
ΜΙΑ ΠΟΛΥΕΠΙΠΕΔΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΩΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: BOMBA MARIANNA

Δήλωση

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του ΤΜΧΠΠΑ και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λ.π., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του ΠΘ ή και του ΤΜΧΠΠΑ.

Ημερομηνία:

Ονοματεπώνυμο:

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών “Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός”. Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας για τους νέους ορίζοντες γνώσης και σκέψης που μου πρόσφερε μέσα από το συγκεκριμένο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών και κυρίως τους διδάσκοντες του Μεταπτυχιακού Προγράμματος, που μέσα από τις εισηγήσεις τους, μου εμφύσησαν το ενδιαφέρον και την αγάπη για την έρευνα.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Τσιώτα Δημήτριο πρωτίστως, για την εμπιστοσύνη που έδειξε σε εμένα και στις ικανότητές μου, εν συνεχεία, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα πολύ σημαντικό θέμα και τέλος, για τις εύστοχες και πολύ εποικοδομητικές παρατηρήσεις που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας, παρά το ιδιαίτερα βεβαρημένο πρόγραμμα του. Θα ήθελα να τονίσω ότι ήταν μεγάλη μου τιμή και χαρά που συνεργάστηκα μαζί του.

Κλείνοντας, δεν θα ήταν δυνατόν να μην εκφράσω την αμέριστη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου, για την απεριόριστη στήριξη της καθ’ όλη την διάρκεια φοίτησης μου.

Θα ήθελα να αναφέρω ότι τυχόν αβλεψίες, λάθη και παραλήψεις στην παρούσα εργασία βαρύνουν αποκλειστικά και μόνο εμένα την ίδια.

Περίληψη

Η έντονη νησιωτικότητα της Ελλάδας δημιουργεί μια επιτακτική ανάγκη ύπαρξης ενός εκτενούς και ενοποιημένου δικτύου ακτοπλοϊκών μεταφορών, το οποίο θα εξυπηρετεί τις ανάγκες σύνδεσης και ταυτοχρόνως θα συντελεί στην ανάπτυξη της εθνικής και περιφερειακής της οικονομίας. Στο πλαίσιο αυτής της αναγκαιότητας, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη των τοπολογικών ιδιοτήτων του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου (GMN) αναλύοντας τη δομή και τη λειτουργικότητά του ενώ παράλληλα, επιδιώκει να αναδείξει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς. Ως μεθοδολογική προσέγγιση επιλέχθηκε η ανάλυση σύνθετων δικτύων καθώς επιτρέπει την ολοκληρωμένη μελέτη του GMN, συνδυάζοντας τη μοντελοποίηση του με την παράλληλη ποσοτικοποίηση των κρίσιμων παραμέτρων και ιδιοτήτων του. Στα πρώτα κεφάλαια της εργασίας, δομείται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο θα βασιστεί η μελέτη και πραγματοποιείται μια σύντομη θεώρηση των βασικών εννοιών, που θα χρησιμοποιηθούν κατά την ανάλυση και ερμηνεία. Πιο συγκεκριμένα, στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή στη θεωρία των δικτύων, εστιάζοντας στη συμβολή της στη μελέτη των πολύπλοκων συστημάτων μεταφορών. Στο τρίτο κεφάλαιο, η μελέτη επικεντρώνεται στη διττή φύση του ακτοπλοϊκού δικτύου, το οποίο παρουσιάζεται αφενός ως ένα σύστημα μεταφοράς και αφετέρου ως ένα σύστημα αγοράς. Εν συνεχεία, παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία παρέχοντας βασικούς όρους που χρησιμοποιούνται στο σύνολο της ανάλυσης που ακολουθεί. Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας, αναλύοντας τα βασικά μέτρα του GMN αλλά και τα μέτρα τοπολογίας και κεντρικότητας των κόμβων του, μέσα από τα οποία αντλείται πληροφορία για την σημαντικότητα των λιμένων του δικτύου. Στο έκτο κεφαλαίο το GMN μελετάται ως ένα σύστημα αγοράς, διαιρούμενο σε επιμέρους αγορές και επιχειρείται ο προσδιορισμός της μορφής του συνολικού συστήματος αγοράς αλλά και των επιμέρους αγορών του, μέσω του υπολογισμού του δείκτη Herfindahl-Hirschman. Τέλος, η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων επιχειρεί να αποτυπώσει τη σύνθετη σχέση μεταξύ μεταφορών, αγοράς και περιφερειακής ανάπτυξης, προτείνοντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης του GMN ως πολυδιάστατο σύστημα, προσφέροντας πολύτιμη γνώση για τη περαιτέρω έρευνα του ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου.

Λέξεις κλειδιά: Μεταφορικά συστήματα, ακτοπλοϊκό δίκτυο, επιστήμη των δικτύων, ακτοπλοϊκή αγορά.

Title of this thesis: Study of the Topology and Spatial Dynamics of the Greek Maritime Transport Network.

Abstract

The intense insularity of Greece creates an imperative need for an extensive and integrated ferry transportation network, that meets connectivity needs while simultaneously contributing to the development of the national and regional economy. Within this context, the present study focuses on examining the topological properties of the Greek Maritime Network (GMN) by analyzing its structure and functionality while at the same time, it seeks to highlight the special characteristics of the Greek ferry market. As a methodological approach, complex network analysis was selected because it enables a comprehensive study of the GMN, combining its modeling with the simultaneous quantification of its critical parameters and properties. The initial chapters of the study establish the theoretical framework on which the research is based and provide a brief overview of the fundamental concepts employed during the analysis and interpretation. Specifically, the second chapter introduces network theory, emphasizing its contribution to the study of complex transportation systems. The third chapter focuses on the dual nature of the ferry network, presenting it both as a transportation system and as a market system. Subsequently, the proposed methodology is outlined, offering key terms used throughout the analysis. In the fifth chapter, the application of the proposed methodology is carried out by analyzing the fundamental measures of the GMN, as well as the topological and centrality measures of its nodes. These measures yield valuable insights into the importance of the network's ports. In the sixth chapter, the GMN is examined as a market system, segmented into submarkets, with an effort to determine the structure of the overall market system and its submarkets through the calculation of the Herfindahl-Hirschman Index. Finally, the evaluation of the results seeks to illustrate the complex relationship between transportation, markets, and regional development, proposing a comprehensive framework for understanding the GMN as a multidimensional system. This study offers valuable insights for the further exploration of the Greek ferry network.

Keywords: Transportation systems, ferry network, network science, coastal market.

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	12
Κεφάλαιο 2. Το πλαίσιο της επιστήμης των δικτύων	15
2.1 Εισαγωγή στα δίκτυα	15
2.2 Η θεωρία των γράφων.....	15
2.3 Η επιστήμη των δικτύων και η συμβολή της στην μελέτη συστημάτων μεταφορών... ..	17
Κεφάλαιο 3. Η διττή υπόσταση του εθνικού ακτοπλοϊκού δικτύου ως σύστημα μεταφοράς και ως σύστημα αγοράς	20
3.1 Η περιφερειακή ανάπτυξη ως συνάρτηση των συστημάτων μεταφοράς.	20
3.2 Το ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο ως ένα σύστημα μεταφοράς.	23
3.3 Το Ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο ως σύστημα αγοράς.	25
Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογικό πλαίσιο.....	29
4.1. Μοντελοποίηση δικτύου	31
4.2 Μέτρα δικτύου	35
4.3 Τοπολογία δικτύου	40
Κεφάλαιο 5. Ανάλυση δικτύου	50
5.1 Ανάλυση βασικών μέτρων δικτύων	50
5.2 Ανάλυση βασικών μέτρων τοπολογίας και κεντρικότητας των κόμβων του GMN.	56
5.3 Σημαντικότητα κόμβων-λιμένων του δικτύου	62
Κεφάλαιο 6. Μελέτη της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς	65
6.1 Προσδιορισμός της μορφής της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς μέσω του υπολογισμού του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI)	65
6.2 Επιμερισμός του δικτύου σε αγορές βάσει των περιοχών δραστηριοποίησης των ναυτιλιακών εταιριών	69
6.3 Υπολογισμός του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI) για τις επιμέρους αγορές Α, Β και Γ	78

Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα, περιορισμοί και περαιτέρω έρευνα.....	83
Βιβλιογραφία.....	92
Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία	92
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	93
Πηγές άντλησης δεδομένων μοντελοποίησης των δικτύων	95
Παράρτημα.....	96

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1.1 Αποτελέσματα υπολογισμού των βασικών μέτρων των δικτύων.	51
Πίνακας 5.3.1 Συχνότητες εμφάνισης των λιμανιών σε κοινότητες.....	63
Πίνακας 6.1.1 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά.	68
Πίνακας 6.3.1 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Αγορά Α.....	79
Πίνακας 6.3.2 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Αγορά Β.....	80
Πίνακας 6.3.3 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Αγορά Γ.....	81

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 4.3.1 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας σημείου-σημείου (point-to-point topology).....	41
Σχήμα 4.3.2 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας διαύλου (bus topology).....	42
Σχήμα 4.3.3 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας αστέρα.	43
Σχήμα 4.3.4 Ενδεικτική απεικόνιση της Τοπολογίας δακτυλίου.	44
Σχήμα 4.3.5 Ενδεικτική απεικόνιση της πλήρους τοπολογίας πλέγματος.....	45
Σχήμα 4.3.6 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογία πλέγματος μερικής συνδέσεως.....	46
Σχήμα 4.3.7 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογία δένδρου.	47
Σχήμα 4.3.8 Ενδεικτική απεικόνιση της υβριδικής τοπολογίας (συνδυασμός τοπολογίας αστέρα και δακτυλιδιού).	48
Σχήμα 4.3.9 Ενδεικτική απεικόνιση της γραμμικής τοπολογίας.	48

Κατάλογος Σχεδιαγραμμάτων

Σχεδιάγραμμα 4.1.2 Βήματα μεθοδολογίας της εργασίας.....	30
--	----

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 6.1.1 Διαχωρισμός ναυτιλιακών εταιριών σε major και minor operators....	67
---	----

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 5.2.1 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής βαθμού (Degree) στο GMN....	57
Χάρτης 5.2.2 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής Ενδιαμεσότητας (Betweenness Centrality) στο GMN.....	58
Χάρτης 5.2.3 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής της Κεντρικότητας εγγύτητας (Closeness centrality) στο GMN.....	59
Χάρτης 5.2.4 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής της χωρικής ισχύος (spatial strength) στο GMN.	60
Χάρτης 5.2.5 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής της συναρμολογησιμότητας (modularity) στο GMN.	61
Χάρτης 6.2.1 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Seajet.....	70
Χάρτης 6.2.2 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Grimaldi lines.....	71
Χάρτης 6.2.3 Συνολικός χάρτης με τις περιοχές δραστηριοποίησης όλων των ναυτιλιακών εταιριών.	72
Χάρτης 6.2.4 Περιοχές δραστηριοποίησης της κόκκινης ομάδας (Αγορά Α).	74
Χάρτης 6.2.5 Περιοχές δραστηριοποίησης της μπλε ομάδας (Αγορά Β).	75
Χάρτης 6.2.6 Περιοχές δραστηριοποίησης της μπλε ομάδας (Αγορά Γ).	76
Χάρτης 6.2.7 Χωρική απεικόνιση των επιμέρους αγορών.	77

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1.1 Η λύση του Euler στο πρόβλημα του Königsberg (μια απλή αναπαράσταση του προβλήματος).....	16
Εικόνα 4.1.1 Αναπαράσταση Force Atlas του GMN.	33
Εικόνα 4.1.2 Ενότητες του GMN που παράχθηκαν από την αναπαράσταση Force Atlas.	34
Εικόνα 5.1.1 Απεικόνιση των δικτύων των εταιριών Kerkyra lines και Ionion pelagos.	55
Εικόνα 6.2.1 Δίκτυο συνδέσεων μεταξύ των ναυτιλιακών εταιριών με άξονα τα κοινά λιμάνια που εξυπηρετούν.....	73

Κατάλογος Χαρτών Παραρτήματος

Χάρτης Α-1 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Seajet.....	97
Χάρτης Α-2 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Blue Star Ferries.	98
Χάρτης Α-3 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Hellenic Seaways.	99
Χάρτης Α-4 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Dodekanisos Seaways.	100
Χάρτης Α-5 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Cyclades Fast Ferries.	101
Χάρτης Α-6 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Zante Ferries.	102
Χάρτης Α-7 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Golden Star Ferries.	103
Χάρτης Α-8 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Sea Speed Ferries.	104
Χάρτης Α-9 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Aegeon Pelagos Sea Lines.	105
Χάρτης Α-10 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Anes Ferries.	106

Χάρτης Α-11 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Superfast Ferries.	107
Χάρτης Α-12 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Ane kalymnou.	108
Χάρτης Α-13 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Aegean Flying Dolphins.	109
Χάρτης Α-14 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Small Cyclades Lines.	110
Χάρτης Α-15 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Aegean Sea Lines.	111
Χάρτης Α-16 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Levante Ferries.	112
Χάρτης Α-17 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Lefkada Palace.	113
Χάρτης Α-18 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Saronic Ferries.	114
Χάρτης Α-19 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Anek Superfast.	115
Χάρτης Α-20 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Triton Ferries.	116
Χάρτης Α-21 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Maistros Santorini.	117
Χάρτης Α-22 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Skyros Shipping.	118
Χάρτης Α-23 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Magic Sea Ferries.	119
Χάρτης Α-24 Χάρτης Α 24 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Ionion Pelagos.	120
Χάρτης Α-25 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Kerkyra Lines.	121
Χάρτης Α-26 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Alpha Lines.	122

Χάρτης A-27 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Minoan Lines.....	123
Χάρτης A-28 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Ventouris Ferries.	124
Χάρτης A-29 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Goutos Lines.....	125
Χάρτης A-30 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Kerkyra Seaways.	126
Χάρτης A-31 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Red Star.	127
Χάρτης A-32 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Alko Ferries.	128
Χάρτης A-33 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Lafasi. ..	129
Χάρτης A-34 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Karystia Lines.....	130
Χάρτης A-35 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Sebeco Lines.....	131
Χάρτης A-36 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Grimaldi Lines.....	132
Χάρτης A-37 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Nova Ferries.	133
Χάρτης A-38 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Sea Service.	134
Χάρτης A-39 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Horizon Sea Lines.....	135
Χάρτης A-40 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Lefkimi Lines.....	136

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Οι κοινωνίες και γενικά τα συστήματα επικοινωνίας που δημιουργεί ο άνθρωπος συστήνονται αναπτύσσονται και εξελίσσονται εντός ενός ορισμένου χωρικού πλαισίου που χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο ανθρώπινων και φυσικών περιορισμών όπως είναι η απόσταση, ο χρόνος, η διοικητική διαίρεση και η τοπογραφία. Ο συνδυασμός των παραπάνω περιορισμών παράγει χωρική τριβή που μεταφράζεται σε οικονομικό και χρονικό κόστος (Rodrigue et al., 2009). Καθοριστικό ρόλο στην υπερνίκηση της χωρικής τριβής διαδραματίζουν τα μεταφορικά συστήματα (χερσαίο, εναέριο, θαλάσσιο) δρώντας ως μέσο γεφύρωσης των αποστάσεων, επιταχύνοντας την κυκλοφορία του κεφαλαίου, δηλαδή την αύξηση της αποδοτικότητας και την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων κέρδους και συντελώντας σε αυτό που ονόμασε ο Μαρξ «εκμηδένιση του χώρου δια του χρόνου» (Σκάγιαννης, 1994). Ταυτόχρονα, τα μεταφορικά συστήματα αποτελούν παράγοντα υψίστης σημασίας για την κοινωνικοοικονομική και πολιτισμική ανάπτυξη κάθε σύγχρονης κοινωνίας, αφού εξυπηρετούν τις έμφυτες ανάγκες του ανθρώπου για «κινητικότητα» και «επικοινωνία» (Πολύζος, 2019).

Τα μεταφορικά συστήματα υπήρξαν και παραμένουν άρρηκτα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη των περιφερειών και τη γεωγραφική θέση των μεγάλων αστικών κέντρων (περιφέρειες και πόλεις που βρίσκονταν πάνω σε οδικούς ή θαλάσσιους άξονες, δηλαδή σε λιμάνια ή σε συγκοινωνιακούς κόμβους) (Πολύζος, 2011). Σύμφωνα με τον Πολύζο (2019) ένα άρτιο σύστημα μεταφορών μειώνει το «γενικευμένο κόστος μεταφοράς», αυξάνει την εμβέλεια πώλησης των προϊόντων κάθε περιφέρειας, εντείνει το χωρικό ανταγωνισμό και συμβάλλει στη μείωση του κόστους διάθεσης κάθε μονάδας προϊόντος. Το παραπάνω καταδεικνύει το γεγονός ότι, οι επιδράσεις των εν λόγω μεταφορικών συστημάτων στο οικονομικό και κοινωνικό τοπίο των περιφερειών είναι ευρύτερες (wider effects) και δεν περιορίζονται στην μετακίνηση και την συνδεσιμότητα μεταξύ των περιοχών (Πολύζος, 2011; Πολύζος, 2015).

Στην Ελλάδα, τα μεταφορικά συστήματα έχουν ιδιαίτερη σημασία λόγω της γεωγραφικής ποικιλομορφίας της χώρας. Οι οδικές, σιδηροδρομικές, αεροπορικές και ακτοπολικές μεταφορές αποτελούν βασικούς πυλώνες για τη σύνδεση του ηπειρωτικού με το νησιωτικό τμήμα της χώρας, καθώς και για την υποστήριξη του τουρισμού, ο οποίος εντάσσεται στους κυριότερους τομείς της Ελληνικής οικονομίας. Ταυτόχρονα όμως, τα

μεταφορικά δίκτυα της χώρας έρχονται αντιμέτωπα με μια κύρια πρόκληση, την επίτευξη μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας με την ταυτόχρονη διατήρηση και βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης. Αυτή η πρόκληση εντείνει την αναγκαιότητα για την παράγωγή ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού και την παροχή κατευθύνσεων μέσω της μελέτης των πολύπλοκων μεταφορικών δικτύων της χώρας.

Σε επίπεδο επιστημονική έρευνας, τομείς όπως η οικονομική επιστήμη, η περιφερειακή επιστήμη και η επιστήμη της γεωγραφίας προσπαθούν να μελετήσουν και να προσφέρουν λύση στις παραπάνω προκλήσεις ακολουθώντας πλήθος διαφορετικών προσεγγίσεων και μεθοδολογιών μεταξύ των οποίων, οι χαρτογραφικές μέθοδοι, οι μέθοδοι χωρικής ανάλυσης και τα οικονομετρικά υποδείγματα. Ωστόσο η κάθε μια από τις προαναφερθείσες μεθόδους εστιάζει και μελετά μια μεμονωμένη πτυχή αδυνατώντας να παρέχει μια ολιστική εικόνα του δικτύου. Την παραπάνω αναγκαιότητα για την μελέτη των πολύπλοκων μεταφορικών δικτύων έρχεται να καλύψει το επιστημονικό πεδίο της ανάλυσης σύνθετων δικτύων. Η εφαρμογή της επιστήμης της ανάλυσης σύνθετων δικτύων επιτρέπει την σε βάθος κατανόηση της δομής και των λειτουργιών των πολύπλοκων μεταφορικών δικτύων περιγράφοντας τα ως διμερή σύνολα από δρώντες και από τις μεταξύ τους συνδέσεις (Τσιώτας, 2016).

Στο πλαίσιο αυτό και λαμβάνοντας υπόψιν την αυξημένη και πολυδιάστατη νησιωτική γεωμορφολογία της Ελλάδας, η παρούσα διπλωματική εργασία θέτει στο επίκεντρο του ερευνητικού της ενδιαφέροντος την μοντελοποίηση και μελέτη του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου (GMN), κάνοντας χρήση των μεθόδων της επιστήμης της ανάλυσης σύνθετων δικτύων. Η μελέτη του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου προσεγγίζεται διττά. Η πρώτη προσέγγιση αφορά την χωρική πληροφορία που εμπεριέχεται στην δομή του δικτύου. Σε αυτή την προσέγγιση, δίνεται έμφαση στη χωρική δομή του δικτύου, δηλαδή στους κόμβους (λιμάνια) και τις σχέσεις τους δηλαδή τις συνδέσεις (δρομολόγια). Εξετάζονται χαρακτηριστικά όπως η συνδεσιμότητα, η κατανομή των δρομολογίων ανά ναυτιλιακή εταιρία και η γεωγραφική κάλυψη των δρομολογίων. Αυτή η ανάλυση μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την προσβασιμότητα, την συνδεσιμότητα, την κάλυψη, την επάρκεια και τη χωρική αποτελεσματικότητα του δικτύου.

Στην δεύτερη προσέγγιση το δίκτυο λογίζεται ως μια αγορά και μέσω της μοντελοποίησης του δικτύου και των οικονομικών αναλύσεων επιχειρείται η εξόρυξη

πληροφοριών για την δυναμική της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς. Η ανάλυση αυτή μπορεί να προσφέρει αξιοποιήσιμη γνώση για τη βιωσιμότητα του δικτύου, την τιμολογιακή πολιτική, τη συμπεριφορά των ναυτιλιακών εταιριών και των χρηστών του. Αυτές οι δύο προσεγγίσεις, αν και διακριτές, συνδυαστικά είναι ικανές να παρέχουν μια συνολική εικόνα του ακτοπλοϊκού συστήματος, συνδυάζοντας χωρικά δεδομένα με οικονομικές αναλύσεις. Η επιχειρούμενη μεθοδολογική προσέγγιση αναμένεται να αποδειχθεί γόνιμη, καθώς μέσω αυτής καθίσταται εφικτή η καλύτερη κατανόηση των προκλήσεων και των ευκαιριών που παρουσιάζει το ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο, καθώς και η χάραξη στρατηγικών για τη βελτίωσή του.

Κεφάλαιο 2. Το πλαίσιο της επιστήμης των δικτύων.

2.1 Εισαγωγή στα δίκτυα

Πριν αναπτυχθεί το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μια σύντομη θεώρηση των δύο βασικών εννοιών που θα αναφερθούν παρακάτω της έννοιας του «Δικτύου» και του «Γράφου».

Η έννοια του δικτύου είναι δυνατό να λάβει πλήθος ερμηνειών ανάλογα με τον επιστημονικό τομέα που την ερμηνεύει συνεπώς είναι εξαιρετικά δύσκολη η απόδοση της με έναν ορισμό. Σύμφωνα με ένα γενικό ορισμό της έννοιας του δικτύου, δίκτυο θεωρείται οποιοδήποτε σύνολο στοιχείων (nodes) μεταξύ των οποίων υφίστανται συνδέσεις-δεσμοί (links) συγκεκριμένου τύπου που τους συνδέουν (Borgatti & Lopez-Kidwell, 2011). Η γραφική αναπαράσταση-απεικόνιση ενός δικτύου ονομάζεται γράφος ή γράφημα. Σύμφωνα με τον Μωυσιάδη (2002) γράφος G είναι ένα σύνολο p κορυφών (vertices) $V(G)=\{v_1, v_2, \dots, v_p\}$, εφοδιασμένο με ένα σύνολο q ακμών (edges) $E(G)=\{x_1, x_2, \dots, x_q\}$, όπου $x_i=\{u_i, v_i\}$ με $u_i, v_i, i=1, 2, \dots, q$, στοιχεία του $V(G)$.

Η μετατροπή ενός δικτύου του πραγματικού κόσμου σε ένα γράφο αποτελεί μια απλή διαδικασία η οποία ακολουθεί δυο κύριους κανόνες αναπαράστασης. Ο πρώτος κανόνας είναι ότι κάθε τερματικό ή σημείο τομής γίνεται κόμβος και ο δεύτερος αλλά εξίσου σημαντικός κανόνας, είναι ότι οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων αποτυπώνονται ως ευθύγραμμα τμήματα-ακμές (Rodrigue et al, 2013). Η χρησιμότητα ενός γράφου έγκειται στην ικανότητα του για αποκωδικοποίηση της λανθάνουσας πληροφορίας που εμπεριέχει η δομή ενός δικτύου. Η λανθάνουσα πληροφορία μπορεί να ερμηνευτεί μόνο με την γραφική αναπαράσταση του δικτύου ως Γράφο (Graph) (Τσιώτας, 2016).

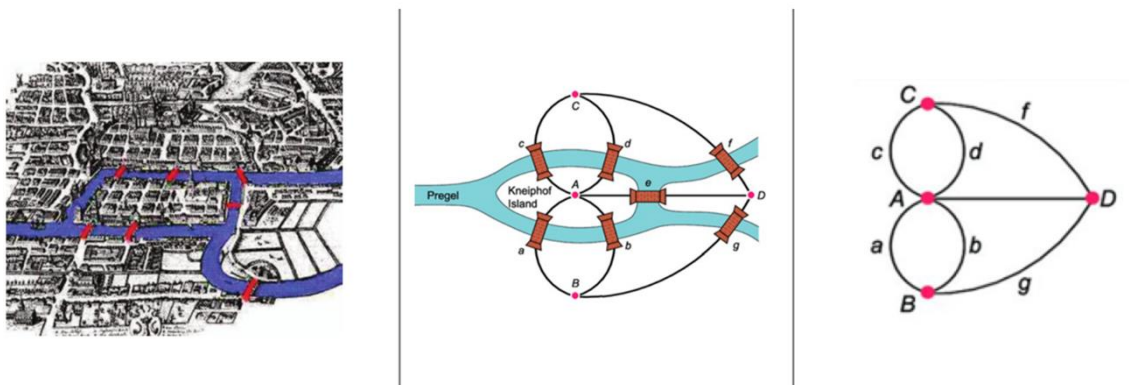
2.2 Η θεωρία των γράφων

Η θεωρία των γράφων είναι ένα πεδίο των διακριτών μαθηματικών που μελετάει δομές που αναπαριστούν σχέσεις μεταξύ αντικειμένων και παρέχει θεωρητικό και μεθοδολογικό υλικό για τη μελέτη της δομής, της αρχιτεκτονικής και της τοπολογίας των δικτύων. Η προέλευση της θεωρίας των γράφων χρονολογείται πίσω στο 1735 στην πόλη Königsberg της Πρωσίας (τώρα πόλη Kaliningrad στην Ρωσία). Η πόλη βρισκόταν δίπλα

στον ποταμό Πρέγκελ, εντός του οποίου υπήρχαν δύο μικρά νησιά τα οποία συνδέονταν με την πόλη μέσω επτά γεφυρών. Οι έξι από τις επτά γέφυρες συνέδεαν τις όχθες με τις νησίδες, ενώ η μια ένωνε τα δύο νησιά μεταξύ τους. Μέσω των περιπάτων που έκαναν οι κάτοικοι της πόλης, τέθηκε το ερώτημα αν είναι δυνατό να κάνει κάποιος τον περίπατο του και να περάσει και από τις 7 γέφυρες, χωρίς να περάσει από κάποια γέφυρα δεύτερη φορά.

Ο διάσημος Ελβετός μαθηματικός Leonhard Euler έφτιαξε ένα σχέδιο της πόλης και βασιζόμενος σε αυτό δημιούργησε μια απλοποιημένη αναπαράσταση, στην οποία τα τμήματα της ξηράς τα αποτύπωσε ως κόμβους και τις γέφυρες ως ακμές που τα συνδέουν (Εικόνα 2.1.1). Από την απλοποιημένη αναπαράσταση του προβλήματος αντιλήφθηκε ότι δεν ήταν εφικτό κάποιος να διασχίσει και τις επτά γέφυρες διαδοχικά και μόνο μία φορά και μπόρεσε να αποδείξει ότι το πρόβλημα δεν είχε δυνατή λύση θέτοντας με αυτό τον τρόπο τα θεμέλια της θεωρίας των γράφων (Toroczkaί, 2005).

Εικόνα 2.1.1 Η λύση του Euler στο πρόβλημα του Königsberg (μια απλή αναπαράσταση του προβλήματος).



Πηγή: Toroczkaί, 2005; ιδία επεξεργασία.

Αργότερα, κατά τη δεκαετία 1880–1890 ο Βρετανός μαθηματικός Cayley (1889) χρησιμοποίησε μια προσέγγιση θεωρίας γραφημάτων με σκοπό την μελέτη ενός συγκεκριμένου τύπου γραφημάτων τα δέντρα (Cayley-trees). Τα δέντρα Cayley αποτελούν γραφήματα χωρίς βρόχους στα οποία κάθε κόμβος έχει τον ίδιο αριθμό συνδέσεων, εκτός από τους κόμβους στο τέλος των γραφημάτων (κορυφές φύλλων) (Derrible & Kennedy, 2011).

Έπειτα, κατά το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα, ο Γάλλος μαθηματικός Μπερζέ (1962) χρησιμοποίησε τον κυκλωματικό αριθμό μ (cyclomatic number μ) που καλείται επίσης και αριθμός 1st-Betti. Ο δείκτης μ μετράει τον αριθμό των ανεξάρτητων βρόχων ή των κύκλων σε έναν γράφο και παρέχει μια εικόνα για τη δομή και τη συνδεσιμότητα του δικτύου (Derrible & Kennedy, 2011).

Η θεωρία των γράφων χρησιμοποιήθηκε και ενισχύθηκε από ένα πλήθος ερευνητών όπως για παράδειγμα τον Möbius (1840), Gustav Kirchhoff (1847) και τον William Rowan Hamilton (1859) (Μουσιάδης, 2002). Όμως, η εφαρμογή της θεωρίας των γράφων στην μελέτη των συστημάτων μεταφορών εισήχθη στα τέλη της δεκαετίας του 1950 με τον Avondo Bodino (1962) να εφαρμόζει υπάρχοντες δείκτες στα συστήματα οδικών μεταφορών (Derrible & Kennedy, 2011). Από τότε, η χρήση της θεωρίας των γράφων ως τεχνική μοντελοποίησης έχει βρει αναρίθμητες εφαρμογές σε διάφορους κλάδους.

2.3 Η επιστήμη των δικτύων και η συμβολή της στην μελέτη συστημάτων μεταφορών

Όπως προαναφέρθηκε η θεωρία των γράφων έθεσε τις βάσεις για το μεθοδολογικό πλαίσιο της μοντελοποίησης και της μελέτης ενός δικτύου και εν γένει για την ανάπτυξη της επιστήμης των δικτύων. Η επιστήμη των δικτύων αποτελεί ένα διεπιστημονικό τομέα που έχει ως αντικείμενο την αναπαράσταση, την μελέτη της λειτουργίας και των χαρακτηριστικών των δικτύων. Η χρησιμότητα του κλάδου της επιστήμης των δικτύων διαφαίνεται από την προσφορά της στην κατανόηση δικτύων που χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας, τα οποία ονομάζονται σύνθετα ή πολύπλοκα δίκτυα (complex networks) (Albert & Barabási, 2002). Στον πραγματικό κόσμο πληθώρα δικτύων από διαφορετικούς επιστημονικούς χώρους, χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας. Ενδεικτικά παραδείγματα σύνθετων-πολύπλοκων δικτύων αποτελούν οι δομές του εγκεφάλου, η κινητή τηλεφωνία, οι κοινωνικές σχέσεις και τα συστήματα μεταφοράς τα οποία πραγματεύεται η παρούσα μελέτη.

Τα συστήματα μεταφοράς ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των χωρικών δικτύων. Ο όρος χωρικό δίκτυο σε ένα πλαίσιο απαλλαγμένο από μαθηματική αυστηρότητα, αναφέρεται σε ένα δίκτυο που περιγράφει ένα σύστημα επικοινωνιών μεταξύ στοιχείων (κόμβων) που υπάρχουν και αλληλεπιδρούν εντός ενός ορισμένου

χωρικού πλαισίου. Σύμφωνα με τον Τσιώτα (2016) ένας μαθηματικά αυστηρότερος ορισμός του χωρικού δικτύου αντιμετωπίζει το χωρικό δίκτυο ως ένα διμερές σύνολο G_s (V, E), που αποτελείται από ένα σύνολο κόμβων $V(G_s)$ και από ένα σύνολο των μεταξύ τους συνδέσεων $E(G_s)$, στο οποίο οι κόμβοι και οι μεταξύ τους συνδέσεις είναι τοποθετημένοι σε έναν χώρο εφοδιασμένο με μια μετρική συνάρτηση ή συνάρτηση απόστασης $d(x, y)$. Στα χωρικά δίκτυα ο σχεδιασμός και η εξέλιξή τους είναι φυσικά περιορισμένοι αντί για μη χωρικά δίκτυα όπως οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, η εταιρική οργάνωση και τα βιολογικά συστήματα, τα οποία συνήθως περιορίζονται από άλλους παράγοντες και όπου ο χώρος παίζει μικρότερο ρόλο (Rodrigue et al., 2013).

Το κύριο ερώτημα όμως, αυτής της υποενότητας είναι πως η επιστήμη των δικτύων συμβάλει στην μελέτη των συστημάτων μεταφορών. Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα μπορεί να δοθεί από το παράδειγμα της επίλυσης του Euler στο πρόβλημα των επτά γεφυρών του Königsberg που αναφέρθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο ως η απαρχή για την εξέλιξη της θεωρίας των γράφων. Έχοντας ως άξονα την επίλυση του Euler μπορούμε να αντιληφθούμε την χρησιμότητα της επιστήμης των δικτύων η οποία παρέχει το εργαλείο της αναπαράστασης στην μελέτη συστημάτων μεταφορών. Τα συστήματα μεταφοράς για να μελετηθούν αναπαρίστανται συνήθως χρησιμοποιώντας δίκτυα ως αναλογία για τη δομή και τις ροές τους. Η αναπαράσταση ενός μεταφορικού δικτύου ως γράφου (G) με την απεικόνιση μιας πόλης, μιας οδικής διασταύρωσης ή ενός τερματικού σταθμού μεταφορών (όπως λιμάνια και αεροδρόμια) ως σύνολο κορυφών (V) και τις απτές διαδρομές όπως δρόμοι και σιδηροδρομικές γραμμές ή τις λιγότερο απτές διαδρομές όπως αεροπορικοί και θαλάσσιοι διάδρομοι ως ένα σύνολο ακμών (E) που συνδέουν τους παραπάνω κόμβους, επιτρέπει τη σε βάθος κατανόηση της δομής του αναφερόμενου δικτύου καθώς και πως διάφοροι παράμετροι επηρεάζουν την απόδοση του.

Η μελέτη της δομής ενός δικτύου παρέχει την ικανότητα αναγνώρισης δυναμικών που δύνανται να ασκήσουν τοπικής ή καθολικής κλίμακας επιρροή σε ένα δίκτυο. Με τον όρο δομή ενός δικτύου αναφερόμαστε στο σύνολο των στοιχείων που συγκροτούν ένα δίκτυο και καθορίζουν το είδος και την μορφή του. Η δομή του δικτύου αναδεικνύει το σύνολο των χαρακτηριστικών που προσδιορίζουν την τοπολογική διαμόρφωση του και τη χωρική του μορφή, προβάλλοντας το είδος και τον τρόπο κατασκευής των κόμβων και των συνδέσεων του. Σύμφωνα με τον Τσιώτα (2016), η δομή ενός δικτύου είναι ικανή να ευνοήσει την επικράτηση μιας τεχνολογίας αν εφαρμοστεί σε ένα τμήμα του δικτύου

όπου μπορεί να διαδοθεί αυξητικά αλλά ταυτόχρονα η διάχυση της παραπάνω τεχνολογίας υπάρχει πιθανότητα να αποσβεστεί αν εισέλθει σε μια συνεκτική συστάδα του δικτύου, δηλαδή σε μια κλειστή ομάδα ατόμων που εμφανίζουν ισχυρές συνδέσεις μεταξύ τους και δεν επηρεάζονται από το εξωτερικό περιβάλλον. Κατ' επέκταση και προσαρμογή του ανωτέρω μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η δομή ενός μεταφορικού δικτύου είναι ικανή να ευνοήσει την ροή ατόμων από το ένα σημείο στο άλλο, ή να την αποθαρρύνει. Η γνώση της ροής ατόμων από το ένα σημείο στο άλλο σε μια πόλη ή μια χώρα είναι μια πολύ σημαντική πληροφορία καθώς επηρεάζει πολλές πτυχές της εκάστοτε κοινωνίας και εμπλέκεται σε πολλά σύγχρονα προβλήματα, όπως εξάπλωση ασθενειών, συμφόρηση, αστική εξάπλωση, δομή των πόλεων.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η επιστήμη των δικτύων φαίνεται πως έχει καθοριστική προσφορά στην ανάλυση των συστημάτων μεταφορών και εν γένει στην ανάλυση σύνθετων δικτύων. Για τον ανωτέρω λόγο επιλέχθηκε ως μεθοδολογικό και θεωρητικό πλαίσιο στην παρούσα εργασία για την μελέτη του ακτοπολοϊκού μεταφορικού δικτύου του Ελλαδικού χώρου.

Κεφάλαιο 3. Η διττή υπόσταση του εθνικού ακτοπλοϊκού δικτύου ως σύστημα μεταφοράς και ως σύστημα αγοράς.

3.1 Η περιφερειακή ανάπτυξη ως συνάρτηση των συστημάτων μεταφοράς.

Όπως προαναφέρθηκε ένα δίκτυο μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα χωροχρονικό πλαίσιο και να αποκτήσει χωρική αναφορά, συνεπώς η μελέτη των δικτύων εντάσσεται στο πλαίσιο έρευνας της περιφερειακής ανάπτυξης. Για τον ορισμό της έννοιας της περιφερειακής ανάπτυξης είναι απαραίτητη η κατανόηση των δυο συστατικών μερών της. Ξεκινώντας με το πρώτο συστατικό μέρος, ως περιφέρεια ορίζεται μια συνεκτική γεωγραφική ενότητα που χαρακτηρίζεται από ορισμένα κοινά στοιχεία (κοινωνικά, οικονομικά, γεωμορφολογικά, γεωγραφικά κ.α) που την διαφοροποιούν. Εν συνεχεία, η ανάπτυξη σαν όρος αποτελεί μια πολυσύνθετη διαδικασία η οποία δεν περιορίζεται μόνο στην αύξηση της παραγωγής, του εισοδήματος και εν γένει στην βελτίωση των οικονομικών συνθηκών αλλά συμβαδίζει με την άνοδο των περιβαλλοντικών, πολιτιστικών και κοινωνικών συνθηκών μιας περιοχής (Πολύζος, 2011). Συνεπώς, η περιφερειακή ανάπτυξη ως έννοια καλύπτει ένα ευρύ πεδίο το οποίο συνίσταται από ένα σύνολο διεργασιών για την ταυτόχρονη επίτευξη κοινωνικής, πολιτιστικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής ανάπτυξης μιας περιοχής.

Η περιφερειακή ανάπτυξη συνδέεται άρρηκτα τόσο με την ύπαρξη συστημάτων μεταφοράς, όσο και με την παροχή ενός ανταγωνιστικού επιπέδου υπηρεσιών μεταφοράς ανθρώπων και αγαθών. Εξ ορισμού, τα συστήματα μεταφοράς εξυπηρετούν την αποτελεσματική διανομή αγαθών και τη μετακίνηση ανθρώπων παρέχοντας πρόσβαση σε πλήθος προορισμών και συμβάλλοντας στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των περιοχών (Polyzos & Tsiotas, 2020). Μακροπρόθεσμα, η βελτίωση της προσβασιμότητας και της κινητικότητας μπορεί να προκαλέσει ευρείες κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στις συνδεδεμένες περιφέρειες και να επηρεάσει τη κατανομή των οικονομικών δραστηριοτήτων, την αστική διαμόρφωση των χρήσεων γης, την αποτελεσματικότητα των οικονομικών δραστηριοτήτων και την ανταγωνιστικότητα των περιφερειών (Venables & Laird, 2017).

Η ύπαρξη και λειτουργία ορθά σχεδιασμένων μεταφορικών υποδομών και δικτύων καθιστά μια περιφέρεια ικανή να αποκτά συγκριτικά πλεονεκτήματα, σε σχέση με μια περιφέρεια που διαθέτει λιγότερο αναπτυγμένο δίκτυο μεταφορών. Για παράδειγμα, τα ανεπτυγμένα μεταφορικά συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη γεωγραφική κατανομή και ανάπτυξη των οικονομικών δραστηριοτήτων (Αγγελίδης, 2000). Δεν μπορεί να απονεμηθεί στην τυχαιότητα το γεγονός της συγκέντρωσης της βιομηχανικής δραστηριότητας, ακόμα και στις περιπτώσεις που η βιομηχανία θα έπρεπε να συγκεντρώνεται στα σημεία ύπαρξης των πρώτων υλών, πλησίον των μεγάλων αστικών κέντρων όπου βρισκόταν ανεπτυγμένες μεταφορικές υποδομές.

Συγχρόνως, η δημιουργία της πλειονότητας των μεταφορικών υποδομών χαρακτηρίζεται ως ένα αναπαραγωγικό έργο καθώς οι δραστηριότητες που εξυπηρετούν εντάσσονται ως εισροή σε άλλες οικονομικές δραστηριότητες (Σκάγιαννης, 1994). Η σημασία τους ως αναπτυξιακός παράγοντας, επισημαίνεται ιδιαίτερα από τους θεωρητικούς της οικονομικής ανάπτυξης (Rosestein-Rodan, Hirschman, Rostow). Στα θεωρητικά τους υποδείγματα, οι υποδομές αναφέρονται ως προωθητικός παράγοντας της ανάπτυξης, καθώς σαν τεχνικά έργα μεγάλης κλίμακας δημιουργούν αναπτυξιακές δυνατότητες, στις περιοχές που χωροθετούνται και μπορούν να λειτουργήσουν ως προωθητικές βιομηχανίες. Με τον όρο προωθητικές βιομηχανίες σύμφωνα με τον Hirschman χαρακτηρίζονται τα έργα ή οι δραστηριότητες που είναι ικανά να προσελκύσουν και να υποβοηθήσουν στην λειτουργία και στην ανάπτυξη νέων οικονομικών δραστηριοτήτων, καθώς και να κινητοποιήσουν τοπικές επιχειρηματικές δυνάμεις (Σκάγιαννης, 1994).

Στα παραπάνω θα μπορούσαμε ενδεικτικά να προσαρμόσουμε κάποιες θεωρίες Περιφερειακής – Οικονομικής Ανάπτυξης. Για παράδειγμα, η Θεωρία σωρευτικής αιτιότητας του Myrdal, για την περίπτωση της αύξησης των ανισοτήτων, υποστηρίζει πως υπάρχουν κέντρα ανάπτυξης που δημιουργήθηκαν λόγω φυσικών ή άλλων πλεονεκτημάτων, στα οποία η οικονομική ανάπτυξη πραγματοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με την «περιφέρεια», διευρύνοντας έτσι το ήδη υπάρχον χάσμα μεταξύ τους (Πολύζος, 2011). Κατ' αντιστοιχία θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι υπάρχουν οι περισσότερο ανεπτυγμένες περιφέρειες που δημιουργήθηκαν λόγω χωρικών πλεονεκτημάτων και ενισχύθηκαν με μεταφορικές υποδομές και οι πιο αδύναμες περιφέρειες που δεν απολαμβάνουν χωρικά πλεονεκτήματα και δεν υποστηρίζονται στο

μέγιστο βαθμό από μεταφορικά συστήματα. Σύμφωνα με την παραπάνω θεωρία, η οικονομική δραστηριότητα θα σωρεύεται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό στην αναπτυγμένη περιφέρεια, λόγω των πλεονεκτημάτων της και λόγω εξωτερικών οικονομιών και οικονομιών κλίμακας, σε σχέση με την πιο αδύναμη περιφέρεια, διευρύνοντας έτσι το ήδη υπάρχον χάσμα μεταξύ τους. Οι δυνάμεις της αγοράς αντί να ελαττώνουν τις ανισότητες μεταξύ των περιφερειών τις διευρύνουν «ενισχύοντας την ροή κεφαλαίου και εργασίας από τις λιγότερο ανεπτυγμένες στις ανεπτυγμένες περιφέρειες» (Pike, Rodríguez-Pose & Tomaney, 2006).

Έπειτα η Θεωρία των πόλων ανάπτυξης του Perroux αναφέρει ότι η χωρική και βιομηχανική ανάπτυξη δεν εμφανίζεται παντού και ταυτόχρονα αλλά εμφανίζεται σε σημεία-πόλους ανάπτυξης με διαφορετική ένταση και έπειτα εξαπλώνεται στο σύνολο του οικονομίας (Πολύζος, 2011). Οι πόλοι ανάπτυξης βρίσκονται σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου που διαθέτουν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα. Σαν πόλος ανάπτυξης μπορεί να θεωρηθούν οι περιφέρειες με ανεπτυγμένες μεταφορικές υποδομές οι οποίες λειτουργούν ως προωθητικές βιομηχανίες και οδηγούν στην ανάπτυξη της οικονομίας στη ζώνη επιρροής του πόλου αυτού και διαχέεται σε όλη την περιφέρεια. Η διαδικασία αυτή δημιουργεί ορισμένες ανεπτυγμένες περιφέρειες και άλλες υποανάπτυκτες. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται διαπεριφερειακές ανισότητες και σύμφωνα με τον Λαγό (2007) «Καμία από τις χώρες στις οποίες εφαρμόστηκε αυτή η στρατηγική, δεν έκανε ουσιαστικά βήματα στην περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη».

Επίσης, σύμφωνα με τη Θεωρία νέας οικονομικής γεωγραφίας (Krugman 1996), το κόστος μεταφοράς και ο γεωγραφικός παράγοντας επηρεάζει την κατανομή οικονομικών δραστηριοτήτων στο χώρο (Πετράκος & Ψυχάρης, 2016). Συνεπώς, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι, περιφέρειες που απολαμβάνουν τα οφέλη που προκύπτουν από τις μεταφορικές υποδομές και από τον ανταγωνισμό μεταξύ των εναλλακτικών μεταφορικών συνδέσεων, θα είναι ικανές να μειώσουν το κόστος μεταφοράς και να έλξουν οικονομικές δραστηριότητες εντείνοντας το φαινόμενο της άνισης περιφερειακής ανάπτυξης.

Αναλογιζόμενοι την νησιωτική γεωμορφολογία της χώρας μας, και σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι, ένα ορθά οργανωμένο δίκτυο ακτοπλοϊκών μεταφορών αποτελεί αναγκαιότητα για την ανάπτυξη των νησιωτικών περιοχών, οι οποίες έρχονται αντιμέτωπες με την έλλειψη εναλλακτικών μεταφορικών

συνδέσεων λόγω των δυσμενών γεωγραφικών παραγόντων (θάλασσα). Η έλλειψη εναλλακτικών μεταφορικών συνδέσεων συνεπάγεται το αυξημένο κόστος μεταφοράς ανθρώπων και αγαθών, τον περιορισμό της ανταγωνιστικότητας των εξαγωγών τους, την αδυναμία για τουριστική αξιοποίηση των περιοχών και κατ' επέκταση την εν γένει οικονομική επιβάρυνση του τοπικού πληθυσμού. Η απόσταση περιοχών από τα δυναμικά οικονομικά κέντρα, έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση στο να φτάσουν υπηρεσίες και διάφορες υποδομές στις απομακρυσμένες περιοχές, με συνέπεια την ανισομερή ανάπτυξη (Πετράκος & Ψυχάρης, 2016). Αυτό συμβαίνει λόγω του παράγοντα του μεταφορικού κόστους που λειτουργεί υπέρ της πλησιέστερης στο κέντρο περιοχής και σε βάρος της απομακρυσμένης. Τέλος, η έλλειψη συνδεσιμότητας των νησιωτικών περιοχών εντείνει φαινόμενα απομόνωσης και δημογραφικής αποδυνάμωσης, τα οποία συντελούν στην διαπεριφερειακή μετανάστευση του τοπικού πληθυσμού προς τις περιφέρειες με πιο ανεπτυγμένη κοινωνική και οικονομική δραστηριότητα.

3.2 Το ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο ως ένα σύστημα μεταφοράς.

Η λειτουργία των συστημάτων μεταφορών μιας χώρας επηρεάζει τις αναπτυξιακές δυναμικές της αλλά παράλληλα επηρεάζεται από αυτές. Για παράδειγμα μια μεταβολή εντός ενός μεταφορικού δικτύου όπως η σύναψη μιας νέας σύνδεσης ή η παύση μιας υπάρχουσας σύνδεσης μεταξύ δύο περιοχών, επιφέρει επιδράσεις μικροοικονομικής φύσεως που διαχέονται σε όλο το δίκτυο επηρεάζοντας κατ' επέκταση την περιφερειακή και εθνική οικονομία (Τσιώτας, 2016). Ταυτόχρονα, μεταβολές εκτός ενός μεταφορικού δικτύου (εξωγενείς παράγοντες) επιδρούν σε αυτό, όπως για παράδειγμα οι πολιτικές αποφάσεις ή το ύψος των τιμών των καυσίμων, είναι ικανές να επηρεάσουν τη δομή και συνεπακόλουθα την λειτουργία του δικτύου (Xie & Levinson, 2009; Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών, 2014).

Ο νησιωτικός χαρακτήρας της Ελλάδας υποδεικνύει την ανάγκη για ένα επαρκές και ποιοτικό συστημάτων θαλάσσιων μεταφορών. Η Ελλάδα διαθέτει συνολική επιφάνεια ακτογραμμής ίση με 13,676 χιλιόμετρα (World Population Review, 2024) και ένα νησιωτικό σύμπλεγμα που αριθμεί περίπου 6.000 νησιά από τα οποία τα 227 είναι κατοικημένα (CNN Greece, 2024). Το παραπάνω σε συνδυασμό με την μικρή έκταση της χώρας θέτει εξ ορισμού το εθνικό σύστημα θαλάσσιων μεταφορών της, ως εξέχον σημείο για γεωγραφική, οικονομική, κοινωνική και πολιτική μελέτη.

Το ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο αποτελεί ένα συνδεδετικό κρίκο μεταξύ της ηπειρωτικής χώρας και των νησιών δημιουργώντας ένα περίπλοκο σύστημα ακτοπλοϊκών διασυνδέσεων που παράγει ροές κοινωνικοοικονομικού ενδιαφέροντος (Χλωμούδης κ.α., 2007). Η τοπολογία του ακτοπλοϊκού δικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης οικονομικής ανάπτυξης για μια χώρα και να παρέχει μια πτυχή του εθνικού κοινωνικοοικονομικού συστήματος της (Tsiotas and Polyzos, 2014). Από τα παραπάνω γεννάται η αναγκαιότητα για την κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του πολύπλοκου εθνικού ακτοπλοϊκού δικτύου μέσω της ανάλυσης των σύνθετων δικτύων.

Από οικονομική σκοπιά, το εθνικό σύστημα θαλάσσιων μεταφορών συμβάλει στο επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης της χώρας, καθώς αποτελεί έναν από τους πιο παραγωγικούς πυλώνες της ελληνικής οικονομίας, με την συνολική συνεισφορά του στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) να ανέρχεται στο 7% (Ενωση Ελλήνων Εφοπλιστών, 2024). Η συνεισφορά της ακτοπλοΐας στην ελληνική οικονομία ξεπερνάει κατά πολύ την οικονομική δραστηριότητα του ιδίου του κλάδου καθώς υποστηρίζει κλάδους με μεγάλη σημασία για την οικονομία των νησιών, όπως ο τουρισμός, το εμπόριο και η γεωργία, που εξαρτώνται άμεσα και σε μεγάλο βαθμό από την απρόσκοπτη διασύνδεση των νησιών με την ηπειρωτική χώρα.

Επίσης, στην κοινωνικοοικονομική διάσταση επιδρά καθοριστικά σε μεγέθη όπως την ελκυστικότητα των νησιωτικών προορισμών, το βιοτικό επίπεδο των μόνιμων κατοίκων, την απασχόληση και την δημογραφία. Επιπρόσθετα, το εθνικό σύστημα θαλάσσιων μεταφορών δημιουργεί θέσεις απασχόλησης που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με αυτό ή και επαγωγικά λόγω του πολλαπλασιαστική του τουριστικού εισοδήματος.

Σημαντικό χαρακτηριστικό του ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου αποτελεί η έντονη εποχικότητα, η οποία έχει άμεση επίπτωση στην δομή και λειτουργία του δικτύου, καθώς καθορίζει τα δρομολόγια-συνδέσεις, επιδρά την συνολική μεταφορική ικανότητα του δικτύου και στα οικονομικά αποτελέσματα των εταιριών του κλάδου. Η έντονη εποχικότητα διαμορφώνει ακόμη, την κοινωνική και οικονομική δομή των περιφερειών της και θεωρείται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την σταθερότητα του πληθυσμού, ιδίως στις απομακρυσμένες περιοχές (Polyzos and Minetos, 2011). Η τάση αυτή αποτυπώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό στην αύξηση του πληθυσμού των νησιωτικών περιοχών κατά την θερινή περίοδο ο οποίος με εξαίρεση την

Κρήτη ξεπερνά τα 6 εκατομμύρια ενώ την υπόλοιπη περίοδο δεν φτάνει το 1 εκατομμύριο (Polyzos et al., 2013).

3.3 Το Ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο ως σύστημα αγοράς.

Όπως προαναφέρθηκε, το εθνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την Ελλάδα, καθώς προσπίζει τα εθνικά συμφέροντα της χώρας εξασφαλίζοντας την σύνδεση του ηπειρωτικού κορμού και των νησιών και συμβάλει στην οικονομική της ανάπτυξη. Εκ των πραγμάτων, για την απρόσκοπτη λειτουργία του ακτοπλοϊκού δικτύου είναι απαραίτητη η παροχή μεταφορικών υπηρεσιών. Οι μεταφορικές υπηρεσίες αναλαμβάνονται από ιδιωτικούς φορείς (ακτοπλοϊκές εταιρίες) υπό την επιτήρηση του κράτους, διαμορφώνοντας το εθνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο σε μια αγορά. Παρακάτω θα πραγματοποιηθεί μια προσπάθεια προσδιορισμού των κύριων χαρακτηριστικών της ακτοπλοϊκής αγοράς έχοντας ως άξονα το μοντέλο των πέντε δυνάμεων του Porter (Πολύζος, 2011).

Είσοδος στην ακτοπλοϊκή αγορά

Η απελευθέρωση της ακτοπλοϊκής αγοράς παρέχει τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις να εισέλθουν στον κλάδο παροχής ακτοπλοϊκών μεταφορικών υπηρεσιών. Ωστόσο, η είσοδος μιας επιχείρησης στην ακτοπλοϊκή αγορά προϋποθέτει την ύπαρξη πολύ υψηλών κεφαλαίων για την επένδυση σε παραγωγική μονάδα – πλοίο και για την δυνατότητα κάλυψης της πιθανής αρχικής ζημίας στην επένδυση.

Επιπρόσθετα, οι νεοεισερχόμενες επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν δυσκολία στην είσοδο στην αγορά λόγω της ύπαρξης ανταγωνιστών οι οποίοι μέσω μακροχρόνιων συμφωνιών διαχειρίζονται την πλειονότητα των δρομολογίων. Ακόμη όμως και να καταφέρουν να εισέλθουν στην αγορά, είναι δύσκολο να καθιερωθούν παρακάμπτοντας τον παράγοντα της πιστότητας των επιβατών σε υφιστάμενες εταιρίες με χρόνια εμπειρία και σταθερότητα και παράλληλα να διαφοροποιήσουν τη παρεχόμενη υπηρεσία τους με την μειωμένη εμπειρία και τεχνογνωσία που τους δημιουργεί αυτομάτως υψηλότερα κόστη. Επίσης, η διαφοροποίηση των υπηρεσιών δεν μπορεί να εγγυηθεί την μεταστροφή των επιβατών στη νέα επιχείρηση καθώς και την καθιέρωση της στην αγορά, περιορίζοντας τις προσδοκίες για κερδοφορία και αυξάνοντας τον κίνδυνο αποτυχίας.

Διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών

Οι αγοραστές έχουν την δυνατότητα να πιέζουν συνήθως την αγορά να προβεί σε μειώσεις των τιμών αλλά και σε αύξηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών οδηγώντας σε συνεχώς μειωμένη κερδοφορία τις επιχειρήσεις. Η Διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών αυξάνεται όταν υπάρχει χαμηλό κόστος σε εναλλακτικές λύσεις όπως η υποκατάσταση από αγορές άλλων μεταφορικών μέσων. Στην ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά ως υποκατάστατη αγορά μπορεί να θεωρηθεί η αεροπορική αγορά η οποία συνήθως διατηρεί υψηλότερες τιμές εισιτηρίων. Επιπρόσθετα, σε αρκετές περιοχές ελλείπουν οι αεροπορικές υποδομές, καθιστώντας την θαλάσσια μεταφορά ως μοναδική επιλογή και σε συνδυασμό με το παραπάνω η αεροπορική αγορά δεν μπορεί να ενισχύσει την διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών.

Η Διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών αυξάνεται επίσης όταν οι αγοραστές έχουν επαρκές μέγεθος για να απαιτούν την μείωση των τιμών και την ταυτόχρονη αύξηση της ποιότητας των υπηρεσιών. Στην περίπτωση της επιβατηγού ναυτιλίας, πάρα το πλήθος των αγοραστών η διαπραγματευτική δύναμη τους είναι ασθενής. Για τον παραπάνω λόγο το κράτος αναλαμβάνει το ρόλο του ρυθμιστή χρησιμοποιώντας είτε κίνητρα είτε μέτρα προκειμένου να διατηρηθούν οι ισορροπίες εντός του συστήματος της αγοράς. Για παράδειγμα για την αποφυγή φαινομένων έλλειψης συνδέσεων και υπερβολικών τιμών στα εισιτήρια στις περιπτώσεις των άγονων γραμμών στις οποίες επικρατεί καθεστώς μονοπωλίου το κράτος ενισχύει τα δρομολόγια των άγονων γραμμών μέσω επιδοτήσεων και επιπρόσθετα επιδοτεί μέρος των εισιτηρίων για τους κατοίκους των νησιωτικών περιοχών (Υπουργείο Ναυτιλίας Και Νησιωτικής Πολιτικής, 2019).

Διαπραγματευτική δύναμη προμηθευτών

Η διαπραγματευτική δύναμη των προμηθευτών αφορά την πίεση που ασκούν για να αυξήσουν τις τιμές ή ακόμη και να μειώσουν την ποιότητα των προϊόντων που προσφέρουν στις επιχειρήσεις της αγοράς. Η πίεση των προμηθευτών επηρεάζει την κερδοφορία των επιχειρήσεων και τις τιμές των υπηρεσιών στους τελικούς καταναλωτές.

Οι βασικοί προμηθευτές στην ακτοπλοϊκή αγορά είναι οι εταιρίες εμπορίας καυσίμων, οι ασφαλιστικές εταιρίες, τα ναυπηγία και οι επιχειρήσεις ναυτικών προϊόντων και ανταλλακτικών. Στην ακτοπλοϊκή αγορά ο αριθμός των προμηθευτών είναι

μειωμένος αυξάνοντας την διαπραγματευτική τους δύναμη. Για παράδειγμα οι εταιρίες εμπορίας καυσίμων έχουν αυξημένη διαπραγματευτική δύναμη καθώς παρέχουν ένα προϊόν που καθορίζει τη λειτουργία της ναυτιλιακής εταιρίας αφού αποτελεί σημαντική εισροή για την «παραγωγική διαδικασία».

Υποκατάσταση από αγορές άλλων μεταφορικών μέσων

Οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε μια αγορά ανταγωνίζονται με επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε όμορες υποκατάστατες αγορές. Υποκατάστατα της ακτοπλοϊκής αγοράς αποτελούν οι αγορές των υπόλοιπων μέσων μεταφοράς (αεροπορικές, σιδηροδρομικές, οδικές). Αν αναλογιστούμε όμως την νησιωτικότητα της Ελλάδας κύρια υποκατάστατη αγορά αποτελεί η αεροπορική.

Όπως προαναφέρθηκε όμως, η αεροπορική αγορά συνήθως διατηρεί υψηλότερες τιμές εισιτηρίων και δεν υφίστανται αεροπορικές υποδομές σε όλες τις περιοχές καθιστώντας την θαλάσσια μεταφορά ως μοναδική επιλογή. Το κυριότερο μειονέκτημα των θαλάσσιων μεταφορών έναντι των υποκατάστατων μέσων είναι ο χρόνος μεταφοράς.

Ανταγωνισμός εντός της αγοράς

Ο όρος ανταγωνισμός στο πλαίσιο της ακτοπλοϊκής αγοράς μπορεί να εκφραστεί ως το σύνολο των προσπαθειών που καταβάλλουν οι ναυτιλιακές εταιρίες ώστε να υπερτερήσουν έναντι των υπόλοιπων εταιριών. Οι κινήσεις για την απόκτηση του πλεονεκτήματος εντός μιας ακτοπλοϊκής αγοράς περιλαμβάνουν κυρίως την αλλαγή των τιμών για την απόκτηση ενός προσωρινού πλεονεκτήματος, την διαφοροποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών και την προβολή για την ενίσχυση της αναγνωσιμότητας της εταιρίας (Sirat & Asvial, 2008).

Στην ακτοπλοϊκή αγορά υπάρχει περιορισμένος αριθμός πωλητών και πλήθος αγοραστών κάθε μια επιχείρηση προσδοκά να διατηρήσει σταθερό ή ιδανικά να αυξήσει το μερίδιο της στην αγορά και αυτό συνεπάγεται έντονα επίπεδα εσωτερικού ανταγωνισμού. Για μια υφιστάμενη εταιρία στην ακτοπλοϊκή αγορά η είσοδος μιας νέας εταιρίας δεν αποτελεί απειλή, ο ανταγωνισμός για την υφιστάμενη εταιρία θα αυξηθεί μόνο αν η νεοεισερχόμενη εταιρία καθιερωθεί, αυξήσει το μερίδιο της στη αγορά και αποκτήσει παρόμοιο μέγεθος με εκείνη. Ένα ακόμη γεγονός που αυξάνει τον ανταγωνισμό εντός της ακτοπλοϊκής αγοράς είναι ότι οι παρεχόμενες υπηρεσίες διαφοροποιούνται ελάχιστα κάτι που αυξάνει την πιθανότητα ένας πελάτης να επιλέξει

διαφορετική εταιρία. Η μόνη περίπτωση όπου ελλείπει το φαινόμενο του ανταγωνισμού στην ακτοπλοϊκή αγορά είναι τα δρομολόγια των άγονων γραμμών για τις οποίες δεν υπάρχει μεταφορικό ενδιαφέρον.

Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογικό πλαίσιο

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 4.1) και αποτελείται από τέσσερα διακριτά στάδια-βήματα.

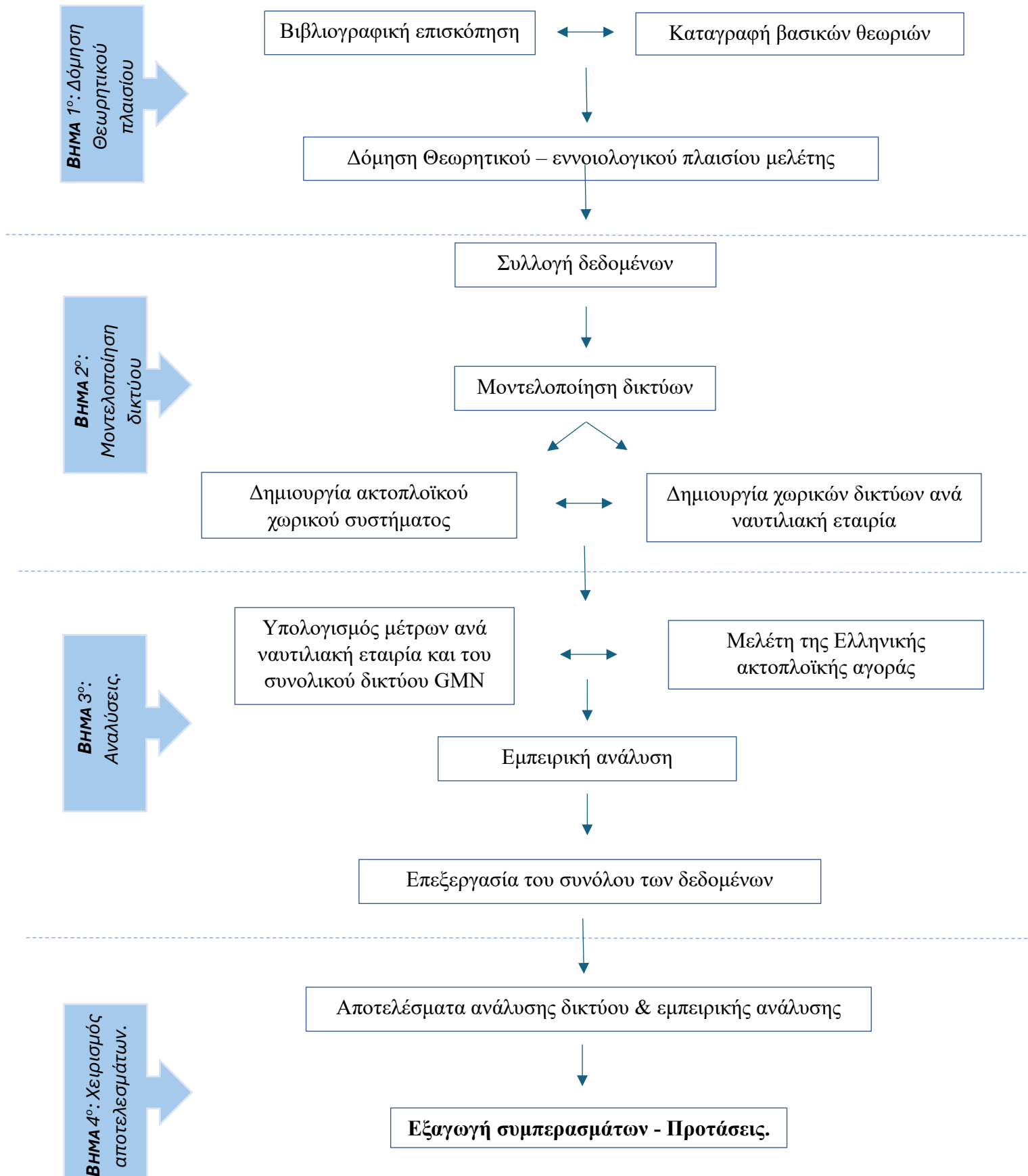
Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική επισκόπηση και καταγραφή των βασικών θεωριών, ώστε να κατανοηθεί και να δομηθεί το Θεωρητικό – εννοιολογικό πλαίσιο που θα βασιστεί η ανάλυση. Ταυτόχρονα σε αυτό το στάδιο επιλέχθηκε η προτεινόμενη μέθοδος ανάλυσης σύνθετων δικτύων, με βάση την οποία οργανώθηκαν οι διαδικασίες και προσδιορίστηκε το πλαίσιο ποσοτικής ανάλυσης, για την ολοκληρωμένη μελέτη του ακτοπλοϊκού δικτύου της Ελλάδας.

Δεύτερο στάδιο αποτέλεσε η μοντελοποίηση της τρέχουσας κατάστασης του δικτύου από σύνολα δεδομένων. Δημιουργήθηκαν δίκτυα για τα δρομολόγια που πραγματοποιεί κάθε ναυτιλιακή εταιρία ξεχωριστά και αποτυπώθηκε και η συνολική εικόνα του ακτοπλοϊκού δικτύου της Ελλάδας.

Έπειτα, σε επόμενο βήμα υπολογίστηκαν τα βασικά μέτρα του δικτύου σχετικά με τη διάρθρωση και την αποτελεσματικότητα του εθνικού ακτοπλοϊκού δικτύου. Ο υπολογισμός των μέτρων πραγματοποιήθηκε και για κάθε υποδίκτυο (δίκτυα ναυτιλιακών εταιριών) για να προσδιοριστεί η συμβολή τους στο συνολικό εθνικό σύστημα μεταφορών και το μερίδιό τους στην ακτοπλοϊκή αγορά. Ταυτόχρονα μέσω των μεριδίων των ναυτιλιακών εταιριών πραγματοποιήθηκε και μια προσπάθεια μελέτης της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς. Σε αυτό το βήμα, επεξεργάστηκε το σύνολο των δεδομένων τα οποία αντλήθηκαν από την βιβλιογραφική επισκόπηση και από τις αναλύσεις που προηγήθηκαν.

Τέλος, στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο κατόπιν ολοκλήρωσης της επεξεργασίας συνοψίζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Τα παραπάνω στάδια-βήματα του μεθοδολογικού πλαισίου περιγράφονται αναλυτικότερα στα υποκεφάλαια που ακολουθούν.

Σχεδιάγραμμα 4.1. Βήματα μεθοδολογίας της εργασίας.



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.1. Μοντελοποίηση δικτύου

Η μοντελοποίηση του GMN έγινε σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο το GMN αντιμετωπίστηκε ως ένα ενιαίο δίκτυο, υποθέτοντας ότι μόνο μια εταιρία εκτελεί τα δρομολόγια του δικτύου ενώ στο δεύτερο επίπεδο το δίκτυο διαιρέθηκε σε υποδίκτυα, ανάλογα με την ναυτιλιακή εταιρία που πραγματοποιεί τα δρομολόγια (40 ναυτιλιακές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα). Το σύνολο της μοντελοποίησης και μελέτης του δικτύου πραγματοποιήθηκε με την χρήση του λογισμικού απεικόνισης και ανάλυσης δικτύων Gephi. Τα δεδομένα με το σύνολο των εθνικών λιμένων-κόμβων του δικτύου, είχαν δημιουργηθεί κατά την μελέτη των Tsiotas και Polyzos (2014) για την ανάλυση του συστήματος θαλάσσιων μεταφορών στην Ελλάδα και διατέθηκαν για περαιτέρω επεξεργασία στην παρούσα μελέτη. Τα δεδομένα για την αποτύπωση των συνδέσεων-ακμών αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα ferries.gr, στην οποία περιλαμβάνεται το σύνολο των δρομολογίων που πραγματοποιούνται από τις ναυτιλιακές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο εθνικό θαλάσσιο δίκτυο.

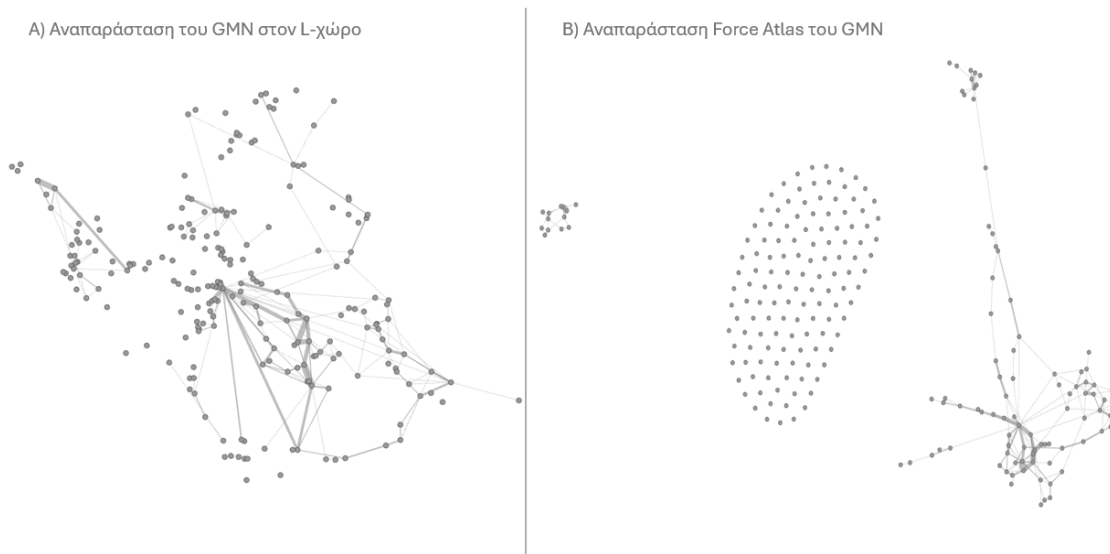
Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί το χρονικό διάστημα άντλησης των δεδομένων για την δημιουργία των ακμών του ακτοπλοϊκού δικτύου της χώρας, εξαιτίας του γεγονότος ότι ανά χρονικές περιόδους οι συνδέσεις υφίστανται μεγάλες διαφοροποιήσεις λόγω της ύπαρξης εποχικότητας που παρατηρείτε κατά την θερινή περίοδο και προκαλείται από την έντονη τουριστική δραστηριότητα της Ελλάδας. Η μοντελοποίηση του ακτοπλοϊκού δικτύου δημιουργήθηκε με δεδομένα που αντλήθηκαν κατά την περίοδο από 1^η έως 24^η Οκτωβρίου του 2023, κάτι το οποίο παράγει ένα περιορισμό καθώς η τοπολογία του δικτύου αντικατοπτρίζει την συγκεκριμένη χρονική στιγμή την μορφή της ελληνικής ναυτιλιακής αγοράς και δεν είναι αντιπροσωπευτική για το σύνολο του έτους. Το παραπάνω δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα καθώς η εθνική ναυτιλιακή αγορά ελέγχεται από το ελληνικό κράτος το οποίο κατά την άσκηση περιφερειακής πολιτικής παρέχει κίνητρα επιχορηγώντας τις ασύμφορες θαλάσσιες γραμμές (Τσιώτας, 2016). Έτσι στο πλαίσιο της εργασίας γίνεται η παραδοχή ότι η τοπολογία του δικτύου δεν επηρεάζεται σημαντικά από την εποχικότητα θεωρώντας πως η εποχικότητα επιδρά σημαντικά μόνο στον όγκο της κυκλοφορίας των επιβατών που διεξάγεται στο δίκτυο και όχι στην τοπολογία του δικτύου (Τσιώτας, 2016).

Σύμφωνα με τους Kurant και Thiran (2008) υπάρχουν τρεις βασικές προσεγγίσεις στην αναπαράσταση των δικτύων οι οποίες ορίζουν τρεις διαφορετικούς «χώρους». Ο πρώτος χώρος ονομάζεται χώρος των αλλαγών (space-of-changes) ή P-χώρος (P-space) στον οποίο δύο κόμβοι θεωρείται ότι συνδέονται με μια σύνδεση όταν υπάρχει τουλάχιστον ένα μέσο που σταματά και στους δύο κόμβους (Kurant and Thiran, 2008). Η αναπαράσταση στον P-χώρο εκφράζει με συνδέσεις την ύπαρξη μιας τουλάχιστον διαδρομής μεταξύ των κόμβων (ανεξάρτητα από το πλήθος των ακμών) (Barthelemy, 2011; Τσιώτας, 2016). Ο δεύτερος χώρος ονομάζεται χώρος των σταθμών (space-of-stations), στον οποίο δύο κόμβοι θεωρούνται συνδεδεμένοι μόνο εάν είναι απευθείας συνδεδεμένοι (χωρίς ενδιάμεσο σταθμό μεταξύ τους) (Kurant and Thiran, 2008). Στο πλαίσιο της εργασίας επιλέχθηκε η αναπαράσταση του ακτοπλοϊκού δικτύου στον τρίτο χώρο τον χώρο των στάσεων (space-of-stops) που αναφέρεται και με τον όρο L-χώρος (L-space) καθώς, σε αντίθεση με την αναπαράσταση στον P-χώρο η αναπαράσταση στον L-χώρο, διατηρεί την τοπολογική και χωρική δομή του φυσικού ακτοπλοϊκού δικτύου οι οποίες αποτελούν βασικές συνιστώσες της παρούσας μελέτης (Tsiotas and Polyzos, 2014). Στην αναπαράσταση στον L-χώρο θεωρείται ότι δύο κόμβοι είναι συνδεδεμένοι όταν αποτελούν διαδοχικές στάσεις μιας συγκεκριμένης διαδρομής. Η αναπαράσταση του L-χώρου προσομοιάζει στην φυσική αντιπροσώπευση, με την διαφορά ότι οι ακμές σχεδιάζονται ως ευθύγραμμα τμήματα ενώ στην φυσική αναπαράσταση διατηρούν την πραγματική τους μορφή και σχεδιάζονται ως καμπύλες (Τσιώτας, 2016).

Πιο συγκεκριμένα, το GMN αναπαραστάθηκε στον χώρο L ως ένας μη κατευθυνόμενος (non directed) γράφος $G(V,E)$ (Tsiotas and Polyzos, 2013) αφού οι ακμές αποτελούν δρομολόγια διπλής κατεύθυνσης από και προς τους λιμένες. Το σύνολο των κόμβων του δικτύου $V=n=229$ κόμβοι, αντιπροσωπεύει τους λιμένες της χώρας και το σύνολο των ακμών του δικτύου $E=m=360$ ακμές, τις υπάρχουσες ακτοπλοϊκές συνδέσεις – γραμμές. Οι θέσεις των κόμβων στον γράφο αντιστοιχούν στις ακριβείς γεωγραφικές θέσεις των λιμένων (με τις ακριβείς γεωγραφικές τους συντεταγμένες), όμως τα μήκη των ακμών αφορούν ευθύγραμμα τμήματα που ενώνουν τους κόμβους μεταξύ τους (απλές συνδέσεις) και όχι διαδρομές πλοίων με τη φυσική τους μορφή (καμπύλες). Στις ακμές προστέθηκαν ως βάρη οι γεωδαισιανές αποστάσεις που υφίσταται μεταξύ των λιμένων του δικτύου, μετρημένες σε ναυτικά μίλια έχοντας ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός δικτύου με χωρικά βάρη (spatial network).

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4.1.1) παρουσιάζεται η αναπαράσταση του GMN στον L-χώρο αλλά και η τοπολογική αναπαράσταση Force Atlas του δικτύου. Η δυναμό-κατευθυνόμενη διάταξη (Force Atlas) παράγεται από έναν δυναμο-κατευθυνόμενο αλγόριθμο ο οποίος βασίζεται στην εφαρμογή δυνάμεων απόθησης-έλξης μεταξύ των κόμβων δικτύου και δημιουργεί συμπλέγματα κόμβων με βάση τις συνδέσεις τους (Tsiotas, 2023; Jacomy et al., 2014).

Εικόνα 4.1.1 Αναπαράσταση Force Atlas του GMN.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Στον δυναμό-κατευθυνόμενο χάρτη του δικτύου (Εικόνα 4.1.1) παρατηρείται η δημιουργία τριών ενοτήτων (clusters) μέσα στο δίκτυο. Η πρώτη ενότητα (Ενότητα 1- με χρώμα μωβ) αποτελείται από 128 μεμονωμένους κόμβους (isolated nodes) του δικτύου, δηλαδή λιμένες χωρίς συνδέσεις. Στην δεύτερη ενότητα (Ενότητα 2- με πορτοκαλί χρώμα) εμπεριέχονται 13 κόμβοι οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με 19 ακμές. Οι 13 κόμβοι της δεύτερης ενότητας είναι λιμένες που ανήκουν στην χωρική ενότητα του Ιονίου Πελάγους. Η τρίτη και μεγαλύτερη συστάδα κόμβων (Ενότητα 3- με πράσινο χρώμα) περιλαμβάνει 88 κόμβους που συνδέονται μεταξύ τους με 153 ακμές και αποτελείται από λιμένες του Αιγαίου Πελάγους.

Εικόνα 4.1.23 Ενότητες του GMN που παράχθηκαν από την αναπαράσταση Force Atlas.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Οι απομονωμένοι λιμένες οφείλουν την έλλειψη συνδεσιμότητας κυρίως λόγω της εγγύτητας τους με λιμένες με κοινά γεωγραφικά χαρακτηριστικά και υψηλότερη σπουδαιότητα οι οποίοι λειτουργούν ανταγωνιστικά αποτρέποντας την δημιουργία συνδέσεων. Το παραπάνω περιγράφει την ύπαρξη ανταγωνισμού μεταξύ λιμανιών με την ίδια ενδοχώρα (inland or hinterland competition) ή ακόμη και ανταγωνισμού εντός του ίδιου μέσου μεταφορών (competition within the same transportation mode) (Tsiotas and Polyzos, 2014; Παρδαλη, 2007). Επίσης, οι απομονωμένοι λιμένες μπορούν να θεωρηθούν προϊόν ανταγωνισμού μεταξύ διαφορετικών μέσων μεταφοράς (competition between different transportation modes) δηλαδή λόγω της ύπαρξης οδικών, σιδηροδρομικών και αεροπορικών συνδέσεων που καλύπτουν μεγάλο τμήμα της ενδοχώρας και εξυπηρετούν τους ίδιους πελάτες εμποδίζοντας την περαιτέρω ανάπτυξη των θαλάσσιων συνδέσεων (Tsiotas and Polyzos, 2014).

4.2 Μέτρα δικτύου.

Η ποσοτική ανάλυση των χωρικών δικτύων πραγματοποιείται με την χρήση μέτρων και δεικτών που παραμετροποιούν διάφορες πτυχές της υπόστασης τους. Με την βοήθεια των μέτρων επιτυγχάνεται η ευκολότερη κατανόηση των χαρακτηριστικών, της δομής και των ιδιοτήτων ενός χωρικού δικτύου, το οποίο αποτελεί ένα πολυπαραμετροποιημένο μοντέλο, και θα ήταν αδύνατη η περιγραφή του με την κατασκευή ενός και μόνο μαθηματικού υποδείγματος (Τσιώτας, 2016). Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικότερα μέτρα ποσοτικής ανάλυσης των χωρικών δικτύων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική για την μελέτη του GMN σύμφωνα με την βιβλιογραφία της επιστήμης των δικτύων (Tsiotas & Polyzos, 2015; Tsiotas & Polyzos, 2014; Tsiotas, 2017; Tsiotas & Polyzos, 2017a; Τσιώτας, 2019; Tsiotas & Ducruet, 2021; Tsiotas, 2023; Barthélemy, 2011; Diestel, 2005; Μωυσιάδη, 2002; Newman, 2006):

Βαθμός κόμβου - Node degree (k)

Βαθμός κόμβου (node degree) ονομάζεται ο αριθμός των ακμών που πρόσκεινται (εκκινούν ή καταλήγουν) σε μία κορυφή του δικτύου που αντιπροσωπεύει την ικανότητα επικοινωνίας του δικτύου και την συνδετικότητα του. Το μέγεθος του βαθμού κόμβου εξάγεται από την καταμέτρηση των ακμών οι οποίες διατηρούν ένα από τα άκρα τους τη δεδομένη κορυφή. Οι κόμβοι που συγκεντρώνουν τις περισσότερες συνδέσεις-ακμές αποτελούν κόμβους εξαιρετικής σημασίας για το δίκτυο.

Έστω ένας κόμβος του δικτύου v_i (όπου $v_i \in V(G)$) και $E_v(G)$ το σύνολο των ακμών που περιέχουν στο ένα άκρο τους την κορυφή $v \in V(G)$, τότε η μαθηματική σχέση που εκφράζει το μέγεθος του βαθμού κόμβου k για το σύνολο $E_v(G)$ θα είναι η παρακάτω:

$$k_v \equiv \deg(v) = |E_v(G)|$$

$$E_v(G) = \{(v_i v_j) \in E(G) : v_i = v \in V(G) \wedge v_j \in V(G)\}$$

Με το $|E_v(G)|$ να εκφράζει το πλήθος του συνόλου $E_v(G)$ και το σύμβολο $\wedge$ τον τελεστή σύζευξης.

Αντίστοιχα ο μέσος βαθμός κόμβων - Average degree ($\langle k \rangle$) αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο των τιμών του βαθμού των κόμβων (δηλαδή του αριθμού των προσκείμενων συνδέσεων σε έναν κόμβο του δικτύου) για το σύνολο των κορυφών του δικτύου. Σε ένα δίκτυο ο μέσος βαθμός κόμβων, αποτελεί κύριο δείκτη της συνολικής του συνδεσιμότητας. Η μαθηματική σχέση που εκφράζει το μέγεθος του μέσου βαθμού κόμβων $\langle k \rangle$ είναι η παρακάτω:

$$\langle k \rangle \equiv \overline{deg} = \frac{1}{|V(G)|} \cdot \sum_{i=1}^{|V(G)|} k_i$$

Συντελεστής συγκέντρωσης - Clustering coefficient (C)

Ο Συντελεστής συγκέντρωσης - Clustering coefficient αποτελεί το μέγεθος που μετρά τον βαθμό με τον οποίο οι κόμβοι ενός δικτύου τείνουν να συγκεντρώνονται και να δημιουργούν συμπλέγματα λόγω της εμφάνισης υψηλής πυκνότητας συνδέσεων μεταξύ τους.

Για τον ορισμό του μέτρου και την απόδοση του σε μαθηματική σχέση είναι απαραίτητο να αναφερθεί η σημασία των εννοιών τρίγωνο και τριπλέτα εντός του δικτύου. Σύμφωνα με τον Μωυσιάδη (2002) κάθε πλήρης γράφος (K_3) αποτελεί ένα τρίγωνο. Η έννοια της τριπλέτας (τ) σε ένα δίκτυο χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύνολο τριών συνδεδεμένων κόμβων με δύο ακμές. Συνεπώς, ο συντελεστής συγκέντρωσης ορίζεται ως το κλάσμα του αριθμού των τριγώνων του δικτύου $G(V,E)$ προς τον αριθμό των τριπλετών που υπάρχουν εντός του δικτύου και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$C = \frac{|K_3(G)|}{|\tau(G)|}$$

Όπου το $K_3(G)$ αφορά το σύνολο των τριγώνων που υπάρχουν στο δίκτυο $G(V,E)$ και το $\tau(G)$ το σύνολο των τριπλετών του δικτύου.

Συναρμολογησιμότητα – Modularity (Q)

Η ανίχνευση κοινοτήτων σε ένα χωρικό δίκτυο έχει εξέχουσα σημασία για την ανάλυση του, καθώς μέσα από τις κοινότητες προβάλλονται τα κύρια χαρακτηριστικά

του όπως η συνοχή και η δομή του, τα οποία επιδρούν άμεσα στον τρόπο διάδοσης των ροών εντός του (άτομα, προϊόντα, διάδοση επιδημιών κ.α). Επίσης, η κατάτμηση του δικτύου μπορεί να προβάλει ιδιότητες στο επίπεδο των κοινοτήτων που διαφέρουν από αυτές του συνολικού δικτύου. Λόγω της σημαντικότητας εύρεσης κοινοτήτων για ένα δίκτυο αλλά και ταυτόχρονης δυσκολίας στον οπτικό διαχωρισμό των κοινοτήτων εντός μεγάλων δικτύων, χρησιμοποιείται σαν μέτρο η Συναρμολογησιμότητα – Modularity.

Το μέτρο της Συναρμολογησιμότητας ποσοτικοποιεί το βαθμό στον οποίο μπορεί να διαιρεθεί ένα δίκτυο $G(V,E)$, σε μη επικαλυπτόμενες κοινότητες και χωρίς κοινούς κόμβους με τέτοιο τρόπο ώστε, οι κόμβοι μιας κοινότητας να διαθέτουν περισσότερες συνδέσεις μεταξύ τους παρά με τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Η συναρμολογησιμότητα προκύπτει από την διαφορά του αριθμού των ακμών που υπάρχουν εντός των κοινοτήτων του δικτύου με τον αριθμό των αναμενόμενων ακμών ενός ισοκομβικού προτύπου δικτύου που έχει τον ίδιο αριθμό κοινοτήτων.

$$Q = \frac{\sum_{i,j} [A_{ij} - P_{ij}] \cdot \delta(g_i, g_j)}{2m}$$

Όπου το g_i εκφράζει την κοινότητα του κόμβου v_i , το $[A_{ij} - P_{ij}]$ τη διαφορά του παρατηρούμενου μείον τον αναμενόμενο αριθμό των ακμών που προσπίπτουν σε ένα δεδομένο ζεύγος κορυφών v_i, v_j του δικτύου και η $\delta(g_i, g_j)$ είναι η δείκτρια συνάρτηση που ισούται με την τιμή 1 όταν $g_i = g_j$

Μέσο μήκος μονοπατιού (Average path length) $\langle l \rangle$

Σε ένα δίκτυο η έννοια του μονοπατιού ορίζεται ως η ακολουθία διαδοχικών κόμβων και των ακμών που τους συνδέουν, αποτελώντας μια διαδρομή της οποίας όλοι οι κόμβοι και οι ακμές είναι διαφορετικές. Το μέγιστο μονοπάτι που συνδέει δύο κορυφές $v, u \in V(G)$ λέγεται διάμετρος $d(G)$ και το συντομότερο μονοπάτι ονομάζεται γεωδαισιανή. Το μέσο μήκος μονοπατιού σε ένα δίκτυο αποτελεί τη μέση τιμή του συνόλου των γεωδαισιανών αποστάσεων $d(v, u)$ που συνδέουν τα ζεύγη των κόμβων $v, u \in V(G)$ του δικτύου και δίνεται από την παρακάτω μαθηματική σχέση:

$$\langle l \rangle = \binom{n}{2}^{-1} \cdot \sum_{\substack{v,u \in V(G) \\ v \neq u}} d_{geodesic}(v,u) = \frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{\substack{v,u \in V(G) \\ v \neq u}} d_{geodesic}(v,u)$$

Όπου το $n = |V(G)|$ αναφέρεται στο το πλήθος των κόμβων του δικτύου και ο τελεστής των συνδυασμών των n ανά 2 εκφράζει το πλήθος των δυνατών ζευγών που μπορούν να δυνητικά δημιουργηθούν από το σύνολο των κόμβων του δικτύου. Για την μελέτη των χωρικών δικτύων το μέτρο του μέσου μήκους μονοπατιού έχει μεγάλη σημασία καθώς αφορά τον αριθμό των βημάτων σε μια διαδρομή και επηρεάζει τους επιβάτες κατά την επιλογή μιας διαδρομής για το ταξίδι.

Πυκνότητα δικτύου – Graph density (ρ)

Η πυκνότητα του δικτύου εκφράζει την πιθανότητα εύρεσης μιας σύνδεσης μεταξύ δύο τυχαίων κόμβων του δικτύου $G(V,E)$ και αποτελεί δείκτη της συνδετικότητας του. Σαν μέγεθος εκφράζει τον λόγο του αριθμού των ακμών $|E(G)|$ που υπάρχουν στο δίκτυο $G(V,E)$ προς το πλήθος των δυνατών συνδέσεων $|E(G)|_{max}$ που δύναται να σχηματιστούν από το σύνολο των κόμβων $V(G)$ του δικτύου και δίνεται από την μαθηματική σχέση :

$$\rho = \frac{\text{αριθμός των ακμών του δικτύου } G(V,E)}{\text{μέγιστος αριθμός ακμών που μπορούν να σχηματιστούν στο } V(G)} = \frac{|E(G)|}{|E(G)|_{max}}$$

Όταν το δίκτυο είναι μη κατευθυνόμενο όπως στην προκειμένη διπλωματική, ο αριθμός των εν δυνάμει συνδέσεων που μπορούν να δημιουργηθούν ισούται με τον αριθμό των n κορυφών ανά δύο δηλαδή $\binom{|V(G)|}{2} = \binom{n}{2}$, συνεπώς η μαθηματική έκφραση της πυκνότητας διαμορφώνεται ως εξής:

$$\rho_{und} = \frac{|E(G)|}{|E(K_{|V(G)|})} = \frac{m}{\binom{n}{2}} = \frac{2! \cdot (n-2)! \cdot m}{n!} = \frac{2m}{n \cdot (n-1)}$$

Όπου το n εκφράζει τον αριθμό των κόμβων, το m τον αριθμό των ακμών και το $n!$ το παραγοντικό του φυσικού αριθμού n .

Διάμετρος δικτύου-Network diameter (d)

Για την επεξήγηση της έννοιας της διαμέτρου του δικτύου είναι απαραίτητο να δοθεί ο ορισμός της γεωδαισιανής απόστασης. Γεωδαισιανή απόσταση ονομάζεται η συντομότερη απόσταση-διαδρομή με την οποία συνδέονται δυο κορυφές του δικτύου. Έχοντας ως βάση τον παραπάνω ορισμό διάμετρο δικτύου αποτελεί το μήκος της μεγαλύτερης γεωδαισιανής του δικτύου και δίνεται από την μαθηματική σχέση:

$$d(G) = \max \{d(v,u) : \forall v, u \in V(G)\}$$

Η διάμετρος του δικτύου μπορεί να υπολογιστεί είτε με την δυαδική (bin) της μορφή, όπου εκφράζει τον αριθμό των βημάτων που διαχωρίζει τις πιο απομακρυσμένες κορυφές που υφίστανται στο δίκτυο, είτε με την σταθμισμένη της μορφή (βάρη) όπου εκφράζει την απόσταση σε μονάδες μήκους που διαχωρίζει τις πιο απομακρυσμένες κορυφές του δικτύου. Η παρουσία πλήθους ενδιάμεσων στάσεων μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων του δικτύου συνεπάγεται στη ύπαρξη μεγάλης διαμέτρου και κατ' επέκταση την χαμηλή συνδεσιμότητα του δικτύου.

Ενδιαμέσου κεντρικότητα – Betweenness centrality (C^b)

Το μέτρο της ενδιαμέσου κεντρικότητας υπολογίζει τον αριθμό των εγγύτερων μονοπατιών που διέρχονται από ένα συγκεκριμένο κόμβο. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα μέτρα απόστασης, η ενδιαμέσου κεντρικότητα δεν λαμβάνει υπόψιν για τον υπολογισμό της τους ασύνδετους κόμβους. Η ενδιαμέσου κεντρικότητα ενός δικτύου δίνεται από την μαθηματική σχέση:

$$C_k^b = \sigma(k) / \sigma$$

Ορίζεται ως το πηλίκο του αριθμού $\sigma(k)$ των εγγύτερων μονοπατιών που διέρχονται από μια κορυφή $k \in V(G)$ προς τον συνολικό πλήθος σ των εγγύτερων μονοπατιών που σχηματίζονται στο σύνολο των κορυφών του δικτύου $G(V,E)$.

Κεντρικότητα εγγύτητας- Closeness Centrality (C^c)

Το μέτρο της κεντρικότητας εγγύτητας χρησιμοποιείται για την περιγραφή του βαθμού στον οποίο ένας κόμβος $v \in V(G)$ βρίσκεται κοντά στους υπόλοιπους κατά μήκος

μιας γεωδαισιανής διαδρομής και περιγράφεται από την παρακάτω σχέση ως το άθροισμα των γεωδαισιανών αποστάσεων (το μήκος των εγγύτερων μονοπατιών) ενός κόμβου προς τους λοιπούς κόμβους του δικτύου:

$$C_i^c = \frac{|V|-1}{\sum_{j=1, i \neq j} d_{ij}} = \left(\frac{1}{|V|-1} \cdot \sum_{j=1, i \neq j} d_{ij} \right)^{-1} = (\bar{d}_i)^{-1} = \frac{1}{\bar{d}_i}$$

Όπου το d_{ij} αντιπροσωπεύει την γεωδαισιανή απόσταση μεταξύ των κόμβων v_i και v_j δηλαδή $d_{ij}=d(v_i, v_j)$. Πρακτικά το μέτρο της κεντρικότητας εγγύτητας σε ένα χωρικό δίκτυο εκφράζει το μεταφορικό κόστος που προκύπτει από τους χωρικούς περιορισμούς, στους οποίους υπόκεινται κάποιες περιοχές.

4.3 Τοπολογία δικτύου.

Όπως προαναφέρθηκε ένα χωρικό δίκτυο αποτελεί ένα διμερές σύνολο $G(V, E)$ που περιέχει ένα σύνολο κόμβων $V(G)$ και ένα σύνολο ακμών-συνδέσεων $E(G)$, στο οποίο οι κόμβοι και οι συνδέσεις μεταξύ τους είναι τοποθετημένα σε ένα χώρο που χαρακτηρίζεται από μια μετρική συνάρτηση ή μια συνάρτηση απόστασης $d(x, y)$ (Τσιώτας, 2016). Ο κανόνας με τον οποίο διατάσσονται τα στοιχεία εντός του δικτύου $G(V, E)$ ώστε να αποκτήσουν δομή, η απεικόνιση της διευθέτησης των στοιχείων του δικτύου $G(V, E)$ και ο καθορισμός των δομικών σχέσεων μεταξύ τους αποτελούν την τοπολογία του (Τσιώτας, 2016; Tsiotas & Polyzos, 2017b).

Η τοπολογία αποτελεί θεμελιώδη έννοια για την μελέτη των χωρικών δικτύων καθώς συνεισφέρει στην αποκωδικοποίηση της πληροφορίας που διατηρείται στα στοιχεία (κορυφές και ακμές) του δικτύου. Για παράδειγμα, η τοπολογία των δικτύων μεταφορών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης για την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Στο πλαίσιο αυτό, η μελέτη της τοπολογίας του εθνικού ακτοπλοϊκού δικτύου μπορεί να παρέχει πληροφορίες για την οικονομική ταυτότητα της χώρας (Tsiotas & Polyzos, 2014).

Οι τοπολογίες των δικτύων διακρίνονται σε οκτώ βασικά είδη: την τοπολογία σημείου-σημείου (point-to-point topology), την τοπολογία διαύλου (bus topology), την τοπολογία αστέρα (star topology), την τοπολογία δακτυλίου (ring topology), την τοπολογία πλέγματος (mesh topology), την τοπολογία δένδρου (tree topology), την υβριδική τοπολογία (hybrid topology) και την τοπολογία αλυσίδας (daisy chain topology) (Qing & Qiurping, 2014). Τα οχτώ είδη τοπολογίας παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

Τοπολογία σημείου-σημείου (point-to-point topology)

Η τοπολογία σημείου-σημείου (Σχήμα 4.3.1) όπως υποδηλώνει και η ονομασία της χαρακτηρίζεται από την άμεση σύνδεση μεταξύ των ζευγών κόμβων. Η άμεση σύνδεση ενισχύει την ανεμπόδιστη επικοινωνία μεταξύ των κόμβων.

Σχήμα 4.3.1 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας σημείου-σημείου (point-to-point topology).



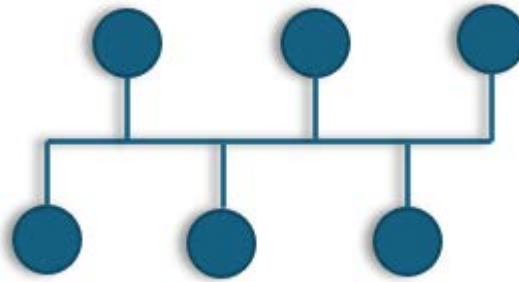
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Κύριο μειονέκτημα αυτού του είδους τοπολογίας είναι ότι η αύξηση του αριθμού των συνδέσεων του δικτύου, επιφέρει επιβάρυνση του φόρτου επικοινωνίας (Τσιώτας, 2016).

Τοπολογία διαύλου (bus topology)

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.3.2 στην τοπολογία διαύλου κάθε ένας κόμβος του δικτύου συνδέεται με μια ενιαία ακμή η οποία ονομάζεται δίαυλος. Η τοπολογία διαύλου διακρίνεται σε γραμμική (linear) στην οποία υπάρχει ένας δίαυλος και η σύνδεση των κόμβων πραγματοποιείται σε ευθεία γραμμή και στην κατανομημένη στην οποία ο δίαυλος διαθέτει διακλαδώσεις (Τσιώτας, 2016). Σε αυτή την περίπτωση τοπολογίας το σήμα διαχέεται από τον κόμβο προορισμού προς όλους τους κόμβους μέχρι να φτάσει στον προοριζόμενο παραλήπτη.

Σχήμα 4.3.2 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας διαύλου (bus topology).



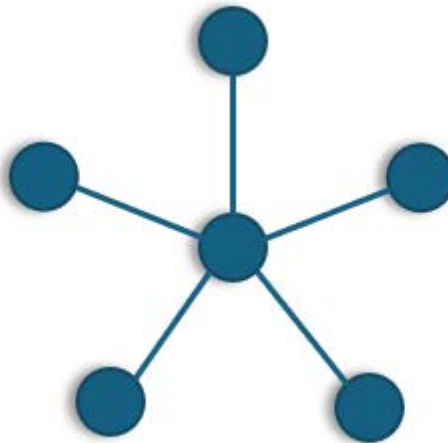
Πηγή: Qing & Qiuping, 2014, Ιδία επεξεργασία.

Τα δίκτυα αυτού του τύπου αποτελούν καλή επιλογή όταν ο αριθμός των κόμβων που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο είναι μικρός, καθώς εν αντιθέσει με το χαμηλό κόστος εγκατάστασης διαθέτει υψηλό κόστος της λειτουργικής διαχείρισης. Τρωτό σημείο της τοπολογίας διαύλου αποτελεί η ευαισθησία σε επιθέσεις λόγω ύπαρξης του μοναδικού καναλιού σύνδεσης (Selvi & Seenivasan, 2022).

Τοπολογία αστέρα (star topology or hub-and-spoke topology)

Στην τοπολογία αστέρα όπως φαίνεται και από το Σχήμα 4.3.3 το σύνολο των κόμβων του δικτύου είναι συνδεδεμένοι με συνδεσμολογία σημείου-σημείου με έναν κεντρικό κόμβο. Ο κεντρικός κόμβος στην τοπολογία αστέρα ονομάζεται πλήμνη (hub), ενώ οι υπόλοιποι κόμβοι περιφερειακά του ονομάζονται ακτίνες (spokes) (Τσιώτας, 2016).

Σχήμα 4.3.3 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας αστέρα.



Πηγή: Qing & Qiuping, 2014, Ιδία επεξεργασία.

Σε αυτό το είδος τοπολογίας η πλήμνη λειτουργεί ως αναμεταδότης σημάτων και διαχέει τα δεδομένα στο σύνολο του δικτύου. Θετικό σημείο της τοπολογίας αστέρα αποτελεί η ευκολία προσθήκης νέων κόμβων στον δίκτυο. Ταυτόχρονα τα προβλήματα που εντοπίζονται σε μία ακμή επηρεάζουν μόνο τον κόμβο που συνδέεται με αυτή την ακμή ενώ το υπόλοιπο δίκτυο παραμένει λειτουργικό (Qing & Qiuping, 2014). Αντίστοιχα με την τοπολογία διαύλου και η τοπολογία αστέρα παρουσιάζει τρωτότητα σε επιθέσεις, λόγω ύπαρξης και σε αυτή την μορφή δικτύου ενός κεντρικού σημείου (Deng & Hu, 2013).

Η τοπολογία αστέρα συναντάται σε δυο μορφές, στην μορφή εκτεταμένου αστέρα (extended star) και στην μορφή κατανεμημένου αστέρα (distributed star). Στην μορφή εκτεταμένου αστέρα το δίκτυο παρομοιάζει με την φυσική τοπολογία αστέρα και αποτελείται από περιφερειακούς κόμβους οι οποίοι συνάπτουν συνδέσεις με ένα κεντρικό κόμβο. Στην μορφή κατανεμημένου αστέρα το δίκτυο είναι πολυκεντρικό και τα επιμέρους δίκτυα τοπολογίας αστέρα συνδέονται γραμμικά. Στα χωρικά δίκτυα την τοπολογία αστέρα ακολουθούν τα δίκτυα αεροπορικών γραμμών.

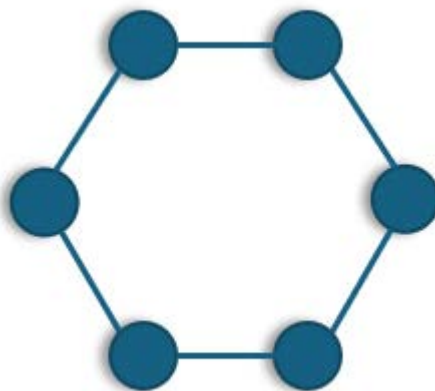
Η καθιέρωση της τοπολογίας αστέρα στα δίκτυα αεροπορικών γραμμών οφείλεται στις οικονομίες κλίμακας που δημιουργούνται λόγω της ύπαρξης κομβικών αεροδρομίων σε περιοχές που εμφανίζουν μεγάλες αστικές συγκεντρώσεις αλλά και στην ανάγκη των εταιρειών για αύξηση της αποτελεσματικότητας του δικτύου με ταυτόχρονη

μείωση του λειτουργικού τους κόστους μέσω της εξυπηρέτησης περισσότερων προορισμών με ελάχιστες μετεπιβιβάσεις (Τσιώτας, 2016).

Τοπολογία δακτυλίου (ring topology)

Στην τοπολογία δακτυλίου (Σχήμα 4.3.4) το δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο συνεχόμενων κόμβων με συνδέσεις σημείου προς σημείο που οργανώνονται σε κυκλική διάταξη με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα κλειστό κύκλωμα-βρόχος, στον οποίο η πληροφορία διαδίδεται προς μία κατεύθυνση κατά μήκος του δακτυλίου και κάθε κόμβος ενεργεί ως αναμεταδότης που διατηρεί το σήμα ισχυρό κατά τη διαδρομή του.

Σχήμα 4.3.4 Ενδεικτική απεικόνιση της Τοπολογίας δακτυλίου.



Πηγή: Qing & Qiuping, 2014, Ιδία επεξεργασία.

Εν αντιθέσει με τις τοπολογίες διαύλου και αστέρα σε αυτή την τοπολογία όλοι οι κόμβοι του δακτυλίου έχουν την ίδια σημαντικότητα για την αποτελεσματικότητα του δικτύου καθώς από κάθε κόμβο εξαρτάται η ικανότητα μεταφοράς του σήματος κατά μήκος του δακτυλίου. Στα χωρικά δίκτυα, τα δρομολόγια των αστικών λεωφορείων αποτελούν παράδειγμα που ακολουθεί την τοπολογία διαύλου, αφού η διαδρομή τερματίζει στην θέση αφετηρίας, δημιουργώντας έναν δακτύλιο (Τσιώτας, 2016).

Τοπολογία πλέγματος (mesh topology)

Ένα δίκτυο με τοπολογία πλέγματος αποτελεί ένα πολύπλοκο μοτίβο κόμβων και συνδέσεων και δεν χαρακτηρίζεται από κάποιο βασικό γεωμετρικό σχήμα. Η τοπολογία

πλέγματος εμφανίζει δύο μορφές την πλήρη τοπολογία πλέγματος (full mesh topology) όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.3.5 και την τοπολογία πλέγματος μερικής συνδέσεως (partially connection mesh topology), όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.3.6 (Qing & Qiuping, 2014). Στην πρώτη περίπτωση υφίστανται συνδέσεις σημείου προς σημείο μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου ανά ζεύγη, σε αντίθεση με την δεύτερη μορφή που χαρακτηρίζεται ως ημιτελής.

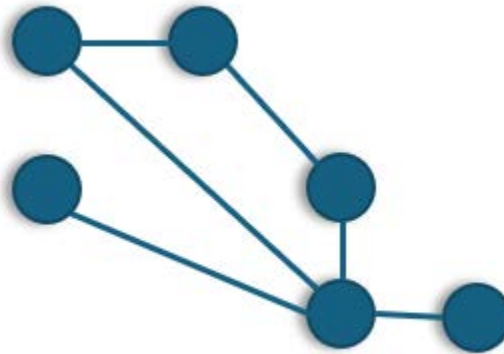
Σχήμα 4.3.5 Ενδεικτική απεικόνιση της πλήρους τοπολογίας πλέγματος.



Πηγή: Qing & Qiuping, 2014, Ιδία επεξεργασία.

Στον φυσικό κόσμο συναντάται κατά κανόνα η τοπολογία πλέγματος μερικής συνδέσεως καθώς, η σύναψη επιλεγμένων ακμών είναι λιγότερο δαπανηρή σε σύγκριση με την πλήρη τοπολογία πλέγματος (Τσιώτας, 2016).

Σχήμα 4.3.6 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας πλέγματος μερικής συνδέσεως.



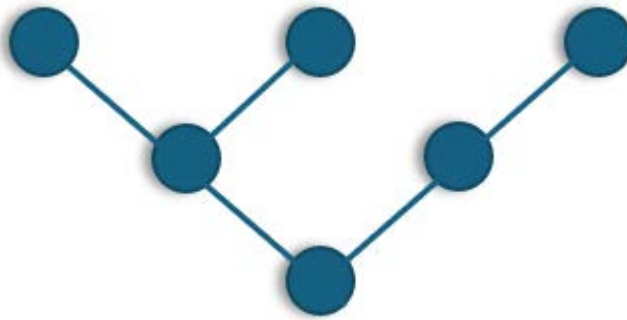
Πηγή: Qing & Qiuping, 2014, Ιδία επεξεργασία.

Το βασικό πλεονέκτημα της παραπάνω τοπολογίας είναι το υψηλό επίπεδο πλεονασμού της ως προς τις συνδέσεις, που εξασφαλίζει ότι αν μία διαδρομή είναι αποκλεισμένη, υπάρχει μια εναλλακτική διαδρομή για να φτάσουν τα δεδομένα στον προορισμό τους (Encarnacion & Teleron, 2023).

Τοπολογία δένδρου (Tree topology)

Στην τοπολογία δένδρου (Σχήμα 4.3.7) η ιεραρχία των κόμβων μέσα στο δίκτυο διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο. Στην κορυφή της ιεραρχίας βρίσκεται ένας μοναδικός κόμβος, ο οποίος ονομάζεται κόμβος αρχής ή ρίζα του δέντρου και συνδέεται άμεσα με σύνδεση σημείου-σημείου με έναν ή περισσότερους κόμβους του αμέσως κατώτερου επιπέδου (δηλαδή, το δεύτερο επίπεδο ιεραρχίας). Εν συνεχεία οι κόμβοι του δεύτερου επιπέδου ιεραρχίας συνδέονται και αυτοί με την σειρά τους με σύνδεση σημείου-σημείου, με έναν ή περισσότερους κόμβους του αμέσως επόμενου κατώτερου επιπέδου (το τρίτο επίπεδο ιεραρχίας) και επαναλαμβάνοντας το ίδιο μοτίβο όπως και προηγουμένως, η κατάσταση συνεχίζεται έως ότου εξαντληθούν οι κόμβοι του δικτύου (Qing & Qiuping, 2014).

Σχήμα 4.3.7 Ενδεικτική απεικόνιση της τοπολογίας δένδρου.



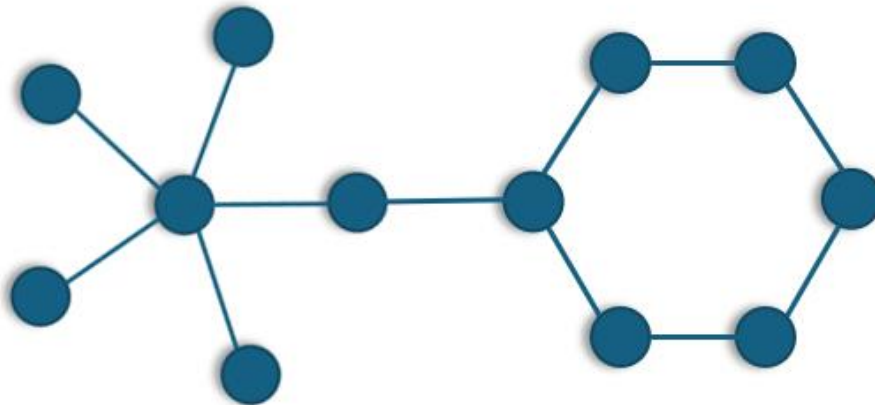
Πηγή: Qing & Qiurping, 2014, Ιδία επεξεργασία.

Για την ύπαρξη μιας τοπολογίας δένδρου είναι απαραίτητη η ύπαρξη τριών επιπέδων ιεραρχίας καθώς με δύο μόνο επίπεδα η τοπολογία που δημιουργείται αντιστοιχεί σε τοπολογία αστέρα (Τσιώτας, 2016). Η βασική αδυναμία της τοπολογίας δένδρου είναι ίδια με εκείνη της τοπολογίας του αστέρα. Λόγω της ύπαρξης και σε αυτή την μορφή δικτύου ενός κεντρικού σημείου, το δίκτυο παρουσιάζει τρωτότητα σε επιθέσεις επηρεάζοντας την λειτουργία του.

Υβριδική τοπολογία (Hybrid topology)

Η υβριδική τοπολογία (Σχήμα 4.3.8) αποτελεί ένα συνδυασμό δύο ή περισσότερων τοπολογιών που αναφέρθηκαν παραπάνω με προϋπόθεση το δίκτυο που θα προκύψει από την συνένωση να μην αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά των βασικών τοπολογιών που το συνθέτουν.

Σχήμα 4.3.8 Ενδεικτική απεικόνιση της υβριδικής τοπολογίας (συνδυασμός τοπολογίας αστέρα και δαχτυλιδιού).



Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Το βασικό πλεονέκτημα της υβριδικής τοπολογίας είναι ότι με την ενσωμάτωση διαφορετικών τοπολογιών, διατηρεί και τα δυνατά σημεία της κάθε τοπολογίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα βελτιωμένη απόδοση με αυξημένη κίνηση δεδομένων χωρίς σημεία συμφόρησης. Επιπλέον συνδυάζει και το πλεονέκτημα του πλεονασμού, αν ένας κόμβος του δικτύου ή μια ακμή αποτύχει, υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές για τη μετάδοση δεδομένων, ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο διακοπής λειτουργίας.

Γραμμική τοπολογία (linear topology)

Στην γραμμική τοπολογία οι κόμβοι του δικτύου συνδέονται διαδοχικά και σχηματίζουν μια γραμμική διάταξη δικτύου όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.3.9.

Σχήμα 4.3.9 Ενδεικτική απεικόνιση της γραμμικής τοπολογίας.



Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Πλεονέκτημα της γραμμικής τοπολογίας αποτελεί η ευκολία προσθήκης νέων κόμβων στον δίκτυο. Στα χωρικά δίκτυα η γραμμική τοπολογία συναντάτε στα

σιδηροδρομικά δίκτυα καθώς και σε όλα τα χωρικά δίκτυα αποσπασματικά, για αυτό αποτελεί την βασικότερη τοπολογία στην θεωρία δικτύων (Τσιώτας, 2016).

Κεφάλαιο 5. Ανάλυση δικτύου.

5.1 Ανάλυση βασικών μέτρων δικτύων.

Τα αποτελέσματα υπολογισμού των μέτρων του συνολικού ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου καθώς και των υποδικτύων ανά ναυτιλιακή εταιρία, παρατίθενται στον Πίνακα 5.1.1 που ακολουθεί. Η τάξη μεγέθους των δικτύων ανά ναυτιλιακή εταιρία είναι εμφανώς μικρότερη σε σχέση με το ενοποιημένο ακτοπλοϊκό δίκτυο καθώς αλλάζει η κλίμακα της ανάλυσης και έχουν αφαιρεθεί οι απομονωμένοι κόμβοι. Το παραπάνω δεν επηρεάζει την ανάλυση του παρόντος υποκεφαλαίου, καθώς βασικοί στόχοι του αποτελούν η μελέτη των μέτρων του ενοποιημένου δικτύου GMN ξεχωριστά από τα υπόλοιπα δίκτυα και η συγκριτική ανάλυση των κυριότερων μέτρων μεταξύ των δικτύων ανά ναυτιλιακή εταιρία.

Πίνακας 5.1.1 Αποτελέσματα υπολογισμού των βασικών μέτρων των δικτύων.

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΤΡΑ - ΜΕΓΕΘΗ ΔΙΚΤΥΩΝ															
	n	m	$n\ (e_{ij} \in E)$	$n_k=0$	a	k_{max}	k_{min}	$\langle k \rangle$	$\langle k_{w1} \rangle$	$\langle l \rangle$	$d_{bin}(G)$	ρ	$\langle C \rangle$	Q	
OPERATORS	Aegean flying dolphins	10	8	-	-	2	2	1	1,6	37,708	2	4	0,178	0	0,5
	Aegean sea lines	6	7	-	-	1	4	1	2,333	178,172	1,6	3	0,467	0,3	0,122
	Aegeon pelagos sea lines	11	10	-	-	1	2	1	1,818	111,224	4	10	0,182	0	0,455
	Alko ferries	3	2	-	-	1	2	1	1,333	70,028	1,333	2	0,667	0	0
	Alpha lines	4	3	-	-	1	2	1	1,5	49,22	1,667	3	0,5	0	0,167
	Ane kalymnou	9	8	-	-	1	3	1	1,778	50,778	3,167	7	0,222	0	0,389
	Anek superfast	5	3	-	-	2	2	1	1,2	216,681	1,25	2	0,3	0	0,444
	Anes ferries	9	9	-	-	2	6	1	2	71,288	1,818	3	0,25	0,525	0,327
	Blue star ferries	31	45	-	-	1	6	1	2,903	273,921	3,548	7	0,097	0,133	0,521
	Cyclades fast ferries	11	14	-	-	1	6	1	2,545	145,298	3,018	7	0,255	0,188	0,421
	Dodekanisos Seaways	16	18	-	-	1	4	1	2,25	125,768	2,9	6	0,15	0	0,398
	Golden star ferries	7	11	-	-	1	6	1	3,143	130,942	2,667	6	0,524	0	0,277
	Goutos lines	3	2	-	-	1	2	1	1,333	36,106	1,333	2	0,667	0	0
	Grimaldi lines	2	1	-	-	1	1	1	1	32,249	1	1	1	0	0
	Hellenic seaways	36	41	-	-	2	5	1	2,278	103,398	4,992	12	0,065	0,089	0,659
	Horizon Sea Lines	2	1	-	-	1	1	1	1	118,586	1	1	1	0	0
	Ionian pelagos	3	3	-	-	1	2	2	2	67,003	1	1	1	1	0
	Karystia lines	3	2	-	-	1	2	1	1,333	36,106	1,333	2	0,667	0	0
	Kerkyra lines	3	3	-	-	1	2	2	2	79,197	1	1	1	1	0
	Kerkyra seaways	3	2	-	-	1	2	1	1,333	44,401	1,333	2	0,667	0	0
	Lafasi	3	2	-	-	1	2	1	1,333	34,045	1,333	2	0,667	0	0
	Lefkada palace	7	6	-	-	1	2	1	1,714	67,209	2,667	6	0,286	0	0,319
	Lefkimi lines	2	1	-	-	1	1	1	1	17,938	1	1	1	0	0
	Levante ferries	6	6	-	-	1	3	1	2	78,794	2,333	5	0,4	0	0,319
	Magic Sea Ferries	4	3	-	-	1	2	1	1,5	93,097	1,667	3	0,5	0	0,167
	Maistros Santorini	5	4	-	-	1	2	1	1,6	60,67	2	4	0,4	0	0,219
	Minoan Lines	5	3	-	-	2	2	1	1,2	140,102	1,25	2	0,3	0	0,444
	Nova ferries	2	1	-	-	1	1	1	1	29,296	1	1	1	0	0
	Red star	3	2	-	-	1	2	1	1,333	112,828	1,333	2	0,667	0	0
	Saronic ferries	5	6	-	-	1	4	1	2,4	38,886	2	4	0,6	0	0,208
	Sea Service	2	1	-	-	1	1	1	1	19,995	1	1	1	0	0
	Sea Speed Ferries	11	10	-	-	1	2	1	1,818	136,335	4	10	0,182	0	0,455
	Seajet	40	78	-	-	2	16	1	3,9	276,74	3,872	12	0,1	0,093	0,58
	Sebeco lines	2	1	-	-	1	1	1	1	39,991	1	1	1	0	0
	Skyros shipping	4	3	-	-	1	2	1	1,5	98,509	1,667	3	0,5	0	0,167
	Small Cyclades Lines	8	7	-	-	1	2	1	1,75	45,542	3	7	0,25	0	0,357
	Superfast ferries	6	8	-	-	2	6	1	1,333	209,974	1,333	2	0,009	0	0,375
	Triton ferries	6	4	-	-	2	2	1	1,333	42,849	1,333	2	0,267	0	0,5
	Ventouris ferries	3	2	-	-	1	2	1	0,667	58,479	1,333	2	0,667	0	0
	Zante ferries	13	11	-	-	2	2	1	1,692	66,192	3,521	9	0,141	0	0,558
	Ενοποιημένο	229	360	0	128	130	41	0	3,144	195,076	4,713	12	0,014	0,327	0,689

Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Σύμφωνα με το Πίνακα 5.1.1 το GMN αποτελείται από $n=229$ λιμάνια (nodes) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με $m=360$ αμφίδρομες ακτοπλοϊκές γραμμές (edges). Το GMN αποτελεί ένα δίκτυο με 130 συνδετικές συνιστώσες (connected components - a), με 128 απομονωμένους κόμβους (isolated nodes - $n_k=0$) και χωρίς την ύπαρξη αυτοσυνδέσεων (self-connections), δηλαδή ακμών που να συνδέουν τον ίδιο κόμβο.

Ο μέγιστος βαθμός του GMN ισούται με $k_{maxGMN}=41$ ακμές και ανήκει στο λιμένα του Πειραιά ενώ ο ελάχιστος βαθμός του GMN ισούται με $k_{minGMN}=0$ ακμές και αφορά τους απομονωμένους κόμβους του δικτύου. Η τιμή του μέσου βαθμού του δικτύου ισούται με $\langle k \rangle = 3,144$ ακμές. Ο μέσος βαθμός στο GMN εκφράζει τον αριθμό των ακτοπλοϊκών δρομολογίων-γραμμών που εμφανίζει κάθε λιμένας στο δίκτυο κατά μέσο όρο και αντανακλά την συνδετικότητα του ακτοπλοϊκού δικτύου της χώρας. Παρατηρείται ότι, η τιμή του μέσου βαθμού είναι αρκετά μικρή, υποδηλώνοντας μειωμένη συνδετικότητα στο υπό εξέταση δίκτυο. Η εμφάνιση μειωμένης συνδετικότητας στο δίκτυο ήταν αναμενόμενη λόγω του πλήθους των απομονωμένων κόμβων του. Συγκριτικά, στα υποδίκτυα των ναυτιλιακών εταιριών το δίκτυο της εταιρία *Seajet* λαμβάνει την θέση του μεγαλύτερου υποδικτύου καθώς εξυπηρετεί $n=40$ λιμάνια που συνδέονται μεταξύ τους με $m=78$ αμφίδρομες ακτοπλοϊκές γραμμές και εμφανίζει την μεγαλύτερη τιμή μέσου βαθμού η οποία ισούται με $\langle k \rangle = 3,9$ ακμές. Εν συγκρίσει, με τα υποδίκτυα των υπόλοιπων ναυτιλιακών εταιριών το δίκτυο της εταιρίας *Seajet* εμφανίζεται ως το πιο συνεκτικό. Η τιμή μέσου βαθμού στο δίκτυο της εταιρίας *Seajet* φαινομενικά δείχνει μεγαλύτερη ακόμη και από την τιμή μέσου βαθμού του συνολικού ακτοπλοϊκού δικτύου, κάνοντας το δίκτυο της εταιρίας *Seajet* να δείχνει πιο συνεκτικό, κάτι που στην πραγματικότητα δεν ισχύει. Το παραπάνω συμβαίνει λόγω της εξάλειψης των απομονωμένων κόμβων στα δίκτυα των ναυτιλιακών εταιριών. Την χαμηλότερη τιμή μέσου βαθμού (η οποία ισούται με $\langle k \rangle = 1$ ακμή) ανάμεσα στα υποδίκτυα κατέχουν τα δίκτυα των ναυτιλιακών εταιριών *Grimaldi lines*, *Horizon Sea Lines*, *Lefkimi lines*, *Nova ferries*, *Sea Service*, *Sebeco lines* τα οποία αποτελούνται το κάθε ένα από $n=2$ λιμάνια τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με $m=1$ αμφίδρομη ακτοπλοϊκή γραμμή. Ο μέσος σταθμισμένος βαθμός (average weighted degree) του ενοποιημένου ακτοπλοϊκού δικτύου ισούται με $\langle k_w \rangle = 195,07$ ν.μ. και εκφράζει την μέση απόσταση ενός λιμανιού από τα γειτονικά του λιμάνια, δηλαδή το μήκος της ακτοπλοϊκής γραμμής από ένα τυχαίο λιμάνι του δικτύου μέχρι το πρώτο εγγύτερο λιμάνι. Ο μεγαλύτερος μέσος σταθμισμένος βαθμός κόμβων στο πλαίσιο των

υποδικτύων βρίσκεται στο δίκτυο της εταιρίας *Seajet* και ισούται με $\langle k_w \rangle = 276,74$ ν.μ., ενώ ο μικρότερος εντοπίζεται στην εταιρία *Lefkimi lines* και ισούται με $\langle k_w \rangle = 17,938$ ν.μ.. Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι ο μεγάλος μέσος σταθμισμένος βαθμός κόμβων προσδίδει σημαντικότητα-χρησιμότητα σε ένα δίκτυο μιας ναυτιλιακής εταιρίας καθώς υποδηλώνει ότι το δίκτυο εξυπηρετεί μακρινές διαδρομές.

Η τιμή του μέσου μήκους μονοπατιού (average path length) του GMN ισούται με $\langle l \rangle = 4,713$ βήματα διαχωρισμού (degrees of separation) και αντιπροσωπεύει τον αριθμό των βημάτων που διαχωρίζει τις πιο απομακρυσμένες κορυφές του δικτύου. Στην περίπτωση του υπό μελέτη ακτοπλοϊκού δικτύου εκφράζει τον αριθμό των διαδοχικών μετακινήσεων που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την μετακίνηση μεταξύ δυο τυχαίων λιμανιών του δικτύου. Η μεγαλύτερη τιμή στα υποδίκτυα των ακτοπλοϊκών εταιριών εντοπίζεται στο δίκτυο της εταιρίας *Hellenic seaways* και ισούται με $\langle l \rangle = 4,992$ βήματα διαχωρισμού. Η σχετικά υψηλή τιμή μέσου μήκους μονοπατιού του GMN και του δικτύου της εταιρίας *Hellenic seaways* εκφράζει δυσκολία μετακίνησης εντός των δύο δικτύων. Η χαμηλότερη τιμή στα υποδίκτυα των ακτοπλοϊκών εταιριών, εντοπίζεται στα δίκτυα των εταιριών *Grimaldi lines*, *Horizon Sea Lines*, *Ionion pelagos*, *Kerkyra lines*, *Lefkimi lines*, *Nova ferries*, *Sea Service* και *Sebeco lines* και ισούται με $\langle l \rangle = 1$ βήμα διαχωρισμού. Η χαμηλή βαθμολογία του μέσου μήκους μονοπατιού εκφράζει ένα ικανοποιητικό επίπεδο αμεσότητας στην μετακίνηση εντός των δικτύων.

Η διάμετρος του GMN υπολογισμένη στην δυαδική της μορφή ισούται με $d_{bin}(G) = 12$ βήματα διαχωρισμού και εκφράζει τον αριθμό των βημάτων που διαχωρίζουν τα πιο απομακρυσμένα λιμάνια του δικτύου. Η υψηλή διάμετρος υποδηλώνει ότι απαιτείται η προσάραξη σε πολλά λιμάνια για την εξυπηρέτηση ενός λιμανιού (μεγάλος αριθμός ενδιάμεσων στάσεων για ένα προορισμό) κατ' επέκταση το GMN εμφανίζεται ως ένα μη επαρκώς συνδεδεμένο δίκτυο. Αναφορικά με τα υποδίκτυα, τα δίκτυα των εταιριών *Grimaldi lines*, *Horizon Sea Lines*, *Ionion pelagos*, *Kerkyra lines*, *Lefkimi lines*, *Nova ferries*, *Sea Service*, *Sebeco lines* δίνουν την εντύπωση άριστα συνδεδεμένων δικτύων καθώς διατηρούν διάμετρο ίση με $d_{bin}(G) = 1$ βήμα διαχωρισμού, κάτι που δεν ισχύει αν αναλογιστούμε ότι πρόκειται για υπερβολικά μικρά δίκτυα με δύο έως τρεις κόμβους. Τα δίκτυα της *Hellenic seaways* και της *Seajet* διαθέτουν τις μεγαλύτερες διαμέτρους ανάμεσα στα υποδίκτυα με $d_{bin}(G) = 12$ βήματα διαχωρισμού. Έχοντας ως βάση το πλήθος των κόμβων που διαθέτουν σε συνδυασμό

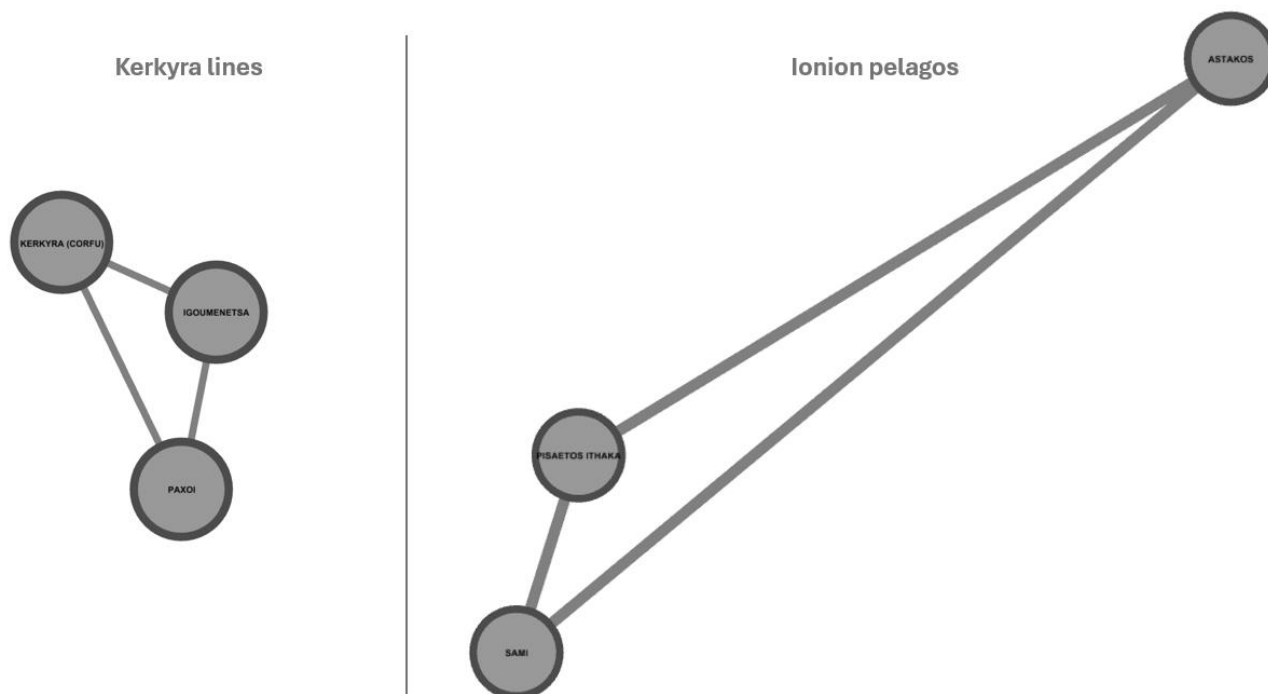
με την αυξημένη διάμετρο που παρουσιάζουν σε σχέση με τα άλλα υποδίκτυα μπορούμε να ισχυριστούμε ότι δεν αποτελούν επαρκώς συνδεδεμένα δίκτυα. Στην περίπτωση όμως των δικτύων των εταιριών είναι αναμενόμενο να προκύπτουν στάσεις για εξυπηρέτηση ενδιάμεσων λιμένων καθώς θα ήταν ασύμφορο οικονομικά και χρονικά για εκείνες να αναπτύσσουν δρομολόγια ξεχωριστά για κάθε προορισμό σε αντίθεση με το συνολικό δίκτυο το οποίο θα έπρεπε να έχει διαμοιραστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρεί την διάμετρο του χαμηλή προσφέροντας καλύτερη εξυπηρέτηση και ελάττωση του χρόνου ταξιδιού.

Η πυκνότητα ενός δικτύου όπως προαναφέρθηκε εκφράζει τον λόγο του αριθμού των υφιστάμενων συνδέσεων του δικτύου, προς τον αριθμό των εν δυνάμει συνδέσεων που μπορούν να σχηματιστούν από το σύνολο των κόμβων (Τσιώτας, 2019). Στο συνολικό ακτοπλοϊκό δίκτυο η πυκνότητα φαίνεται να είναι αρκετά χαμηλή και ισούται με $\rho=0,014$ εκφράζοντας την χαμηλή συνδετικότητα του δικτύου και το περιθώριο του για βελτίωση, μέσω της δημιουργίας επιπλέον συνδέσεων. Παράλληλα, παρατηρείται χαμηλή πυκνότητα και στα δίκτυα των εταιριών *Blue star ferries*, *Hellenic seaways*, *Seajet* και *Superfast ferries* τα οποία εμφανίζουν πυκνότητες $\rho=0,097$, $\rho=0,065$, $\rho=0,1$ και $\rho=0,009$ αντίστοιχα. Η χαμηλή πυκνότητα που εμφανίζουν τα δίκτυα των ναυτιλιακών εταιριών *Blue star ferries*, *Hellenic seaways*, *Seajet* θα μπορούσε να ερμηνευτεί από το πλήθος των λιμένων που εξυπηρετούν, καθώς μια μεγάλη πυκνότητα σε αυτά τα δίκτυα θα σήμαινε περισσότερα δρομολόγια και κατ' επέκταση μεγαλύτερο κόστος. Στην περίπτωση των δικτύων των εταιριών *Grimaldi lines*, *Horizon Sea Lines*, *Ionion pelagos*, *Kerkyra lines*, *Lefkimi lines*, *Nova ferries*, *Sea Service*, *Sebeco lines* η πυκνότητα αγγίζει το άριστο με $\rho=1$. Η πυκνότητα $\rho=1$ δείχνει την βέλτιστη δυνατότητα επικοινωνίας εντός των δικτύων καθώς έχουν αναπτυχθεί όλες οι δυνατές συνδέσεις. Βέβαια, στην συγκεκριμένη περίπτωση η παραπάνω διαπίστωση δεν είναι αντιπροσωπευτική καθώς τα δίκτυα των εταιριών *Grimaldi lines*, *Horizon Sea Lines*, *Ionion pelagos*, *Kerkyra lines*, *Lefkimi lines*, *Nova ferries*, *Sea Service*, *Sebeco line* εξυπηρετούν ελάχιστα λιμάνια και πιο συγκεκριμένα 2 λιμάνια έχοντας την δυνατότητα να αναπτύξουν μόνο ένα δρομολόγιο.

Όπως αναφέρθηκε και στο Υποκεφάλαιο 4.2 ο συντελεστής συγκέντρωσης αποτελεί ένα μέτρο που μετρά τον βαθμό με τον οποίο οι κόμβοι ενός δικτύου τείνουν να δημιουργούν συμπλέγματα και ορίζεται ως το κλάσμα του αριθμού των τριγώνων ενός δικτύου προς τον αριθμό των τριπλετών που υπάρχουν εντός του δικτύου. Στην

περίπτωση του GMN το μέτρο του συντελεστή συγκέντρωσης δείχνει την πιθανότητα εύρεσης ακτοπλοϊκών γραμμών μεταξύ των προορισμών ενός λιμανιού και λειτουργεί ως μέτρο της τοπικής θαλάσσιας συνδετικότητας γύρω από αυτό (Tsiotas & Polyzos, 2014). Η τιμή του συντελεστή συγκέντρωσης στο συνολικό ακτοπλοϊκό δίκτυο είναι ίση με $\langle C \rangle = 0,327$ υποδηλώνοντας ότι η πιθανότητα ύπαρξης συνδεδεμένων γειτόνων γύρω από έναν λιμένα του δικτύου είναι 32% και εκφράζοντας μια σχετικά συνεκτική δομή δικτύου (Tsiotas & Polyzos, 2014). Στα υποδίκτυα των εταιριών υπερισχύει η μηδενική τιμή, με 31 εταιρίες να μην περιέχουν στα δίκτυα τους κυκλικές συνδέσεις και να εμφανίζουν $\langle C \rangle = 0$. Η μεγαλύτερη τιμή εντός των υποδικτύων εμφανίζεται στις εταιρίες *Ionion pelagos*, *Kerkyra lines* με $\langle C \rangle = 1$ φανερώνοντας την ύπαρξη τριγώνων, δηλαδή αλληλοσυνδεδεμένες περιοχές με πολλές κυκλικές συνδέσεις, στις οποίες οι κόμβοι διαθέτουν γείτονες που είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Όπως παρουσιάζεται και από την μοντελοποίηση των δικτύων (Εικόνα 5.1.1) η αυξημένη τιμή των δικτύων των εταιριών *Ionion pelagos*, *Kerkyra lines* οφείλεται στην ύπαρξη τριών κόμβων πλήρως συνδεδεμένων μεταξύ τους οι οποίοι δημιουργούν ένα τρίγωνο.

Εικόνα 5.1.14 Απεικόνιση των δικτύων των εταιριών *Kerkyra lines* και *Ionion pelagos*.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

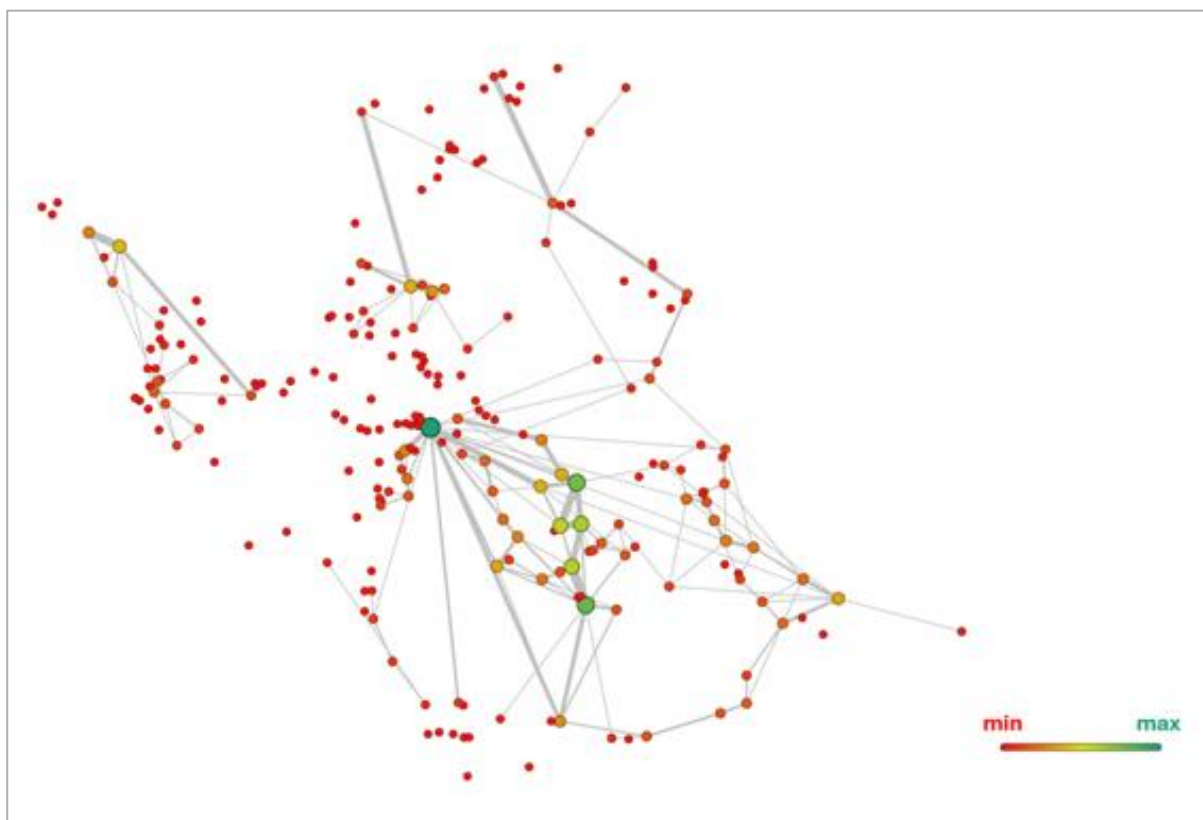
Όσον αφορά το μέγεθος της συναρμολογησιμότητας του GMN παρουσιάζει την τιμή $Q=0,689$ και εκφράζει την αυξημένη ικανότητα επιμερισμού του δικτύου σε κοινότητες, υποδηλώνοντας την πολυκεντρική δυναμική του. Στο ακτοπλοϊκό δίκτυο το μέγεθος της συναρμολογησιμότητας δηλώνει την συνεκτικότητα του δικτύου και δείχνει σε ποιον βαθμό οι ακτοπλοϊκές γραμμές του δικτύου λειτουργούν προς εξυπηρέτηση εθνικών ή τοπικών αναγκών των θαλάσσιων μεταφορών (Tsiotas & Polyzos, 2014; Τσιώτας, 2016). Στα υποδίκτυα των εταιριών την μεγαλύτερη συναρμολογησιμότητα εμφανίζει το δίκτυο της εταιρίας *Hellenic seaways* με $Q=0,659$ ενώ πλήθος εταιριών (15 εταιρίες) εμφανίζουν συναρμολογησιμότητα ίση με $Q=0$ δηλαδή δεν διαιρούνται σε κοινότητες.

5.2 Ανάλυση βασικών μέτρων τοπολογίας και κεντρικότητας των κόμβων του GMN.

Στο παρόν υποκεφάλαιο, αναλύονται τα βασικά μέτρα τοπολογίας και κεντρικότητας (Βαθμός - Degree, Ενδιαμέσου κεντρικότητα ή Ενδιαμεσότητα - Betweenness centrality, Κεντρικότητα εγγύτητας - Closeness centrality, χωρική ισχύς - spatial strength και συναρμολογησιμότητα - modularity) των κόμβων του GMN, των οποίων η χωρική κατανομή παρουσιάζεται παρακάτω με την βοήθεια τοπολογικών χαρτών.

Αρχικά στην χωρική κατανομή του βαθμού η οποία απεικονίζεται στον *Χάρτης 5.2.1*, οι σημαντικότεροι κόμβοι (Hubs) του δικτύου εμφανίζονται με πράσινο χρώμα και μεγαλύτερο μέγεθος. Την υψηλότερη τιμή διατηρεί το λιμάνι του Πειραιά (41 συνδέσεις-δρομολόγια) δίνοντας την δυνατότητα στον κόμβο του να χαρακτηριστεί ως πλήμνη του δικτύου. Αρκετά υψηλό βαθμό εμφανίζουν και τα λιμάνια της Σαντορίνης και της Μυκόνου τα οποία εξυπηρετούνται αντίστοιχα από 34 και 33 δρομολόγια. Έπειτα, όπως φαίνεται στον τοπολογικό χάρτη (*Χάρτης 5.2.1*) ακολουθούν τα λιμάνια της Νάξου με 28 συνδέσεις, της Πάρου με 26 συνδέσεις και της Ίου με 25 συνδέσεις.

Χάρτης 5.2.1 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής βαθμού (Degree) στο GMN.

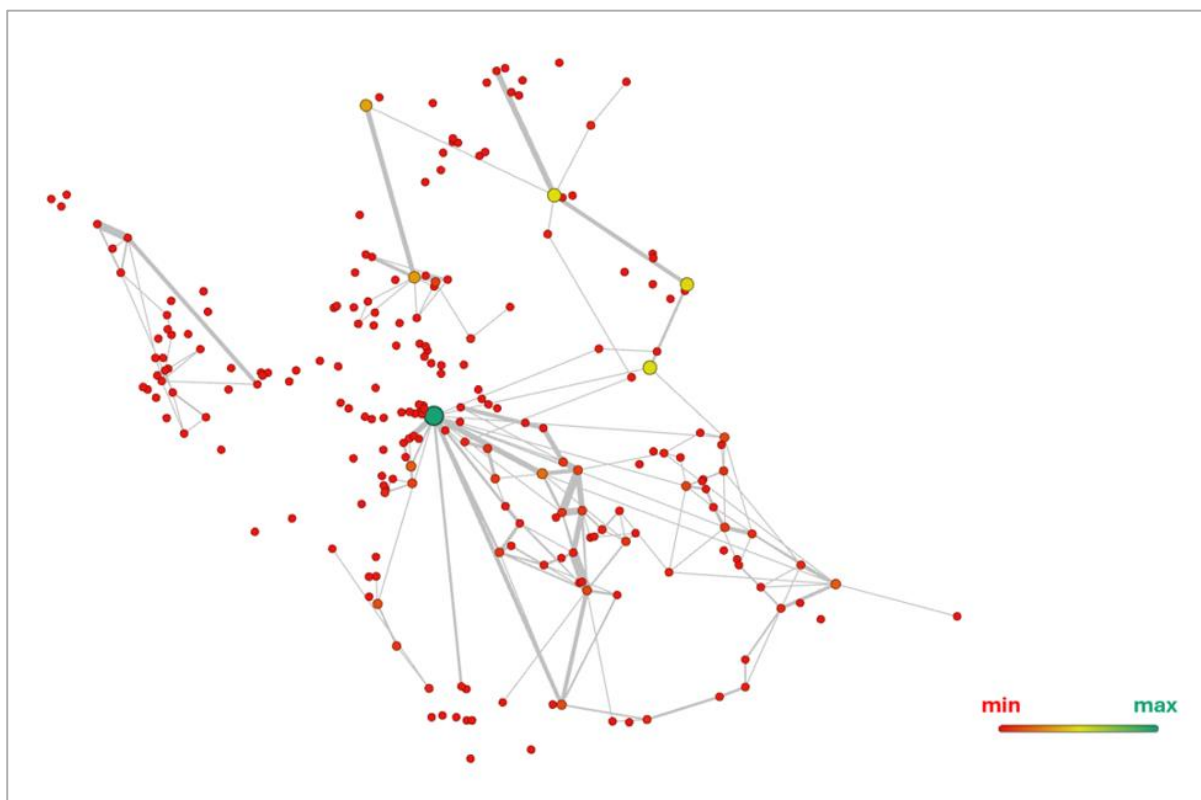


Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Οι παραπάνω κόμβοι (λιμάνια) που διατηρούν τους μεγαλύτερους βαθμούς, απολαμβάνουν τις περισσότερες συνδέσεις (δρομολόγια) και βελτιώνουν την ικανότητα επικοινωνίας του δικτύου. Οι υπόλοιποι κόμβοι του δικτύου παρουσιάζονται ως λιγότερο προνομιούχοι σε συνδεσιμότητα ή ακόμη και εντελώς απομονωμένοι με μηδενικές συνδέσεις.

Μέσα από την χωρική κατανομή της ενδιαμεσότητας (Betweenness Centrality) (Χάρτης 5.2.2) αντλούνται σημαντικές πληροφορίες για την σύνδεση του θαλάσσιου χώρου μέσω της δομής του ακτοπλοϊκού δικτύου και επισημαίνονται οι σημαντικοί κόμβοι-γέφυρες που συνδέουν διαφορετικά μέρη του δικτύου μεταξύ τους. Σύμφωνα με τον Barthélemy (2011) οι πλήμνες εξ' ορισμού αποτελούν φυσικά σταυροδρόμια, συνεπώς αναμένεται συσχέτιση μεταξύ των λιμανιών που διατηρούν μεγάλο βαθμό με τα λιμάνια που διατηρούν μεγάλη τιμή της ενδιαμέσου κεντρικότητας.

Χάρτης 5.2.2 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής Ενδιαμεσότητας (Betweenness Centrality) στο GMN.



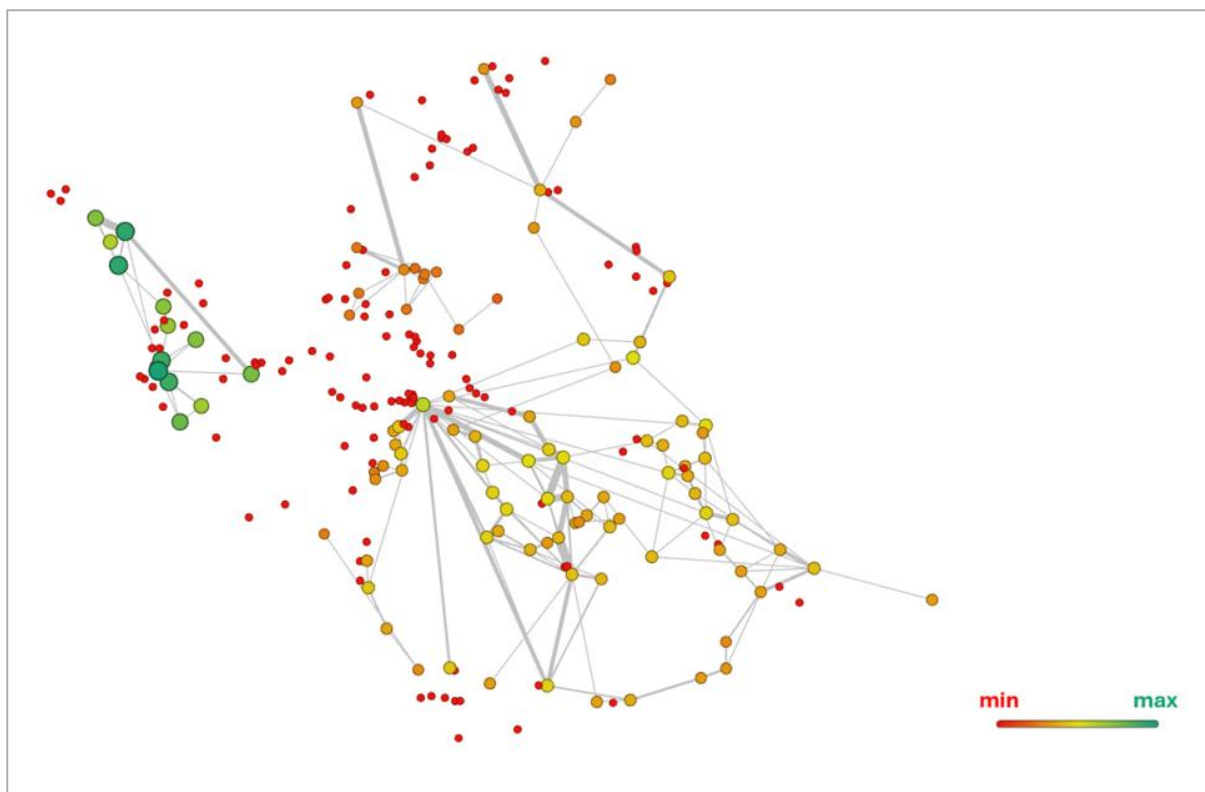
Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Το παραπάνω επιβεβαιώνεται καθώς η υψηλότερη τιμή της ενδιαμέσου κεντρικότητας ανήκει στο λιμάνι του Πειραιά το οποίο παρουσίαζε μεγάλο βαθμό καθιστώντας το «πέρασμα» για το GMN και υποδηλώνοντας την παρεμβολή του στο μεγαλύτερο αριθμό δρομολογίων (Τσιώτας, 2016). Ταυτόχρονα και το λιμάνι της Χίου παρουσιάζει μέση προς υψηλή τιμή ενδιαμέσου κεντρικότητας. Το παραπάνω ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι το λιμάνι της Χίου λειτουργεί σαν ενδιάμεσο λιμάνι (port of call) - ενδιάμεση στάση (αποβίβασης - επιβίβασης) στα δρομολόγια Πειραιάς-Λέσβος και Πειραιάς-Λήμνος. Το λιμάνι του Πειραιά κρίνεται κομβικό για τη ροή και τη λειτουργία του GMN. Η χωρική κατανομή της ενδιαμεσότητας στο GMN, αναδεικνύει την ανάγκη βελτίωσης του σχεδιασμού του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου καθώς με την ύπαρξη μόνο ενός βασικού κόμβου-γέφυρας στο συνολικό δίκτυο μπορεί να προκληθεί πρόβλημα στην διατήρηση της συνολικής συνδεσιμότητας του, αν αυτό το λιμάνι αποτύχει.

Η χωρική κατανομή των τιμών της κεντρικότητας εγγύτητας (closeness centrality) όπως παρουσιάζεται (Χάρτης 5.2.3), εμφανίζει μεγάλες τιμές στα λιμάνια της περιοχής του Ιονίου Πελάγους, διότι οι μέσες αποστάσεις μεταξύ των λιμένων είναι

σημαντικά μικρότερες σε σχέση με τις αποστάσεις μεταξύ των υπόλοιπων λιμανιών. Πρακτικά, η κεντρικότητα εγγύτητας αποτελεί την αντίστροφη μέση απόσταση ενός κόμβου προς τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου και αντανακλά το χωρικό κόστος που παράγεται από τους χωρικούς περιορισμούς θέσης μεταξύ των κόμβων ενός χωρικού δικτύου (Πολύζος, 2011; Tsiotas & Polyzos, 2013).

Χάρτης 5.2.3 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής της Κεντρικότητας εγγύτητας (Closeness centrality) στο GMN.



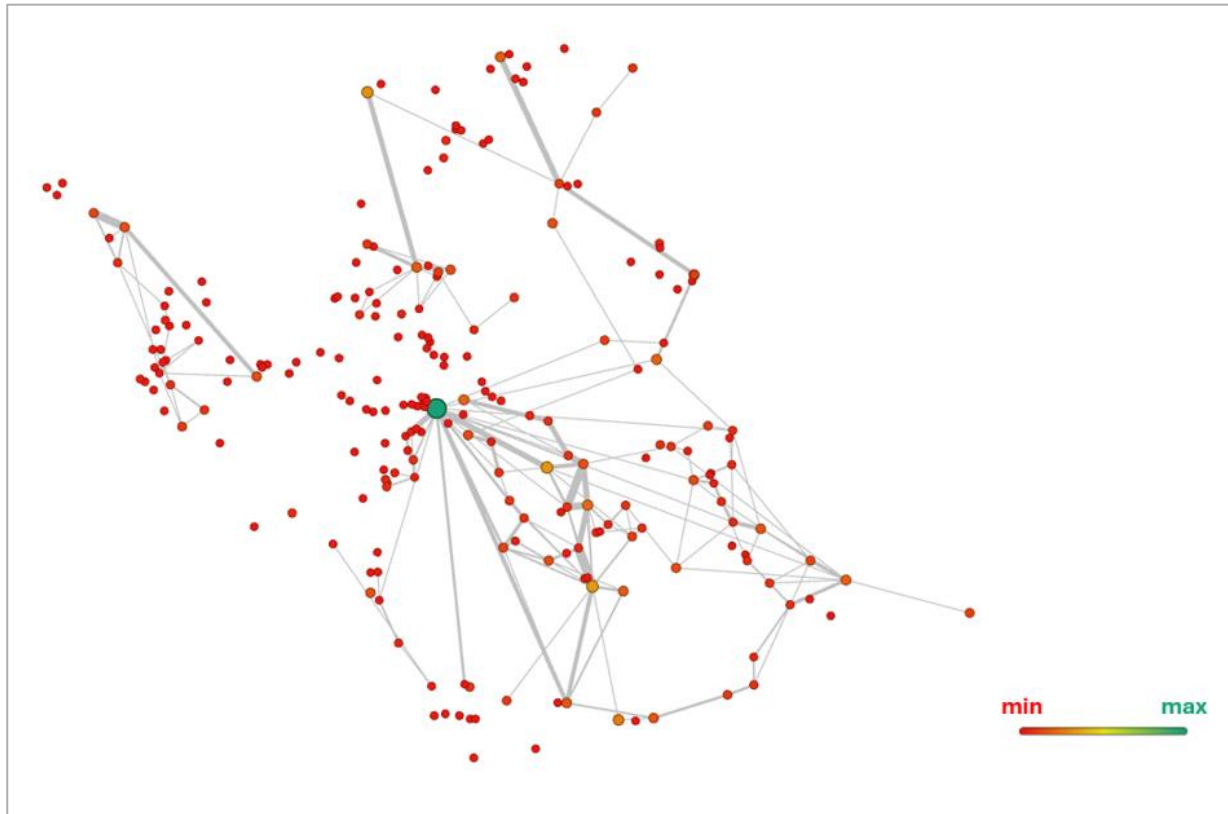
Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Τα λιμάνια με την χαμηλότερη κεντρικότητα εγγύτητας (πέρα από τους ασύνδετους κόμβους) φαίνεται να βρίσκονται στις «άκρες» του GMN δηλαδή στις περισσότερο απομακρυσμένες περιοχές που απαιτούν περισσότερους πόρους, χρόνο ή απόσταση για να συνδεθούν με άλλες περιοχές.

Η κατανομή της χωρικής ισχύος (spatial strength) παρουσιάζεται στον Χάρτη 5.2.4 και υπολογίζεται αθροίζοντας τις χιλιομετρικές αποστάσεις των προσκείμενων ακμών σε έναν κόμβο εκφράζοντας την σημαντικότητα ενός κόμβου σε συνάρτηση με την αξία των συνδέσεων του με τους γειτονικούς κόμβους (Τσιώτας, 2016). Στο GMN το λιμάνι του Πειραιά εμφανίζεται ως ο πιο σημαντικός κόμβος το οποίο οφείλεται στο

πλήθος των δρομολογίων του λιμανιού αλλά και στα βάρη των απομακρυσμένων συνδέσεων (ναυτικά μίλια).

Χάρτης 5.2.4 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής της χωρικής ισχύος (spatial strength) στο GMN.



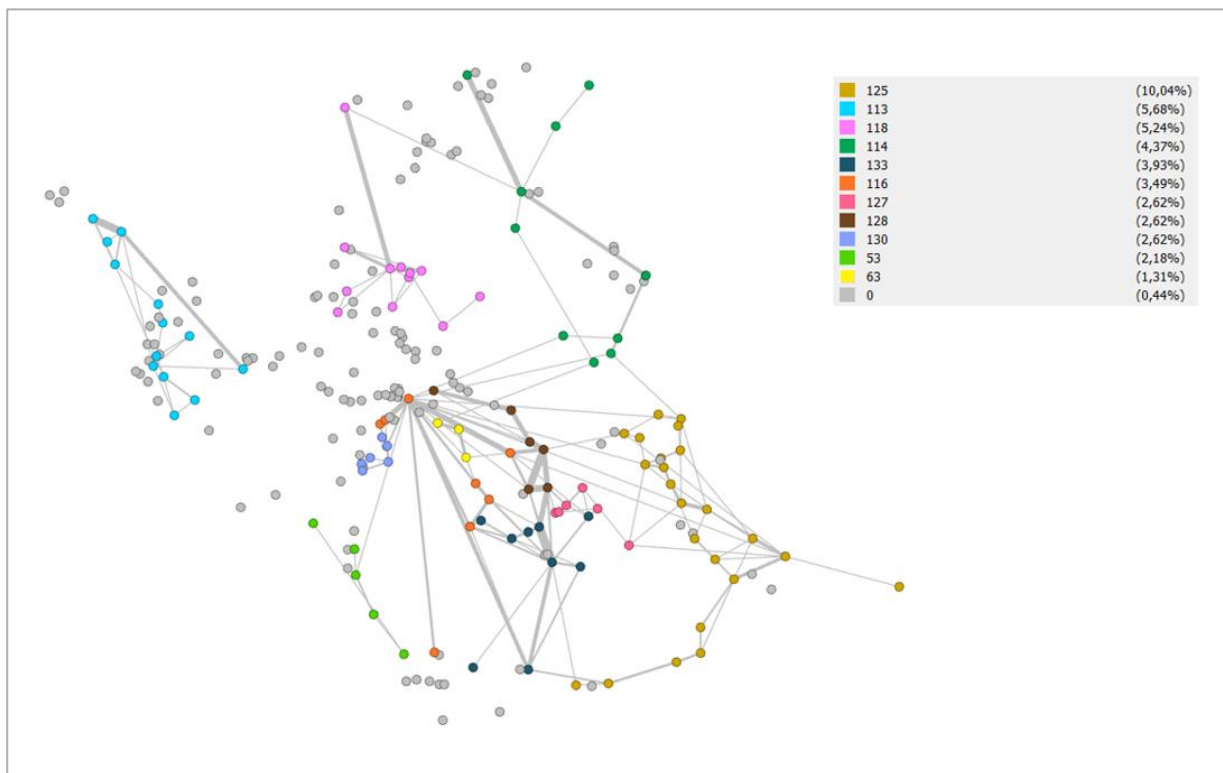
Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Το λιμάνι του Πειραιά κατέχει μεγάλη επιρροή στη διαμόρφωση και λειτουργία του GMN λόγω της κεντρικής του θέσης αλλά και του ρόλου του σε σχέση με τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Το λιμάνι του Πειραιά φαίνεται ότι δρα ως γέφυρα επιτρέποντας την ενοποίηση των νησιωτικών απομακρυσμένων περιοχών με τη χερσαία Ελλάδα και τα δίκτυα αυτής (οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο). Το γεγονός ότι ως ισχυρός κόμβος εμφανίζεται μόνο ένα λιμάνι υποδηλώνει μη επαρκή συνδετικότητα στο εθνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο και επηρεάζει την ανθεκτικότητα του GMN καθώς αν ο κόμβος του Πειραιά αποτύχει ή καταστραφεί, μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες για ολόκληρο το δίκτυο (Deng & Hu, 2013).

Η χωρική κατανομή της συναρμολογοσιμότητας (modularity) αποτυπώνεται στο τοπολογικό *Χάρτη 5.2.5*, χωρίς να παρέχει ιδιαίτερα αξιοποιήσιμη δομική πληροφορία αφού οι σημαντικότερες ροές στο δίκτυο εντοπίζονται μεταξύ κόμβων που

ανήκουν σε ίδιες ή παρόμοιες γεωγραφικές περιοχές (Barthelemy, 2011; Τσιώτας, 2019).

Χάρτης 5.2.5 Τοπολογικός χάρτης χωρικής κατανομής της συναρμολογησιμότητας (modularity) στο GMN.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Στον τοπολογικό χάρτη φαίνεται ότι το Ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο είναι ένα πολυκεντρικό δίκτυο αφού διαμοιράζεται συνολικά σε δώδεκα κοινότητες-ομάδες. Οι έντεκα κοινότητες δείχνουν να καθορίζονται από γεωγραφικά κριτήρια αποκαλύπτοντας ομάδες λιμανιών που παρουσιάζουν ισχυρές εσωτερικές συνδέσεις αλλά ασθενέστερες εξωτερικές δηλαδή είναι πιο στενά συνδεδεμένες λόγω εγγύτητας μεταξύ τους από ό,τι με το υπόλοιπο δίκτυο, ενώ η τελευταία κοινότητα αφορά τους απομονωμένους κόμβους οι οποίοι είναι διεσπαρμένοι σε όλο το δίκτυο. Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσε να υφίσταται στο GMN καλύτερη ενσωμάτωση των απομονωμένων νησιωτικών περιοχών με την βελτιστοποίηση των δρομολογίων.

5.3 Σημαντικότητα κόμβων-λιμένων του δικτύου.

Σε ένα χωρικό δίκτυο ένας κόμβος χαρακτηρίζεται ως σημαντικός όταν διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη λειτουργία, τη συνδεσιμότητα, την ανθεκτικότητα και τη συνολική αποδοτικότητα του δικτύου. Εν αντιστοιχία, ένα λιμάνι στο Ελληνικό ακτοπολοϊκό δίκτυο μπορεί να λογίζεται σημαντικό όταν παίζει καθοριστικό ρόλο στη σύνδεση διαφορετικών περιοχών του δικτύου και η λειτουργία του επηρεάζει σημαντικά τη συνολική απόδοση, προσαρμοστικότητα και συνδετικότητα του δικτύου.

Σύμφωνα με τις αναλύσεις των μέτρων κεντρικότητας που προηγήθηκαν η χωρική κατανομή του βαθμού, η χωρική κατανομή της ενδιαμεσότητας και η κατανομή της χωρικής ισχύος καταδεικνύουν το λιμάνι του Πειραιά, ως ένα από τα σημαντικότερα λιμάνια του δικτύου με δυνατότητα άμεσης επιρροής μεγάλου πλήθους λιμανιών. Η παρατήρηση αυτή ενισχύεται τόσο από τη στρατηγική θέση που κατέχει το λιμάνι του Πειραιά μέσα στο δίκτυο, καθώς βρίσκεται σε κεντρικό γεωγραφικά σημείο, επιτρέποντας την ενοποίηση των νησιωτικών απομακρυσμένων περιοχών με την χερσαία Ελλάδα και τα δίκτυα αυτής (οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο) όσο και από το γεγονός της διασταύρωσης στο λιμάνι πλήθους δρομολογίων.

Η δημιουργία ενός πίνακα (*Πίνακας 5.3.1*) συχνότητων εμφάνισης των λιμανιών του δικτύου σε κοινότητες έρχεται να επιβεβαιώσει τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την σημαντικότητα του λιμανιού του Πειραιά. Στον *Πίνακα 5.3.1* διερευνήθηκε η συχνότητα εμφάνισης του συνόλου των λιμανιών του δικτύου σε κοινότητες. Η συχνότητα εμφάνισης σε κοινότητες μας παρέχει μια πληροφορία για τον αριθμό των διαφορετικών ναυτιλιακών εταιριών που εξυπηρετούν κάθε λιμάνι συνεπώς και για την ζήτηση και την σημαντικότητα των λιμανιών μέσα στο δίκτυο. Οι συχνότητες στον πίνακα (*Πίνακας 5.3.1*) είναι ταξινομημένες ξεκινώντας από τη μεγαλύτερη προς τη μικρότερη τιμή. Ενδεικτικά τα λιμάνια μπορούν να καταταχθούν ανάλογα με τις συχνότητες εμφάνισης, σε λιμάνια με πολύ χαμηλή συχνότητα εμφάνισης (1-2 εμφανίσεις σε κοινότητες), σε λιμάνια με Χαμηλή συχνότητα εμφάνισης (3-4 εμφανίσεις σε κοινότητες), σε λιμάνια με μέτρια συχνότητα εμφάνισης (5-7 εμφανίσεις σε κοινότητες), σε λιμάνια με υψηλή συχνότητα εμφάνισης (8-10 εμφανίσεις σε κοινότητες) και τέλος σε λιμάνια με πολύ υψηλή συχνότητα (πάνω από 10 εμφανίσεις σε κοινότητες).

Πίνακας 5.3.1 Συχνότητες εμφάνισης των λιμανιών σε κοινότητες.

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΛΙΜΕΝΩΝ ΣΕ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ					
PIRAEUS	16	SERIFOS	3	KAVALA	2
THERA (SANTORINI)	11	SIFNOS (KAMARES)	3	KEMOLOS	2
IOS	9	KASSOS	3	POROS KEFALLINIAS	2
HERAKLEIO	9	SETEIA	3	ANTIKETHIRA KETHIRON	2
RHODES	8	TEELOS DODEKANESSOU	3	DIAKOFTI KETHIRON	2
IGOUMENETSA	8	LEIPSOI DODEKANESSA	3	PYTHAGOREON	1
KERKYRA (CORFU)	8	PATMOS	3	AGNONTAS SKOPELOS	1
MELOS	7	PATRA	3	GLYFA FTHIOTIDOS	1
NAXOS	6	AMORGOS (KATAPOLA)	3	AIGIALI AMORGOS	1
AIGINA	5	VATHI SAMOU	3	MEGISTI KASTELORIZOU	1
ALONESSOS	5	KOUFONESSI KEKLADON	3	FOURNOI SAMOU	1
VOLOS	5	MYTELINI	3	ERMEONI	1
SKIATHOS	5	ANDROS	3	KARLOVASSI	1
SKOPELOS	5	MYRINA LEMNOU	3	OINOUSSES	1
CHALKI DODEKANESSOU	5	SIKINOS KEKLADON (SKALA)	3	PORTO CHELI	1
MYKONOS	5	PISAETOS ITHAKA	3	PSARA	1
TEENOS	5	ZAKENTHOS (ZANTE)	3	ASTAKOS	1
KYTHNOS (MERICHAS)	5	CHANIA	2	LEFKADA	1
LAURIO	5	METHANA	2	MEGANESSI	1
POROS TROIZENAS	4	DIAFANI KARPATOU	2	LEFKEMI	1
ANAFI KEKLADON	4	SPETSES	2	KYLENI	1
KARPATOS	4	HYDRA	2	AGIOS EFSTRATIOS LESVOS	1
KALEMNOS	4	AGATHONESI DODEKANESOU	2	AGIOS NIKOLAOS CRETE	1
KOS	4	ARKIOI DODEKANESSOU	2	GETHEIO	1
LEROS (LAKKI)	4	ASTYPALAIA	2	THESSALONIKI	1
PAROS	4	AGIOS KONSTANTINOS	2	KASTELI KISSAMOU	1
SYMI	4	KYMASIO	2	MESTA CHIOU	1
SEEROS	4	DONOUSA KEKLADON	2	RETHYMNO	1
RAPHENA	4	HERAKLEIA KEKLADON	2	KYMI	1
KEA	4	NESYROS	2	SKYROS	1
FOLEGANDROS KEKLADON	4	SCHENOUSA KEKLADON	2	NEAPOLI	1
SAMI	4	GLOSSA	2	ALEXANDROUPOLIS	1
PAXOI	4	CHIOS	2	SAMOTHRAKI (KAMARIOTISSA)	1
AGISTRI AIGINA	3	AGIOS KERIKOS	2		

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Παρατηρείται ότι το λιμάνι του Πειραιά παρουσιάζει την μέγιστη τιμή καθώς εμφανίζεται σε 16 κοινότητες δείχνοντας το αυξημένο ενδιαφέρον από τις ναυτιλιακές εταιρίες για την ένταξη του στα δρομολόγια τους (αυξημένη ζήτηση). Ο πίνακας παρέχει επίσης μια ένδειξη και για την τουριστική ζήτηση των νησιών Θήρα (Σαντορίνη), Ίος, Ηράκλειο, Ρόδος, Ηγουμενίτσα και Κέρκυρα και την σημαντικότητα τους στο δίκτυο καθώς δείχνουν να είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς προορισμοί συμμετέχοντας σε πλήθος κοινοτήτων. Παράλληλα οι χαμηλές συχνότητες εμφάνισης των λιμανιών σε κοινότητες πιθανώς να υποδεικνύουν λιμάνια με χαμηλή σημασία για το δίκτυο (όπως Σαμοθράκη, Κύμη, Ψαρά κ.α) τα οποία διατηρούν περιορισμένες

συνδέσεις υπερτονίζοντας την ανάγκη ενίσχυσης τους για την προσέλκυση τουρισμού σε αυτές τις περιοχές, την αποκέντρωση του τουρισμού και συνεπακόλουθα στην άμβλυνση των περιφερειακών ανισοτήτων.

Κεφάλαιο 6. Μελέτη της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς.

6.1 Προσδιορισμός της μορφής της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς μέσω του υπολογισμού του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI).

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μια προσπάθεια προσδιορισμού της μορφής της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς. Ο προσδιορισμός της μορφής μιας αγοράς παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της, στην πρόβλεψη της αλληλεπίδρασης μεταξύ των εταιριών που συμμετέχουν σε αυτή, στην διαμόρφωση των επιλογών των καταναλωτών αλλά ακόμη και στην εφαρμογή πολιτικών. Η διερεύνηση της μορφής της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί μέσω του υπολογισμού του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI) ο οποίος χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί η συγκέντρωση σε μια αγορά και ο βαθμός ανταγωνισμού σε αυτή λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των επιχειρήσεων αλλά και την κατανομή των μεριδίων τους στην υπό μελέτη αγορά.

Ο δείκτης HHI χρησιμοποιεί τα μερίδια της αγοράς όλων των εταιριών που δραστηριοποιούνται σε αυτή τα οποία υψώνονται στο τετράγωνο ώστε να δοθεί περισσότερη βαρύτητα στις μεγάλες εταιρίες. Για παράδειγμα αν σε μια ακτοπλοϊκή αγορά υπάρχουν n ναυτιλιακές εταιρίες ο δείκτης HHI θα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$HHI = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \dots + S_n^2$$

Όπου το S_i αντιπροσωπεύει το μερίδιο της αγοράς που κατέχει η i ναυτιλιακή εταιρία (Παρδάλη, 2007).

Τα αποτελέσματα του δείκτη HHI κυμαίνονται από 0 έως 10.000. Σύμφωνα με την ταξινόμηση της Ομοσπονδιακής Επιτροπής Εμπορίου των ΗΠΑ (U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission, 2010) προκύπτουν τρεις τύποι αγοράς μέσω του υπολογισμού του δείκτη HHI:

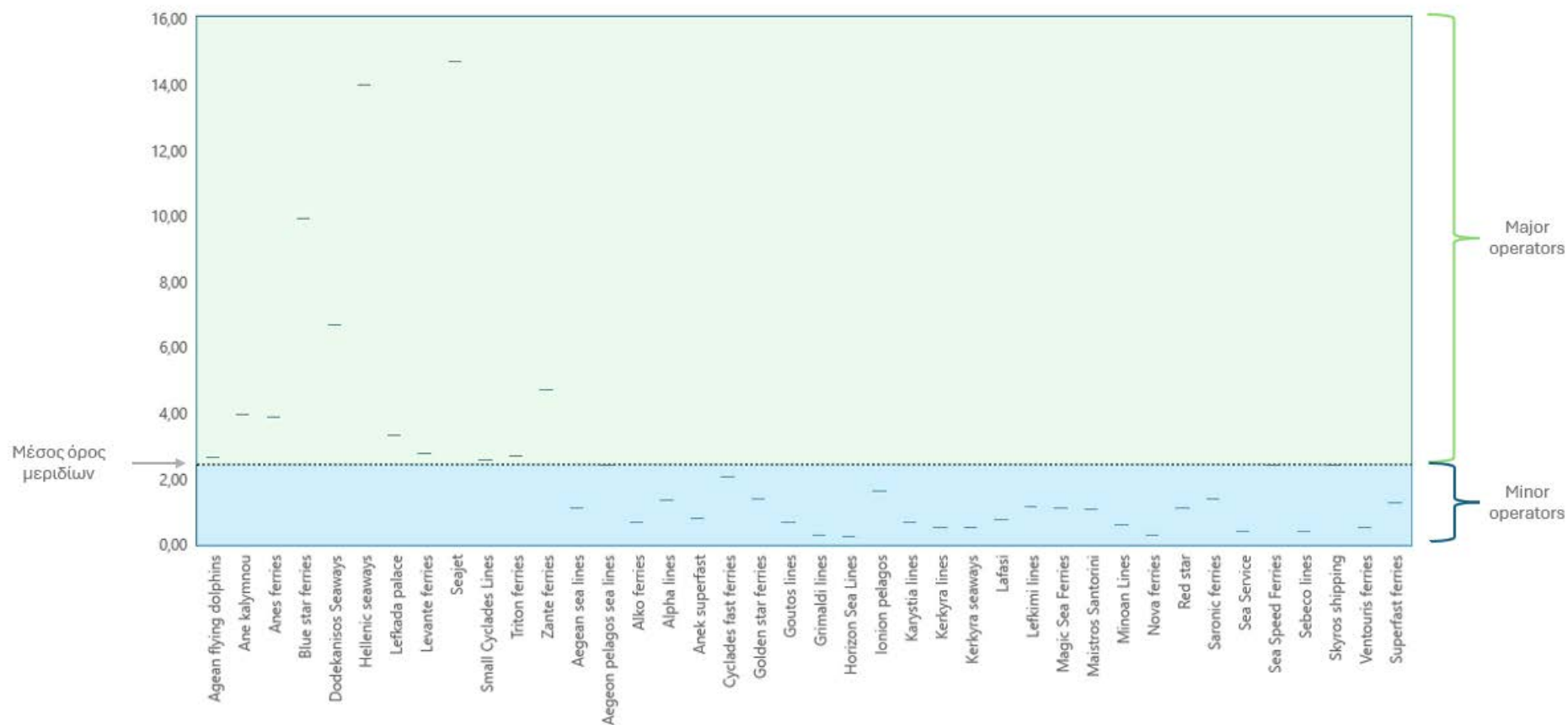
- Μη συγκεντρωμένες αγορές (Unconcentrated Markets): αν ο δείκτης HHI είναι κάτω από 1.500 ($HHI < 1.500$). Σε αυτή την περίπτωση οι αγορές χαρακτηρίζονται ως ανταγωνιστικές.

- Μέτρια συγκεντρωμένες αγορές (Moderately Concentrated Markets): αν ο δείκτης HHI κυμαίνεται μεταξύ του 1.500 και του 2.500 ($1.500 \leq HHI \leq 2.500$). Σε αυτή την περίπτωση στις αγορές υπάρχουν επιχειρήσεις με σημαντικά μερίδια αγοράς, αλλά δεν υπάρχει μονοπωλιακή δομή.
- Αγορές με υψηλή συγκέντρωση (Highly Concentrated Markets): αν ο δείκτης HHI είναι πάνω από 2.500 ($HHI > 2.500$). Σε αυτή την περίπτωση των αγορών ελάχιστες επιχειρήσεις ελέγχουν το μεγαλύτερο μέρος τους, αυξάνοντας τη μονοπωλιακή δομή τους.

Για την εύρεση του δείκτη HHI της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς υπολογίστηκαν αρχικά τα μερίδια των ναυτιλιακών εταιριών, λαμβάνοντας υπόψιν τις πολλαπλές αλληλοεπικαλύψεις στην εξυπηρέτηση των λιμανιών. Για παράδειγμα αν κάποια από τις ναυτιλιακές εταιρίες εξυπηρετεί ένα λιμάνι όπως το λιμάνι του Πειραιά, το οποίο παράλληλα εντάσσεται στα δρομολόγια και άλλων 15 ναυτιλιακών εταιριών, τότε θα προστεθεί στο μερίδιο αγοράς της εταιρίας ως κλάσμα δηλαδή $1/16$. Αν κάποια από τις ναυτιλιακές εταιρίες εξυπηρετεί ένα λιμάνι όπως το λιμάνι του Άγιου Ευστράτιου το οποίο δεν εντάσσεται στα δρομολόγια άλλων ναυτιλιακών εταιριών τότε θα προστεθεί στο μερίδιο αγοράς της εταιρίας ως ολόκληρη μονάδα.

Αξίζει να αναφερθεί ότι ολοκληρώνοντας τον υπολογισμό των μεριδίων σχηματίζεται μια εικόνα για τις κυρίαρχες-μεγάλες εταιρίες (Major operators) και τις μικρές εταιρίες (Minor operators) στην Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά. Για τον διαχωρισμό Major και Minor operators χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των μεριδίων της αγοράς ο οποίος ισούται με $MO_{μεριδίων}=2,50$. Όταν μια ναυτιλιακή εταιρία διαθέτει μερίδιο αγοράς που ξεπερνάει τον μέσο όρο των μεριδίων θεωρείται ως Major operator, δηλαδή ελέγχει σημαντικό ποσοστό της αγοράς και ασκεί μεγάλη επιρροή σε αυτή. Σε αντίθετη περίπτωση όπου το μερίδιο αγοράς μιας ναυτιλιακής εταιρίας είναι κάτω του μέσου όρου των μεριδίων, χαρακτηρίζεται ως Minor operator, δηλαδή έχει περιορισμένη παρουσία στην αγορά και δεν ασκεί ιδιαίτερη επιρροή σε αυτή. Παρακάτω παρατίθεται μια απεικόνιση του διαχωρισμού των ναυτιλιακών εταιριών σε Major και Minor operators (Διάγραμμα 6.1.1). Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 6.1.1 στην Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά εντοπίζονται δώδεκα ναυτιλιακές εταιρίες ως Major operators και είκοσι οκτώ ναυτιλιακές εταιρίες ως Minor operators.

Διάγραμμα 6.1.1 Διαχωρισμός ναυτιλιακών εταιριών σε major και minor operators.



Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Έπειτα, υπολογίστηκαν τα τετράγωνα των μεριδίων κάθε ακτοπλοϊκής εταιρίας και με την άθροιση τους παράχθηκε ο δείκτης HHI για την Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.1.1).

Πίνακας 6.1.1 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά.

ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ	ΜΕΡΙΔΙΑ ΑΓΟΡΑΣ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΜΕΡΙΔΙΩΝ ΑΓΟΡΑΣ
Agean flying dolphins	2,65	7,00
Aegean sea lines	1,07	1,15
Aegeon pelagos sea lines	2,40	5,76
Alko ferries	0,66	0,43
Alpha lines	1,31	1,72
Ane kalymnou	3,92	15,34
Anek superfast	0,76	0,57
Anes ferries	3,86	14,92
Blue star ferries	9,90	98,02
Cyclades fast ferries	2,03	4,10
Dodekanisos Seaways	6,66	44,33
Golden star ferries	1,35	1,83
Goutos lines	0,65	0,42
Grimaldi lines	0,25	0,06
Hellenic seaways	13,95	194,60
Horizon Sea Lines	0,20	0,04
Ionion pelagos	1,58	2,51
Karystia lines	0,65	0,42
Kerkyra lines	0,50	0,25
Kerkyra seaways	0,50	0,25
Lafasi	0,75	0,56
Lefkada palace	3,29	10,84
Lefkimi lines	1,13	1,27
Levante ferries	2,75	7,56
Magic Sea Ferries	1,10	1,21
Maistros Santorini	1,04	1,07
Minoan Lines	0,57	0,32
Nova ferries	0,26	0,07
Red star	1,08	1,17
Saronic ferries	1,35	1,81
Sea Service	0,38	0,14
Sea Speed Ferries	2,40	5,76
Seajet	14,66	214,92
Sebeco lines	0,38	0,14
Skyros shipping	2,40	5,76
Small Cyclades Lines	2,54	6,43
Triton ferries	2,65	7,02
Ventouris ferries	0,50	0,25
Zante ferries	4,69	22,00
Superfast ferries	1,26	1,58
ΔΕΙΚΤΗΣ HHI		683,62

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

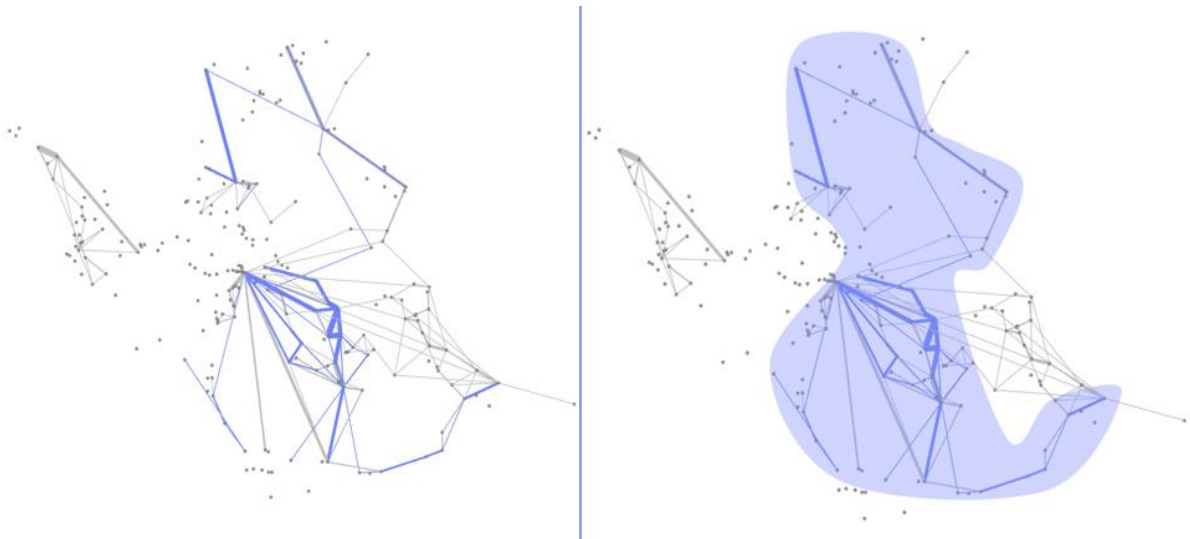
Με βάση την τιμή του δείκτη $HHI=683,62$ ($HHI < 1.500$) η αγορά ανήκει στις μη συγκεντρωμένες αγορές και χαρακτηρίζεται ως ανταγωνιστική με τους Major και Minor operators που εντοπίστηκαν στην αγορά να συνυπάρχουν. Η Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά δεν πληροί επακριβώς τις τέσσερις υποθέσεις της θεωρίας του τέλειου ανταγωνισμού, όμως τις προσεγγίζει σε τέτοιο βαθμό που κατατάσσεται στις ανταγωνιστικές αγορές (Arnold, 2007). Για παράδειγμα στην Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά υπάρχουν πολλοί πωλητές και αγοραστές οι οποίοι, σε αντίθεση με αυτό που αναφέρει η πρώτη υπόθεση του τέλειου ανταγωνισμού, έχουν επιρροή στην τιμή όμως ο έλεγχος τους πάνω στην τιμή είναι αμελητέος (Arnold, 2007). Επίσης, όσον αφορά την υπόθεση ότι κάθε εταιρία παράγει και πουλά ένα ομοιογενές προϊόν, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι όντως το προσφερόμενο προϊόν (μεταφορά) δεν φαίνεται να διαφέρει ιδιαίτερα στον συγκεκριμένο κλάδο. Έπειτα, η υπόθεση ότι οι αγοραστές και οι πωλητές έχουν και οι δυο το σύνολο των σχετικών πληροφοριών για τις τιμές, την ποιότητα του προϊόντος και τις πηγές της προσφοράς ισχύει πλήρως στα πλαίσια της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς, καθώς τόσο οι αγοραστές αλλά και οι ναυτιλιακές εταιρίες γνωρίζουν ποιες εταιρίες εκτελούν τα δρομολόγια και σε ποιες τιμές. Τέλος η υπόθεση ότι οι επιχειρήσεις έχουν εύκολη είσοδο και έξοδο στην αγορά έχει αναφερθεί ήδη στο θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας όπου τονίζεται ότι η απελευθέρωση της ακτοπλοϊκής αγοράς παρέχει τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις να εισέλθουν στον κλάδο παροχής ακτοπλοϊκών μεταφορικών υπηρεσιών.

6.2 Επιμερισμός του δικτύου σε αγορές βάσει των περιοχών δραστηριοποίησης των ναυτιλιακών εταιριών.

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα ερευνηθεί η ύπαρξη επιμέρους αγορών εντός της συνολικής αγοράς του ακτοπλοϊκού δικτύου, μέσω της ομαδοποίησης των περιοχών δραστηριοποίησης των ναυτιλιακών εταιριών. Ο επιμερισμός της συνολικής αγοράς σε υποαγορές δύναται να παρέχει μια πιο αναλυτική εικόνα για την δομή της αγοράς, της κατανομής ανταγωνισμού μέσα στο δίκτυο και την ανίχνευση μονοπωλιακής δραστηριότητας. Ταυτόχρονα, αναμένεται να αναδειχθούν μέσω των αλληλοεπικαλύψεων περιοχές με έντονη ζήτηση (δημοφιλείς περιοχές) αλλά και περιοχές που δεν τυγχάνουν ιδίου ενδιαφέροντος (μη δημοφιλείς - απομονωμένες περιοχές).

Για τον προσδιορισμό των περιοχών δραστηριοποίησης δημιουργήθηκε για κάθε εταιρία ένα πολύγωνο με τις περιοχές που εξυπηρετεί ώστε να αποδώσουν τη ζώνη επιρροής κάθε εταιρείας. Λόγω του όγκου (40 ναυτιλιακές εταιρίες) παρατίθενται ενδεικτικά δύο παραδείγματα από την δημιουργία των πολυγώνων ενώ το σύνολο των χαρτών παρατίθεται στο *Παράρτημα*. Τα παραδείγματα που επιλέχθηκαν αφορούν ένα Major operator και ένα Minor operator του δικτύου. Στον *Χάρτη 6.2.1* απεικονίζεται η μοντελοποίηση του δικτύου της Seajet (Major operator) από την οποία παράχθηκε ένα πολύγωνο με μπλε χρώμα που αφορά την περιοχή δραστηριοποίησης της εταιρίας. Η Seajet φαίνεται να δραστηριοποιείται στις περιοχές του Αιγαίου Πελάγους.

Χάρτης 6.2.1 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Seajet.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Αντίστοιχα στον *Χάρτη 6.2.2* απεικονίζεται η μοντελοποίηση δικτύου και με καφέ χρώμα το πολύγωνο της περιοχής δραστηριοποίησης της εταιρίας Grimaldi lines (Minor operator), η οποία δραστηριοποιείται στην περιοχή του Ιονίου Πελάγους και συγκεκριμένα εξυπηρετεί μόνο την γραμμή Κέρκυρα-Ηγουμενίτσα.

Χάρτης 6.2.2 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Grimaldi lines.

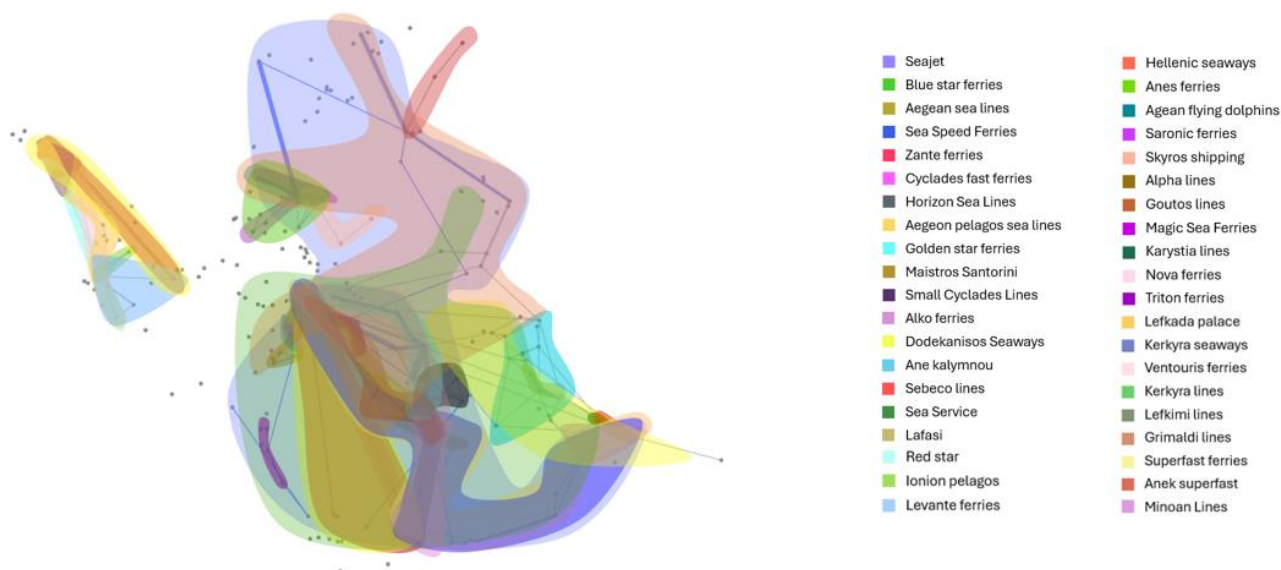


Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Η εναπόθεση των πολυγώνων που παρήχθησαν για το σύνολο των ναυτιλιακών εταιριών (Χάρτης 6.2.3) αναδεικνύει μέσα από τις πολλαπλές επικαλύψεις ορισμένα σημεία συγκέντρωσης τα οποία αντικατοπτρίζουν εν δυνάμει οικονομικά τοπία. Για την επαλήθευση αυτής της παρατήρησης προσδιορίστηκαν τα κοινά λιμάνια που εξυπηρετούν οι ναυτιλιακές εταιρίες προκειμένου να καθοριστούν οι σχέσεις μεταξύ των εταιριών της αγοράς και να ερευνηθεί αν οι σχέσεις αυτές έχουν κάποιο χωρικό αντίκρισμα.

Αρχικά, για την εύρεση των κοινών λιμανιών δημιουργήθηκε ένας πίνακας 40*40 με το σύνολο των ναυτιλιακών εταιριών και προσδιορίστηκαν τα λιμάνια που μοιράζεται η κάθε εταιρία με τις υπόλοιπες εταιρίες του δικτύου. Με την βοήθεια των δεδομένων του πίνακα δημιουργήθηκε ένα δίκτυο που αναπαριστά τις σχέσεις-συνδέσεις μεταξύ των ναυτιλιακών εταιριών με άξονα τα κοινά λιμάνια που εξυπηρετούν (Εικόνα 6.2.1).

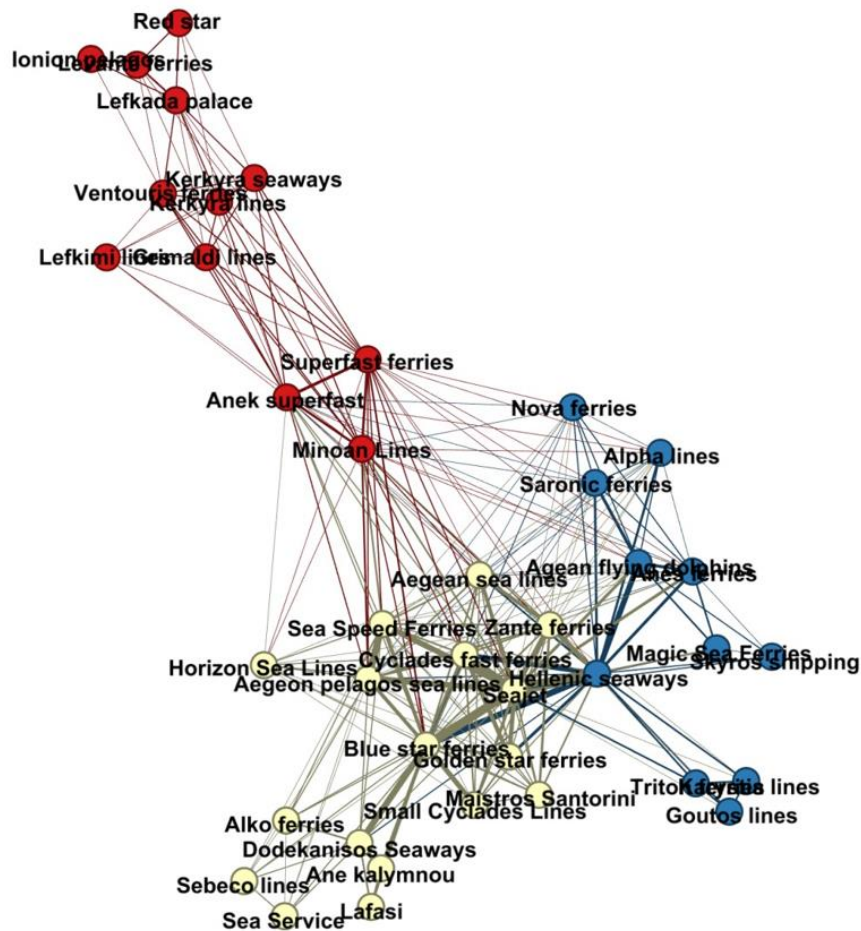
Χάρτης 6.2.3 Συνολικός χάρτης με τις περιοχές δραστηριοποίησης όλων των ναυτιλιακών εταιριών.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Στο δίκτυο της *Εικόνας 6.2.1* παρατηρείται η εμφάνιση τριών ομάδων (clusters) οι οποίες διαχωρίζονται και αποτυπώνονται με διαφορετικά χρώματα. Ανά ομάδα δημιουργήθηκαν αντίστοιχα χάρτες με τα πολύγωνα δραστηριοποίησης των ναυτιλιακών εταιριών που περιλαμβάνονται εντός τους. Με την χωρική αποτύπωση του συνόλου των πολυγώνων ανά ομάδα παρέχεται μια οπτική αναπαράσταση της γεωγραφικής εμβέλειας και της δυναμικής κάθε ομάδας. Στις περιοχές που εστιάζει και εξυπηρετεί η κάθε ομάδα μπορεί να οριστεί χωρικά μια αγορά στη οποία διακρίνεται διαφορετική δομή καθώς διαφέρει η έκταση της περιοχής αγοράς, το πλήθος major και minor operators που δραστηριοποιούνται εντός της και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους (ανταγωνιστικότητα ή συμπληρωματικότητα). Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας η κόκκινη, η μπλε και η κίτρινη ομάδα ναυτιλιακών εταιριών ορίζουν αντίστοιχα τις αγορές Α, Β και Γ.

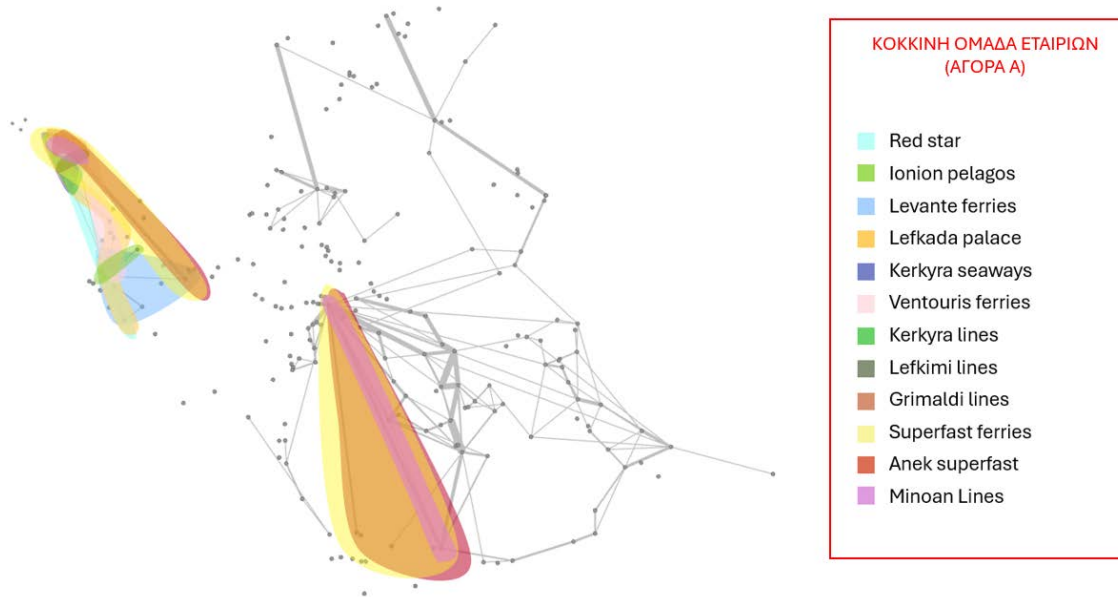
Εικόνα 6.2.1 Δίκτυο συνδέσεων μεταξύ των ναυτιλιακών εταιριών με άξονα τα κοινά λιμάνια που εξυπηρετούν.



Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Η κόκκινη ομάδα περιλαμβάνει δώδεκα ναυτιλιακές εταιρίες και ορίζει χωρικά μια αγορά (Αγορά Α) που παρουσιάζει ένταση προς την περιοχή του Ιονίου πελάγους όπως παρουσιάζεται στο *Χάρτη 6.2.4*. Παρατηρείται ότι, τρεις από τις δώδεκα εταιρίες, συγκεκριμένα η Anek Superfast, η Superfast Ferries και η Minoan Lines καλύπτουν μεγαλύτερη γεωγραφική επιφάνεια εξυπηρετώντας και δρομολόγια από και προς τα λιμάνια του Πειραιά και της Κρήτης, ενώ οι υπόλοιπες εταιρίες δείχνουν να είναι περισσότερο τοπικά εστιασμένες στην περιοχή του Ιονίου πελάγους. Οι περιοχές στις οποίες φαίνεται να αλληλεπικαλύπτεται πλήθος πολύγωνων, υποδεικνύουν περιοχές διεκδίκησης για τις εταιρίες συνεπώς ενδέχεται να υφίσταται ανταγωνισμός εντός τους.

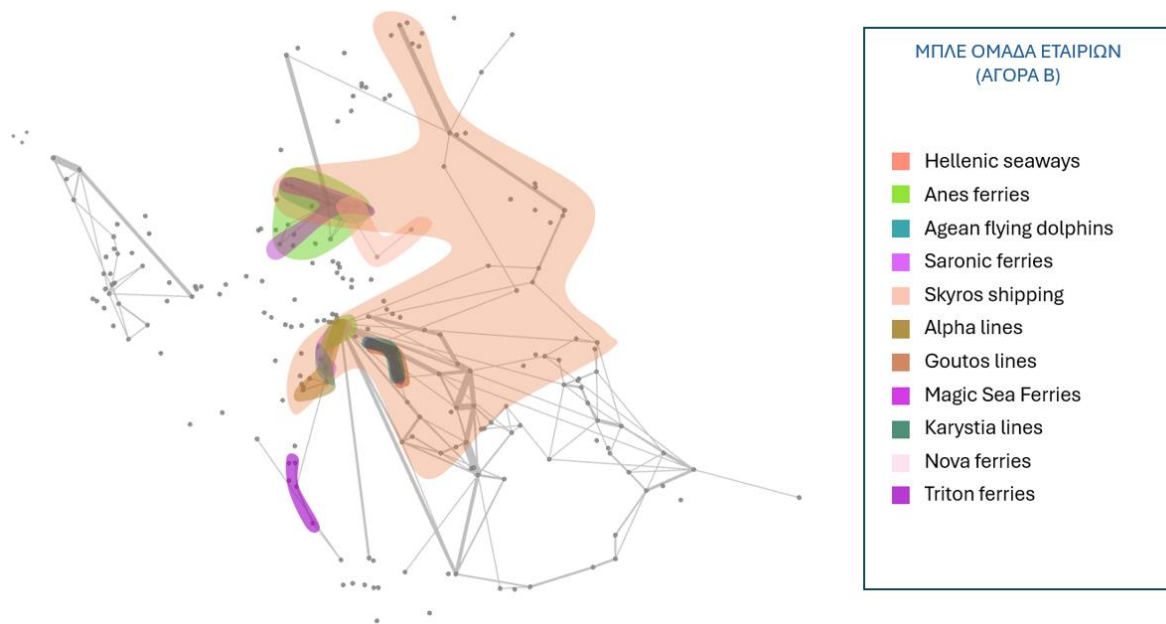
Χάρτης 6.2.4 Περιοχές δραστηριοποίησης της κόκκινης ομάδας (Αγορά Α).



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Στην μπλε ομάδα (Αγορά Β) δραστηριοποιούνται έντεκα ναυτιλιακές εταιρίες που εξυπηρετούν δρομολόγια στην περιοχή του Βόρειου και Κεντρικού Αιγαίου. Μέσα από τον *Χάρτη 6.2.5*, διακρίνεται ότι μια εταιρία συγκεκριμένα η Hellenic Seaways πρωταγωνιστεί κατέχοντας το μεγαλύτερο μερίδιο της Αγοράς Β. Μέρος της περιοχής που δραστηριοποιείται η Hellenic Seaways δεν φαίνεται να καλύπτεται από πολύγωνο άλλης ναυτιλιακής εταιρίας. Αυτό αναδεικνύει την σημαντικότητα της εταιρίας για το συνολικό ακτοπλοϊκό δίκτυο, καθώς ενισχύει την συνεκτικότητα του εξυπηρετώντας λιγότερο δημοφιλείς ή απομονωμένες περιοχές. Στις περιοχές αυτές που δεν εμφανίζονται επικαλύψεις, η εταιρεία διατηρεί μονοπωλιακή δραστηριότητα για την αγορά Β. Οι υπόλοιπες εταιρίες της ομάδας δείχνουν εστιασμένες στην εξυπηρέτηση της περιοχής των Σποράδων και της Αττικής.

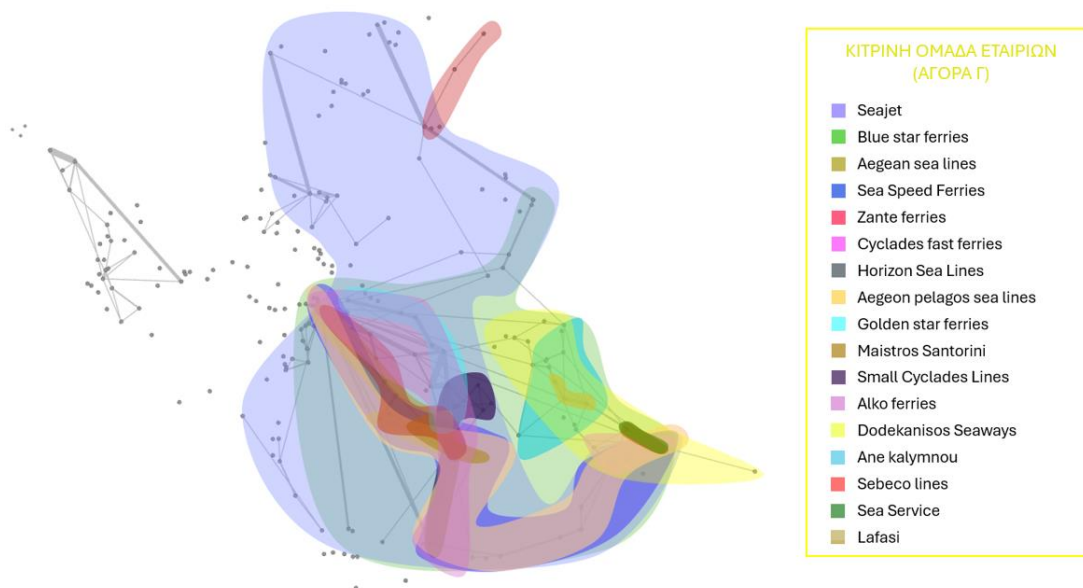
Χάρτης 6.2.5 Περιοχές δραστηριοποίησης της μπλε ομάδας (Αγορά Β).



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Η κίτρινη ομάδα εμφανίζεται ως η πολυπληθέστερη καθώς περιλαμβάνει δεκαεπτά από τις σαράντα ναυτιλιακές εταιρίες και ορίζει χωρικά μια αγορά (Αγορά Γ). Η παρουσία των πολύγωνων δείχνει συγκέντρωση των υπηρεσιών προς την περιοχή του Νοτίου Αιγαίου (Χάρτης 6.2.6). Οι εταιρίες Seajet και Blue Star Ferries έχουν μεγαλύτερη γεωγραφική κάλυψη κατέχοντας σημαντικά μερίδια της Αγοράς Γ. Σε ένα μεγάλο μέρος του πολυγώνου της Seajet (στην περιοχή του Βόρειου Αιγαίου) δεν υφίσταται καμία επικάλυψη με πολύγωνο δραστηριοποίησης άλλης εταιρίας ευνοώντας την μονοπωλιακή δραστηριότητα της εταιρίας σε αυτά τα λιμάνια. Επίσης η Seajet φαίνεται να καλύπτει τόσο τα κομβικά λιμάνια του δικτύου, όσο και λιγότερο προσβάσιμες ή απομονωμένες περιοχές καθιστώντας την σημαντική για την συνεκτικότητα και την εξυπηρέτηση του συνολικού δικτύου. Οι υπόλοιπες εταιρίες δείχνουν να είναι προσανατολισμένες στην εξυπηρέτηση της γεωγραφικής περιοχής του Νοτίου Αιγαίου υποδεικνύοντας τα δημοφιλή μερίδια της αγοράς στα οποία υφίσταται υψηλός ανταγωνισμός.

Χάρτης 6.2.6 Περιοχές δραστηριοποίησης της κίτρινης ομάδας (Αγορά Γ).

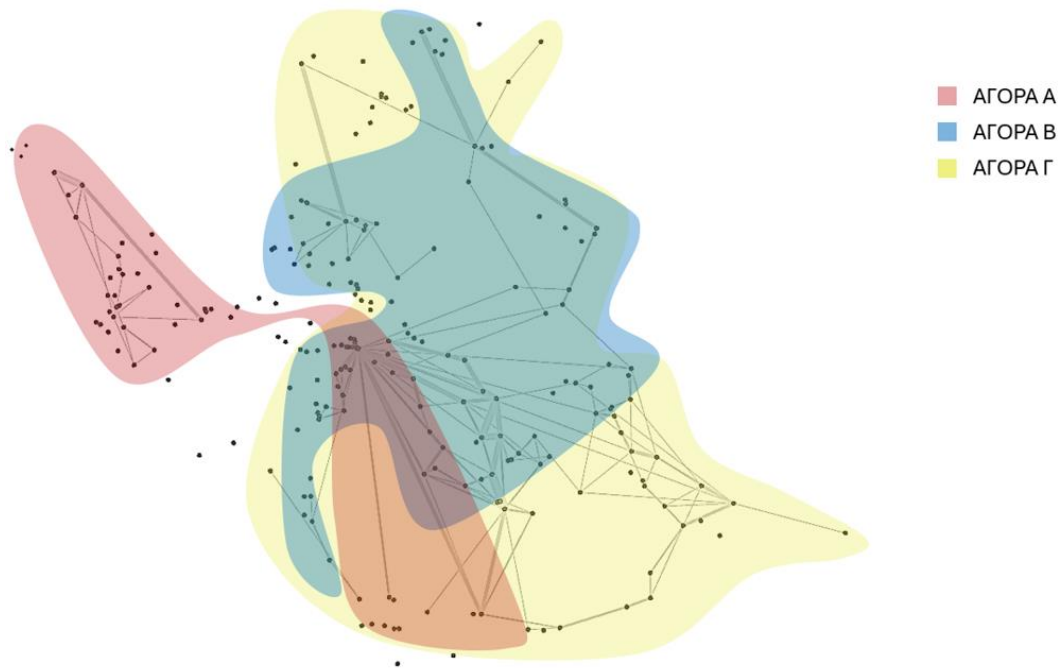


Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Στον παρακάτω χάρτη (Χάρτης 6.2.7) απεικονίζονται συνολικά οι επιμέρους αγορές που δημιουργήθηκαν. Οι Αγορές Α, Β και Γ αναπαρίστανται με κόκκινο, μπλε και κίτρινο χρώμα αντίστοιχα σύμφωνα με τις ομάδες από τις οποίες προήλθαν.

Η Αγορά Α καταλαμβάνει τα δυτικά και νοτιοδυτικά λιμάνια του GMN. Παρουσιάζεται σαν μια πιο απομονωμένη αλλά με ισχυρούς εσωτερικούς δεσμούς αγορά που λειτουργεί εστιασμένα για την εξυπηρέτηση των νησιών του Ιονίου Πελάγους. Η Αγορά Β φαίνεται να εκτείνεται στο κεντρικό τμήμα του δικτύου καλύπτοντας ένα μεγάλο αριθμό λιμανιών του βορείου και κεντρικού Αιγαίου και δείχνει να εμφανίζει εντονότερο ανταγωνισμό στα νησιά των Σποράδων και της Αττικής. Η Αγορά Γ είναι πιο εκτεταμένη από τις τρεις αγορές καλύπτοντας μεγάλη έκταση ανατολικά, κεντρικά και νότια του δικτύου και περιλαμβάνει δρομολόγια που εξυπηρετούν απομονωμένες περιοχές με χαμηλή ζήτηση (περιφερειακά λιμάνια) αλλά και δρομολόγια που εξυπηρετούν τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου τα οποία εμφανίζουν, όπως διαφαίνεται από τις αλληλοεπικαλύψεις, υψηλή ζήτηση.

Χάρτης 6.2.7 Χωρική απεικόνιση των επιμέρους αγορών.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Μεταξύ των αγορών Α, Β και Γ παρατηρείται αλληλοεπικάλυψη κεντρικά στη περιοχή του λιμανιού του Πειραιά κάτι που είναι αναμενόμενο καθώς το λιμάνι του Πειραιά πρωταγωνιστεί στα δρομολόγια όλων των αγορών. Η αλληλοεπικάλυψη δείχνει ότι υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των αγορών για το συγκεκριμένο λιμάνι καθώς πρόκειται για ένα στρατηγικό σημείο του δικτύου. Αντίθετα η έλλειψη αλληλοεπικαλύψεων σε περιοχές του δικτύου φανερώνει την συμπληρωματικότητα των αγορών για την εξυπηρέτηση του συνολικού δικτύου.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσαν να συνοψιστούν με άξονα την θεωρία του Losch (1954) σύμφωνα με την οποία κάθε επιχείρηση επιδιώκει με την επιλογή τόπου εγκατάστασης να ελέγξει το μεγαλύτερο δυνατό τμήμα της αγοράς, εξαρτώμενη πάντα από την συμπεριφορά του καταναλωτή αλλά και τις αποφάσεις χωροθέτησης των άλλων επιχειρήσεων (Πολύζος, 2015). Στην περίπτωση του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου κάθε ναυτιλιακή εταιρία προσπαθεί να «εγκατασταθεί» - εξυπηρετεί και να ελέγξει όχι απαραίτητα το μεγαλύτερο δυνατό τμήμα της αγοράς αλλά ένα τμήμα που θα της επιφέρει έσοδα με το μικρότερο δυνατό κόστος. Στην ακτοπλοϊκή αγορά ακόμα και η δραστηριοποίηση σε ένα μόνο σημαντικό δρομολόγιο (μικρό τμήμα

της αγοράς) ίσως αποβαίνει πιο σημαντική από την κατοχύρωση μεγάλου τμήματος που εμπεριέχει άγονες γραμμές. Απόρροια του παραπάνω, είναι η ύπαρξη περιοχών με έντονη δραστηριότητα και αλληλεπικαλύψεις οι οποίες δημιουργούν σημεία συγκέντρωσης και στα οποία καμία εταιρία δεν μπορεί να έχει μονοπωλιακά πλεονεκτήματα. Ταυτόχρονα, σημεία με μονοπωλιακά πλεονεκτήματα δημιουργούνται σε περιοχές με χαμηλή ζήτηση, στις οποίες δεν παρουσιάζεται ενδιαφέρον για δραστηριοποίηση από τις περισσότερες εταιρίες και για να εξυπηρετηθούν εφαρμόζονται κίνητρα (επιδότησεις γραμμών).

6.3 Υπολογισμός του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI) για τις επιμέρους αγορές Α, Β και Γ.

Οι χάρτες του υποκεφαλαίου που προηγήθηκε (Υποκεφάλαιο 5.4) μας παρέχουν μια πρώτη εικόνα για την ύπαρξη τμημάτων με υψηλό ανταγωνισμό και τμημάτων με μονοπωλιακά χαρακτηριστικά εντός των επιμέρους αγορών Α, Β και Γ. Για τον προσδιορισμό με ακρίβεια της μορφής που επικρατεί εντός των επιμέρους αγορών είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI) για κάθε επιμέρους αγορά. Μέσω του δείκτη (HHI) θα διερευνηθεί η συγκέντρωση σε κάθε μια αγορά και ο βαθμός ανταγωνισμού σε αυτές, λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των επιχειρήσεων που συμμετέχουν στην κάθε αγορά αλλά και την κατανομή των μεριδίων τους σε αυτή.

Υπολογισμός του δείκτη HHI για την Αγορά Α.

Για τον υπολογισμό του δείκτη HHI της Αγοράς Α υπολογίστηκαν αρχικά τα μερίδια των ναυτιλιακών εταιριών που συμμετέχουν στην αγορά, λαμβάνοντας υπόψιν τις πολλαπλές αλληλοεπικαλύψεις στην εξυπηρέτηση των λιμανιών. Έπειτα, υπολογίστηκαν τα τετράγωνα των μεριδίων της αγοράς Α και με την άθροιση τους παράχθηκε ο δείκτης HHI_A για την Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6.3.1).

Πίνακας 6.3.1 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Αγορά Α.

ΚΟΚΚΙΝΗ ΟΜΑΔΑ ΕΤΑΙΡΙΩΝ (ΑΓΟΡΑ Α)	ΜΕΡΙΔΙΑ ΑΓΟΡΑΣ Α	ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΜΕΡΙΔΙΩΝ ΑΓΟΡΑΣ Α
Anek superfast	0,11	0,01
Grimaldi lines	0,04	0,00
Ionion pelagos	0,22	0,05
Kerkyra lines	0,07	0,01
Kerkyra seaways	0,07	0,01
Lefkada palace	0,47	0,22
Lefkimi lines	0,16	0,03
Levante ferries	0,39	0,15
Minoan Lines	0,08	0,01
Red star	0,15	0,02
Ventouris ferries	0,07	0,01
Superfast ferries	0,18	0,03
ΔΕΙΚΤΗΣ HHI ΓΙΑ ΑΓΟΡΑ Α		0,53

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Ο δείκτης HHI της αγοράς Α όπως αναγράφεται και στον Πίνακα 6.3.1 ισούται με 0,53. Η τιμή του δείκτη για την αγορά Α είναι κάτω από 1.500 ($HHI_A < 1.500$) άρα η αγορά χαρακτηρίζεται ως μη συγκεντρωμένη και τείνει προς τον τέλειο ανταγωνισμό.

Υπολογισμός του δείκτη HHI για την Αγορά Β.

Για τον υπολογισμό του δείκτη HHI της Αγοράς Β υπολογίστηκαν τα μερίδια των ναυτιλιακών εταιριών που συμμετέχουν στην αγορά, λαμβάνοντας υπόψιν τις πολλαπλές αλληλοεπικαλύψεις στην εξυπηρέτηση των λιμανιών. Έπειτα, υπολογίστηκαν τα τετράγωνα των μεριδίων της αγοράς Β και με την άθροιση τους παράχθηκε ο δείκτης HHI_B όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακας 6.3.2).

Πίνακας 6.3.2 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Αγορά Β.

ΜΠΛΕ ΟΜΑΔΑ ΕΤΑΙΡΙΩΝ (ΑΓΟΡΑ Β)	ΜΕΡΙΔΙΑ ΑΓΟΡΑΣ Β	ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΜΕΡΙΔΙΩΝ ΑΓΟΡΑΣ Β
Agean flying dolphins	0,82	0,67
Alpha lines	0,40	0,16
Anes ferries	1,19	1,42
Goutos lines	0,20	0,04
Hellenic seaways	4,30	18,50
Karystia lines	0,20	0,04
Magic Sea Ferries	0,34	0,12
Nova ferries	0,08	0,01
Saronic ferries	0,41	0,17
Skyros shipping	0,74	0,55
Triton ferries	0,82	0,67
ΔΕΙΚΤΗΣ HHI ΓΙΑ ΑΓΟΡΑ Β		22,33

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Ο δείκτης HHI της αγοράς Β ισούται με την τιμή 22,33. Η τιμή του δείκτη για την αγορά Β είναι κάτω από 1.500 ($HHI_B < 1.500$) άρα η αγορά Β χαρακτηρίζεται ως μη συγκεντρωμένη και ανταγωνιστική.

Υπολογισμός του δείκτη HHI για την Αγορά Γ.

Για τον υπολογισμό του δείκτη HHI της Αγοράς Γ υπολογίστηκαν τα μερίδια των ναυτιλιακών εταιριών που συμμετέχουν στην αγορά, λαμβάνοντας υπόψιν τις πολλαπλές αλληλοεπικαλύψεις στην εξυπηρέτηση των λιμανιών. Ακολούθως, υπολογίστηκαν τα τετράγωνα των μεριδίων της αγοράς Γ και με την άθροιση τους παράχθηκε ο δείκτης HHI_G όπως παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακας 6.3.3).

Πίνακας 6.3.3 Πίνακας υπολογισμού του δείκτη HHI για την Αγορά Γ.

ΚΙΤΡΙΝΗ ΟΜΑΔΑ ΕΤΑΙΡΙΩΝ (ΑΓΟΡΑ Γ)	ΜΕΡΙΔΙΑ ΑΓΟΡΑΣ Γ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΜΕΡΙΔΙΩΝ ΑΓΟΡΑΣ Γ
Aegean sea lines	0,59	0,35
Aegeon pelagos sea lines	1,32	1,74
Alko ferries	0,36	0,13
Ane kalymnou	2,15	4,64
Blue star ferries	5,45	29,66
Cyclades fast ferries	1,11	1,24
Dodekanisos Seaways	3,66	13,42
Golden star ferries	0,74	0,55
Horizon Sea Lines	0,11	0,01
Lafasi	0,41	0,17
Maistros Santorini	0,57	0,32
Sea Service	0,21	0,04
Sea Speed Ferries	1,32	1,74
Seajet	8,06	65,04
Sebeco lines	0,21	0,04
Small Cyclades Lines	1,39	1,95
Zante ferries	2,58	6,66
ΔΕΙΚΤΗΣ HHI ΓΙΑ ΑΓΟΡΑ Γ		127,71

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Ο δείκτης HHI της αγοράς Γ ισούται με την τιμή 127,71. Η τιμή του δείκτη για την αγορά Γ παρόλο που είναι διακριτά πιο μεγάλη από τις τιμές των δύο άλλων αγορών παραμένει κάτω από 1.500 ($HHI_{\Gamma} < 1.500$) άρα και αυτή χαρακτηρίζεται ως μη συγκεντρωμένη και ανταγωνιστική.

Αναλύοντας όσα προηγήθηκαν, η θεωρία του Losch (1954) για την δημιουργία μεμονωμένων αγορών με μονοπωλιακά πλεονεκτήματα φαίνεται να μην εφαρμόζεται απόλυτα στην περίπτωση του GMN. Σύμφωνα με την θεωρία του Losch με την τήρηση κάποιων αποστάσεων μεταξύ των επιχειρήσεων επιτυγχάνεται η δημιουργία μεμονωμένων αγορών στις οποίες κάθε μια από αυτές εκμεταλλεύεται τα μονοπωλιακά πλεονεκτήματα που δημιουργούνται (Πολύζος, 2015). Η παραπάνω παρατήρηση δεν βρίσκει απόλυτη εφαρμογή στο GMN καθώς ναι μεν το δίκτυο διαχωρίζεται σε επιμέρους αγορές, όμως όπως διαφαίνεται από τον υπολογισμό των δεικτών, παρόλο που εντός των επιμέρους αγορών παρατηρήθηκαν περιοχές με μονοπωλιακά χαρακτηριστικά, η συνολική εικόνα τους παρουσιάζει τρεις πλήρως ανταγωνιστικές αγορές.

Καλύτερη εφαρμογή για το Ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο βρίσκει η θεωρία του Hotelling (1929). Σύμφωνα με την θεωρία του Hotelling οι επιχειρήσεις καταλήγουν να

στέκονται πλάτη με πλάτη στο κέντρο της αγοράς και η κάθε μια εξυπηρετεί το μισό κομμάτι της αγοράς (Biscaia, & Mota, 2013). Επικαλούμενοι την θεωρία του Hotelling και ανάγοντας την στην περίπτωση μελέτης μπορούμε να ισχυριστούμε ότι οι αγορές Α,Β,Γ που περιέχουν ένα σύνολο επιχειρήσεων στέκονται ομαδοποιημένα πλάτη με πλάτη εξυπηρετώντας η κάθε μια ένα μέρος της ελληνική ακτοπλοϊκής αγοράς κατά τέτοιο τρόπο όπου major και minor operators συνυπάρχουν σε ένα περιβάλλον ανταγωνισμού.

Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα, περιορισμοί και περαιτέρω έρευνα.

Συμπεράσματα

Στο παρόν υποκεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν στο σύνολο των κεφαλαίων που προηγήθηκαν, εστιάζοντας σε αυτά που θεωρούνται κρισιμότερα για την μελέτη του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου και παράλληλα καθίστανται δυνητικά αξιοποιήσιμα για περαιτέρω έρευνα.

Ανακεφαλαιώνοντας συνοπτικά, στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρήθηκε η εφαρμογή της επιστήμης της ανάλυσης σύνθετων δικτύων (complex network analysis) σε θέματα που μελετά η περιφερειακή επιστήμη, εστιάζοντας στον τομέα των ακτοπλοϊκών μεταφορών. Η εφαρμογή της ανάλυσης σύνθετων δικτύων επιλέχθηκε γιατί εισάγει μια νέα οπτική στον τρόπο ανάλυσης των χωρικών προβλημάτων χειριζόμενη την μεταβλητή του χώρου όχι μόνο ποσοτικά αλλά και δομικά παρέχοντας πληροφορίες για τη χωρική μορφή τους (Τσιώτας, 2016). Σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάλυση της τοπολογίας του ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου αλλά και η ταυτόχρονη ανάδειξη του διττού ρόλου του GMN, μέσω της μελέτης της λειτουργίας του ως αγορά.

Όπως αναδεικνύεται από την ανάλυση των βασικών μέτρων του GMN, το ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο χαρακτηρίζεται από περιορισμένη συνολική συνδετικότητα, με σημεία ισχυρής τοπικής συνεκτικότητας αλλά και σημαντικές δομικές αδυναμίες. Πιο συγκεκριμένα, η μικρή τιμή του μέσου βαθμού σε συνδυασμό με την χαμηλή πυκνότητα του δικτύου, υποδηλώνουν ότι το δίκτυο εμφανίζει περιορισμένη συνδετικότητα. Παράλληλα, η χαμηλή τιμή του μέσου μήκους μονοπατιού δείχνει ικανοποιητική αμεσότητα στις μετακινήσεις εντός του δικτύου. Ωστόσο, η υψηλή διάμετρος του δικτύου υποδηλώνει δυσκολίες στην εξυπηρέτηση απομακρυσμένων προορισμών, καθώς απαιτούνται πολλές ενδιάμεσες στάσεις. Ο συντελεστής συγκέντρωσης δείχνει ότι υπάρχει μέτρια πιθανότητα οι γειτονικοί κόμβοι του δικτύου να είναι συνδεδεμένοι, καταδεικνύοντας μια σχετικά συνεκτική δομή γύρω από συγκεκριμένα λιμάνια, με δυνατότητα βελτίωσης. Η υψηλή τιμή συναρμολογησιμότητας δείχνει ότι το δίκτυο έχει την ικανότητα να διασπαστεί σε κοινότητες και να υποστηρίξει πολυκεντρικά πρότυπα ανάπτυξης. Το παραπάνω μπορεί να χρησιμοποιηθεί στρατηγικά για την διασύνδεση

απομακρυσμένων περιοχών και την ενίσχυση της περιφερειακής ανάπτυξης. Συνολικά, το GMN παρά τις δομικές ελλείψεις, όπως η χαμηλή πυκνότητα και η μεγάλη διάμετρος, διαθέτει χαρακτηριστικά που μπορούν να υποστηρίξουν τη μελλοντική του ανάπτυξη. Η δημιουργία νέων συνδέσεων θα μπορούσε να μειώσει τις ενδιάμεσες στάσεις, να ενισχύσει τη συνοχή και να βελτιώσει την αποδοτικότητα των θαλάσσιων μεταφορών. Η βελτίωση της συνδετικότητας και η ενίσχυση των τοπικών συμπλεγμάτων θα μπορούσαν δυνητικά να βελτιώσουν σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία του δικτύου, καθιστώντας το πιο αποδοτικό και ανθεκτικό.

Εν συνεχεία, η μοντελοποίηση των δικτύων των σαράντα ναυτιλιακών εταιριών που δραστηριοποιούνται στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο και η ανάλυση των βασικών μετρικών τους δεν προσέφερε μόνο πολύτιμες πληροφορίες για τη δομή αυτών των δικτύων, αλλά και για τη επιχειρησιακή δυναμική και στρατηγική των ελληνικών ναυτιλιακών εταιριών. Το δίκτυο της Seajet αναδεικνύεται ηγετικό ως προς τη γεωγραφική κάλυψη και την συνεκτικότητα, ενώ μικρότερα δίκτυα όπως αυτά των Ionian Pelagos και Lefkimi Lines διαφαίνεται να προσφέρουν υψηλή τοπική διασυνδεσιμότητα λόγω της περιορισμένης τους γεωγραφικής εμβέλειας και εξυπηρετούν περιορισμένο αριθμό λιμανιών. Στα μεγαλύτερα δίκτυα (π.χ. Seajet, Hellenic Seaways, Blue Star) παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές διαμέτρου μέσου μήκους μονοπατιού και χαμηλή πυκνότητα, αντικατοπτρίζοντας μια στρατηγική που εστιάζει στη βελτιστοποίηση του κόστους. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη περιορισμένων αλλά στρατηγικά τοποθετημένων δρομολογίων για τη μεγιστοποίηση της κερδοφορίας. Ωστόσο, το παραπάνω μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αμεσότητα των μετακινήσεων. Από την άλλη, τα δίκτυα μικρότερων εταιριών φαίνονται πιο άμεσα και ευέλικτα, σε σχέση με τα δίκτυα μεγαλύτερων εταιριών καθώς δείχνουν υψηλή διασυνδεσιμότητα λόγω της περιορισμένης κλίμακας, η οποία δεν αντικατοπτρίζει απαραίτητα την επιχειρησιακή τους δυναμική. Η συνολική εικόνα που παράγεται από την ανάλυση των δικτύων των ναυτιλιακών εταιριών, υπερτονίζει την ανάγκη για καλύτερο σχεδιασμό των δρομολογίων και πιθανόν καλύτερο διαμοιρασμό του συνολικού δικτύου προκειμένου να βελτιωθεί η συνολική απόδοση του GMN.

Κατά την εφαρμογή των μέτρων τοπολογίας και κεντρικότητας υπογραμμίζεται η σημαντικότητα του λιμανιού του Πειραιά που ασκεί μεγάλη επιρροή στη διαμόρφωση και λειτουργία του GMN λόγω της κεντρικής του θέσης, αλλά και του ρόλου του σε σχέση με τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Η χωρική κατανομή του βαθμού σε

συνδυασμό με την χωρική κατανομή της ενδιαμεσότητας και την κατανομή της χωρικής ισχύος αναδεικνύουν το λιμάνι του Πειραιά ως κομβικό για τη ροή και τη λειτουργία του GMN καθιστώντας το «πέρασμα» για το δίκτυο υποδηλώνοντας την παρεμβολή του στο μεγαλύτερο αριθμό δρομολογίων. Το λιμάνι του Πειραιά φαίνεται ότι δρα ως γέφυρα επιτρέποντας την ενοποίηση των νησιωτικών απομακρυσμένων περιοχών με τη χερσαία Ελλάδα και τα δίκτυα αυτής (οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο). Πέρα από τον Πειραιά, αρκετοί κόμβοι εμφανίζονται απομονωμένοι ή με περιορισμένες συνδέσεις γεγονός που τονίζει την μη επαρκή συνολική συνδετικότητα στο εθνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο και επηρεάζει την ανθεκτικότητα του. Η έλλειψη άλλων εξίσου ισχυρών κόμβων αυξάνει την εξάρτηση από το λιμάνι του Πειραιά και το δίκτυο δείχνει να προσεγγίζει την τοπολογία αστέρα με κεντρικό κόμβο (Hub) το λιμάνι του Πειραιά. Η παραπάνω διαπίστωση επιτείνει την ανάγκη για καλύτερη ισορροπία μεταξύ των κόμβων του δικτύου, καθώς η μονοκεντρική δομή του GMN το καθιστά ευάλωτο σε περίπτωση κατάρρευσης ή αποτυχίας του Πειραιά. Η ευάλωτη φύση του δικτύου λόγω της εξάρτησης από έναν κύριο κόμβο, υποδηλώνει την ανάγκη στρατηγικού σχεδιασμού. Συνοψίζοντας, οι αδυναμίες που εντοπίστηκαν στο GMN κατά την μελέτη των μέτρων τοπολογίας και κεντρικότητας δεν είναι ανυπέρβλητες. Με στοχευμένες παρεμβάσεις στη συνδεσιμότητα (δημιουργία νέων συνδέσεων και εναλλακτικών πλημνών) και την ενίσχυση των περιφερειακών διαδρομών το δίκτυο δύναται να καταστεί πιο αποτελεσματικό, ανθεκτικό και βιώσιμο.

Ο πίνακας συχνοτήτων εμφάνισης των λιμανιών του δικτύου σε κοινότητες, έρχεται να επιβεβαιώσει τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για την σημαντικότητα του λιμανιού του Πειραιά. Με τον πίνακα συχνοτήτων εμφάνισης των λιμανιών του δικτύου σε κοινότητες διερευνήθηκε η συχνότητα εμφάνισης του συνόλου των λιμανιών του δικτύου στα δίκτυα των ναυτιλιακών εταιριών. Η συχνότητα εμφάνισης σε κοινότητες παρείχε μια πληροφορία για τον αριθμό των διαφορετικών ναυτιλιακών εταιριών που εξυπηρετούν κάθε λιμάνι, συνεπώς και για την ζήτηση και την σημαντικότητα των λιμανιών μέσα στο δίκτυο. Το λιμάνι του Πειραιά παρουσιάζει την μέγιστη τιμή αποδεικνύοντας την σημαντικότητά του, μέσω του αυξημένου ενδιαφέροντος από τις ναυτιλιακές εταιρίες για την ένταξη του στα δρομολόγια τους (αυξημένη ζήτηση). Λιμάνια όπως της Θήρας (Σαντορίνη), Ίου, Ηράκλειου, Ρόδου, Ηγουμενίτσας και Κέρκυρας εμφανίζονται συχνά σε κοινότητες, επιβεβαιώνοντας τη δημοφιλή τους ως τουριστικοί προορισμοί και τη σημαντική συμβολή τους στη συνολική απόδοση του

δικτύου. Παράλληλα, πλήθος λιμανιών όπως της Σαμοθράκης, της Κύμης, των Ψαρών κ.α. παρουσιάζουν χαμηλή συχνότητα εμφάνισης σε κοινότητες, γεγονός που υποδεικνύει τη χαμηλή συνδεσιμότητά τους, υπερτονίζοντας ταυτόχρονα την ανάγκη ενίσχυσης τους για την προσέλκυση τουρισμού και συνεπακόλουθα στην άμβλυνση των περιφερειακών ανισοτήτων.

Ταυτόχρονα, η μοντελοποίηση των δικτύων ανά ναυτιλιακή εταιρεία ανέδειξε τη συμβολή τους στο συνολικό εθνικό σύστημα μεταφορών και προσδιόρισε το μερίδιο τους στην Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά. Με βάση τα μερίδια των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά και μέσω του υπολογισμού του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI), μελετήθηκαν η δομή και τα χαρακτηριστικά της. Στην Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά, εντοπίζονται δώδεκα εταιρίες ως Major operators, οι οποίες κατέχουν μερίδια αγοράς πάνω από τον μέσο όρο και ασκούν σημαντική επιρροή. Αντίθετα, οι υπόλοιπες είκοσι οκτώ εταιρίες κατατάσσονται στους Minor operators, με περιορισμένη παρουσία και μικρότερη επιρροή. Με βάση τον υπολογισμό του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI), η Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά κατατάσσεται στις μη συγκεντρωμένες αγορές, με τιμή $HHI=683,62$ ($HHI < 1.500$). Αυτό υποδηλώνει ότι η αγορά χαρακτηρίζεται ως ανταγωνιστική, με τους Major και Minor operators που εντοπίστηκαν στην αγορά να συνυπάρχουν.

Η Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά δεν πληροί επακριβώς τις τέσσερις υποθέσεις της θεωρίας του τέλειου ανταγωνισμού, όμως τις προσεγγίζει σε τέτοιο βαθμό που κατατάσσεται στις ανταγωνιστικές αγορές. Για παράδειγμα στην Ελληνική ακτοπλοϊκή αγορά υπάρχουν πολλοί πωλητές και αγοραστές οι οποίοι, σε αντίθεση με αυτό που αναφέρει η πρώτη υπόθεση του τέλειου ανταγωνισμού, έχουν επιρροή στην τιμή όμως ο έλεγχος τους πάνω σε αυτή είναι αμελητέος (Arnold, 2007). Επίσης, όσον αφορά την υπόθεση ότι κάθε εταιρία παράγει και πουλά ένα ομοιογενές προϊόν, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το προσφερόμενο προϊόν (μεταφορά) δεν φαίνεται να διαφέρει ιδιαίτερα στον συγκεκριμένο κλάδο. Έπειτα, η υπόθεση ότι οι αγοραστές και οι πωλητές έχουν και οι δυο το σύνολο των σχετικών πληροφοριών για τις τιμές, την ποιότητα του προϊόντος και τις πηγές της προσφοράς ισχύει πλήρως στα πλαίσια της Ελληνικής ακτοπλοϊκής αγοράς, καθώς τόσο οι αγοραστές όσο και οι ναυτιλιακές εταιρίες γνωρίζουν ποιες εταιρίες εκτελούν τα δρομολόγια και σε ποιες τιμές. Τέλος η υπόθεση ότι οι επιχειρήσεις έχουν εύκολη είσοδο και έξοδο στην αγορά έχει αναφερθεί ήδη στο θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, όπου τονίζεται ότι η απελευθέρωση της

ακτοπλοϊκής αγοράς παρέχει τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις να εισέλθουν στον κλάδο παροχής ακτοπλοϊκών μεταφορικών υπηρεσιών.

Εν συνεχεία, επιχειρήθηκε ο διαχωρισμός της συνολικής ακτοπλοϊκής αγοράς σε επιμέρους ομαδοποιημένες αγορές, έχοντας ως άξονα την περιοχή δραστηριοποίησης κάθε ναυτιλιακής εταιρίας. Έπειτα προσδιορίστηκε η μορφή της κάθε υποαγοράς σύμφωνα με τον δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI). Η ανάλυση των περιοχών δραστηριοποίησης των ναυτιλιακών εταιρειών (μέσω της δημιουργίας πολυγώνων δραστηριοποίησης ανά εταιρία) ανέδειξε την ύπαρξη τριών διακριτών αγορών Α, Β και Γ. Η Αγορά Α (κόκκινη ομάδα) καταλαμβάνει τα δυτικά και νοτιοδυτικά λιμάνια του GMN. Παρουσιάζεται σαν μια πιο απομονωμένη αλλά με ισχυρούς εσωτερικούς δεσμούς αγορά που λειτουργεί εστιασμένα για την εξυπηρέτηση των νησιών του Ιονίου Πελάγους. Η Αγορά Β (μπλε ομάδα) καλύπτει εκτενέστερη γεωγραφικά περιοχή προσανατολισμένη στο Βόρειο και Κεντρικό Αιγαίο, εξυπηρετώντας απομονωμένες περιοχές αλλά και δημοφιλή λιμάνια όπου παρατηρείται ανταγωνισμός (αλληλοεπικαλύψεις πολυγώνων δραστηριοποίησης εταιριών). Σημαντική παρατήρηση αποτελεί ότι μέρος της περιοχής δραστηριοποίησης της εταιρίας Hellenic Seaways δεν φαίνεται να καλύπτεται από πολύγωνο άλλης εταιρίας, αναδεικνύοντας την σημαντικότητα της για το συνολικό ακτοπλοϊκό δίκτυο, καθώς ενισχύει την συνεκτικότητα του εξυπηρετώντας λιγότερο δημοφιλείς ή απομονωμένες περιοχές. Παράλληλα, στις περιοχές αυτές που δεν εμφανίζονται επικαλύψεις πολυγώνων δραστηριοποίησης (απομονωμένα λιμάνια), η εταιρεία διατηρεί μονοπωλιακή δραστηριότητα για την αγορά Β. Η Αγορά Γ είναι η πιο εκτεταμένη από τις τρεις αγορές καλύπτοντας μεγάλη έκταση ανατολικά, κεντρικά και νότια του δικτύου και περιλαμβάνει δρομολόγια που εξυπηρετούν απομονωμένες περιοχές με χαμηλή ζήτηση (περιφερειακά λιμάνια) αλλά και δρομολόγια που εξυπηρετούν τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου τα οποία εμφανίζουν, όπως διαφαίνεται από τις αλληλοεπικαλύψεις, υψηλή ζήτηση. Αντίστοιχα, με την Αγορά Β στην Αγορά Γ παρατηρείται ότι ένα μεγάλο μέρος του πολυγώνου της Seajet (στην περιοχή του Βόρειου Αιγαίου) δεν υφίσταται καμία επικάλυψη με πολύγωνο δραστηριοποίησης άλλης εταιρίας, ευνοώντας την μονοπωλιακή δραστηριότητα της εταιρίας σε αυτά τα λιμάνια. Επίσης η Seajet καλύπτει τόσο τα κομβικά λιμάνια του δικτύου, όσο και λιγότερο προσβάσιμες ή απομονωμένες περιοχές καθιστώντας την σημαντική για την συνεκτικότητα και την εξυπηρέτηση του συνολικού δικτύου.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις θα μπορούσαν να συνοψιστούν με άξονα την θεωρία του Losch (1954) σύμφωνα με την οποία κάθε επιχείρηση επιδιώκει με την επιλογή τόπου εγκατάστασης να ελέγξει το μεγαλύτερο δυνατό τμήμα της αγοράς, εξαρτώμενη πάντα από την συμπεριφορά του καταναλωτή αλλά και από τις αποφάσεις χωροθέτησης των άλλων επιχειρήσεων (Πολύζος, 2015). Στην περίπτωση του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου κάθε ναυτιλιακή εταιρία προσπαθεί να «εγκατασταθεί» και να ελέγξει όχι απαραίτητα το μεγαλύτερο δυνατό τμήμα της αγοράς, αλλά ένα τμήμα που θα της επιφέρει έσοδα με το μικρότερο δυνατό κόστος. Στην ακτοπλοϊκή αγορά ακόμα και η δραστηριοποίηση σε ένα μόνο σημαντικό δρομολόγιο (μικρό τμήμα της αγοράς) ίσως αποβαίνει πιο σημαντική από την κατοχύρωση μεγάλου τμήματος που εμπεριέχει άγονες γραμμές. Απόρροια του παραπάνω, είναι η ύπαρξη περιοχών με έντονη δραστηριότητα και αλληλεπικαλύψεις οι οποίες δημιουργούν σημεία συγκέντρωσης, στα οποία καμία εταιρία δεν μπορεί να έχει μονοπωλιακά πλεονεκτήματα. Ταυτόχρονα, σημεία με μονοπωλιακά πλεονεκτήματα δημιουργούνται σε περιοχές με χαμηλή ζήτηση, στις οποίες δεν παρουσιάζεται ενδιαφέρον για δραστηριοποίηση από τις περισσότερες εταιρίες και για να εξυπηρετηθούν εφαρμόζονται κίνητρα (επιδοτήσεις γραμμών) ώστε να εξισορροπηθεί η μονοπωλιακή δραστηριότητα και να ενισχυθεί η κάλυψη του συνολικού δικτύου.

Τέλος, ο υπολογισμός του δείκτη Herfindahl-Hirschman (HHI) για τον προσδιορισμό της μορφής της κάθε υποαγοράς παρείχε ενδείξεις ότι η θεωρία του Losch (1954) για την δημιουργία μεμονωμένων αγορών με μονοπωλιακά πλεονεκτήματα δεν εφαρμόζεται απόλυτα στην περίπτωση του GMN. Σύμφωνα με την θεωρία του Losch με την τήρηση κάποιων αποστάσεων μεταξύ των επιχειρήσεων επιτυγχάνεται η δημιουργία μεμονωμένων αγορών στις οποίες κάθε μια από αυτές εκμεταλλεύεται τα μονοπωλιακά πλεονεκτήματα που δημιουργούνται (Πολύζος, 2015). Η παραπάνω παρατήρηση δεν βρίσκει απόλυτη εφαρμογή στο GMN καθώς ναι μεν το δίκτυο διαχωρίζεται σε επιμέρους αγορές, όμως όπως διαφαίνεται από τον υπολογισμό των δεικτών, παρόλο που εντός των επιμέρους αγορών παρατηρήθηκαν περιοχές με μονοπωλιακά χαρακτηριστικά, η συνολική εικόνα τους παρουσιάζει τρεις πλήρως ανταγωνιστικές αγορές.

Εν κατακλείδι, καλύτερη εφαρμογή για το Ελληνικό ακτοπλοϊκό δίκτυο βρίσκει η θεωρία του Hotelling (1929). Σύμφωνα με την θεωρία του Hotelling οι επιχειρήσεις καταλήγουν να στέκονται πλάτη με πλάτη στο κέντρο της αγοράς και η κάθε μια εξυπηρετεί το μισό κομμάτι της αγοράς (Biscaia, & Mota, 2013). Επικαλούμενοι την

θεωρία του Hotelling και ανάγοντάς την στην περίπτωση μελέτης μπορούμε να ισχυριστούμε ότι οι αγορές Α,Β,Γ που περιέχουν ένα σύνολο επιχειρήσεων στέκονται ομαδοποιημένα πλάτη με πλάτη εξυπηρετώντας η κάθε μια ένα μέρος της ελληνικής ακτοπολικής αγοράς, κατά τέτοιο τρόπο όπου major και minor operators συνυπάρχουν σε ένα περιβάλλον ανταγωνισμού.

Περιορισμοί και περαιτέρω έρευνα

Η μοντελοποίηση και ανάλυση του GMN συνιστά μια πολυσύνθετη διαδικασία που υποβάλλεται σε περιορισμούς. Αρχικά ένας περιορισμός αναδεικνύεται μέσα από το χρονικό διάστημα άντλησης των δεδομένων για την δημιουργία των ακμών του GMN. Εξαιτίας της μεταβλητότητας των συνδέσεων του δικτύου ανά χρονικές περιόδους, λόγω της ύπαρξης εποχικότητας (όπως αναφέρεται και στο Υποκεφάλαιο 4.1), η τοπολογία του δικτύου αντικατοπτρίζει το δίκτυο και την μορφή της ελληνικής ναυτιλιακής αγοράς κατά την χρονική στιγμή άντλησης των δεδομένων (Οκτώβριος του 2023) και δεν είναι αντιπροσωπευτική για το σύνολο του έτους. Ωστόσο, ακόμα και από την στατική θεώρηση του υπό μελέτη δικτύου εξήχθησαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα.

Επίσης, περιορισμό αποτελεί το χρονικό πλαίσιο για τη διερεύνηση του θέματος, το οποίο καθορίζεται από το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας. Το γεγονός αυτό περιορίζει τη δυνατότητα ανάλυσης σε βάθος αφήνοντας αναπόφευκτα εκτός ανάλυσης ορισμένες πτυχές του θέματος. Όπως γίνεται αντιληπτό, η διερεύνηση του θέματος και η διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων πραγματοποιήθηκε στον βαθμό που επιτρεπόταν από τον διαθέσιμο χρόνο, δίνοντας προτεραιότητα σε ζητήματα που κρίθηκαν περισσότερο ουσιαστικά για την εξαγωγή αξιόλογων αποτελεσμάτων. Για τον λόγο αυτό, παρακάτω προτείνεται μια σειρά προσεγγίσεων για περαιτέρω έρευνα, οι οποίες θα μπορούσαν να συμβάλουν στη διεύρυνση της κατανόησης και της ανάλυσης του ακτοπολικού δικτύου, ξεπερνώντας τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν από τα χρονικά όρια της παρούσας μελέτης.

Στην τρέχουσα μελέτη μοντελοποιήθηκαν και λήφθηκαν υπόψη για την ανάλυση αποκλειστικά τα δρομολόγια που εκτελούν οι ναυτιλιακές εταιρίες εντός των γεωγραφικών ορίων της Ελλάδας. Κάποιες από τις εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο εκτελούν παράλληλα δρομολόγια πέρα των εθνικών ορίων,

συνδέοντας την Ελλάδα με γειτονικές χώρες. Θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον η μοντελοποίηση και ανάλυση του ακτοπλοϊκού δικτύου πέρα των εθνικών ορίων (π.χ συνδέσεις Ελλάδα-Ιταλία, Ελλάδα-Τουρκία κ.α). Η προσέγγιση αυτή θα ήταν ιδιαίτερα γόνιμη τόσο για την ανάδειξη συνεργειών που προκύπτουν από τη διασυνοριακή συνεργασία όσο και την μελέτη της περιφερειακής συνοχής.

Επιπρόσθετα, πεδίο μελέτης θα μπορούσε να αποτελέσει η παρατήρηση των διακυμάνσεων των δρομολογίων ανάλογα με την εποχή, εστιάζοντας τόσο στις διαφοροποιήσεις της ζήτησης όσο και στις στρατηγικές προσαρμογής του δικτύου από τις ναυτιλιακές εταιρείες. Ερευνώντας κατά πόσο η εποχικότητα του δικτύου επηρεάζει την αποδοτικότητα του, μέσα από τις διάφορες εκφάνσεις της τοπολογίας του, θα μπορούσαν να προκύψουν πολύτιμες πληροφορίες για τη βέλτιστη διαχείριση και τον προγραμματισμό των δρομολογίων. Ακόμη, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια πιο γενικευμένη συγκριτική ανάλυση, περιλαμβάνοντας τη μοντελοποίηση διαφορετικών ετών του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου, ώστε να προσδιοριστεί η εξέλιξη και η δυναμική του. Η προσέγγιση αυτή θα επέτρεπε την ταυτοποίηση τάσεων, όπως η συγκέντρωση ή η διάχυση του δικτύου, η εμφάνιση νέων συνδέσεων ή η εγκατάλειψη υφιστάμενων, καθώς και οι επιπτώσεις εξωγενών παραγόντων.

Η διαμόρφωση του Ελληνικού ακτοπλοϊκού δικτύου σε γράφο θα μπορούσε να εμπλουτιστεί σημαντικά μέσω της εισαγωγής πρόσθετης πληροφορίας στις ακμές του δικτύου. Για παράδειγμα, η εισαγωγή της κατεύθυνσης των δρομολογίων θα μετέτρεπε τον γράφο σε κατευθυνόμενο δίκτυο, επιτρέποντας την πιο ακριβή αποτύπωση των ροών μεταξύ λιμανιών. Παράλληλα, η ενσωμάτωση δεδομένων όπως οι ροές των επιβατών, το οικονομικό κόστος ανά δρομολόγιο, η διάρκεια ταξιδιού και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, θα ενίσχυε την ανάλυση της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας του δικτύου. Επιπλέον, η χρήση δεδομένων όπως η πληρότητα των πλοίων, οι εποχικές διακυμάνσεις στη ζήτηση και τα επίπεδα εξυπηρέτησης θα μπορούσε να συμβάλει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των δρομολογίων. Όλα τα παραπάνω, υπό την προϋπόθεση ότι υπήρχε διαθεσιμότητα και ακρίβεια στα παραπάνω δεδομένα.

Τέλος, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μια ολοκληρωμένη μελέτη η οποία θα περιλάμβανε το σύνολο των μεταφορικών δικτύων της χώρας (χερσαίο, θαλάσσιο, εναέριο), με στόχο την κατασκευή ενός πολυεπίπεδου γράφου που θα αναπαριστά το συνολικό σύστημα μεταφορών της Ελλάδας. Ένας τέτοιος πολυεπίπεδος γράφος θα

μπορούσε να ενσωματώνει κρίσιμες πληροφορίες, όπως οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών τρόπων μεταφοράς, οι ροές επιβατών, καθώς και τα αντίστοιχα οικονομικά και χρονικά κόστη. Μια ολιστική προσέγγιση του συστήματος μεταφορών θα παρείχε τη δυνατότητα μελέτης της τοπολογίας αποκαλύπτοντας τις αδυναμίες, τις ευκαιρίες βελτίωσης και τις δυνατότητες συνεργειών μεταξύ των διαφόρων υποσυστημάτων. Επιπλέον, θα επέτρεπε την γενικότερη αποτίμηση του μεταφορικού δικτύου καθώς και τη μελέτη της συνεισφοράς του συνολικού μεταφορικού δικτύου στην περιφερειακή ανάπτυξη.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Αγγελίδης, Μ., (2000). *Χωροταξικός σχεδιασμός και βιώσιμη ανάπτυξη*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Arnold, R., (2007). *Εισαγωγή στην οικονομική (Μετάφραση: Αθανάσιος Μεταξάς)*, Αθήνα: Επίκεντρο Α.Ε.
- Ένωση Ελλήνων Εφοπλιστών, (2024). *Ετήσια έκθεση 2022-23*, Διαθέσιμο στη URL: <https://www.ynanp.gr> (Πρόσβαση: 31 Οκτωβρίου 2024).
- Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών, (2014). *Η Συμβολή της Ακτοπλοΐας στην Ελληνική Οικονομία: Επιδόσεις και Προοπτικές*. Διαθέσιμο στη URL: <https://iobe.gr> (Πρόσβαση: 29 Οκτωβρίου 2024).
- Λαγός, Δ., (2007). *Θεωρίες Περιφερειακής Οικονομικής Ανάπτυξης*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική ΑΕ.
- Μουσιάδης, Χ., (2002). *Συνδυαστική απαρίθμηση*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Παρδαλη, Α., (2007). *Οικονομική και πολιτική των λιμένων: ανταγωνισμός και ανταγωνιστικότητα στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία*. Αθήνα: Σταμούλη Α.Ε.
- Πετράκος Γ., Ψυχάρης, Γ., (2016). *Περιφερειακή Ανάπτυξη Στην Ελλάδα (2^η έκδοση)*, Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική ΑΕ.
- Πολύζος, Σ., (2011). *Αστική Ανάπτυξη*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.
- Πολύζος, Σ., (2015). *Περιφερειακή Ανάπτυξη*. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.
- Πολύζος, Σ., (2019). “Μεταφορικές υποδομές, δίκτυα και ανάπτυξη”, *Αειχώρος*, 28, σελ. 4-13.
- Σκάγιαννης, Π., (1994). *Πολιτική Προγραμματισμού των Υποδομών*, Αθήνα: Εκδόσεις Α. Σταμούλης.
- Τσιώτας, Δ., (2016). ‘Μοντελοποίηση διαπεριφερειακών συστημάτων μεταφορών με χρήση ανάλυσης δικτύων και στατιστικής μηχανικής’. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας: Τμήμα Μηχανικών Πολεοδομίας Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.
- Τσιώτας, Δ., (2019) “Μοντελοποίηση του οδικού διαπεριφερειακού δικτύου της Ελλάδας με χρήση ανάλυσης σύνθετων δικτύων (complex network analysis)”, *Αειχώρος*, 28, σελ. 182-215
- Υπουργείο Ναυτιλίας Και Νησιωτικής Πολιτικής, (2019). *Πρόταση για τον τομέα ναυτιλίας και νησιωτικής πολιτικής*. Διαθέσιμο στη URL: <https://www.espa.gr> (Πρόσβαση: 2 Νοεμβρίου 2024).

Χλωμούδης, Κ., Λεκάκου, Μ., Πάνου, Κ., Παπαδημητρίου, Ε., Συριόπουλος, Θ., Τζαννάτος, Ε., (2007). *Μεταφορές αρτηρίες ζωής για τα νησιά*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Albert, R., Barabási, A., (2002). “Statistical mechanics of complex networks”. *Reviews of Modern Physics*, vol. 74, pp. 47-97.

Barthélemy, M., (2011). *Spatial networks*, Physics Reports-review Section of Physics Letters.

Biscaia, R., Mota, I., (2013). “Models of spatial competition: A critical review”. *Papers in Regional Science*, vol. 92 (4), pp. 851-872.

Borgatti, S., Lopez-Kidwell, V., (2011). “Network theory”. *The Sage Handbook of Social Network Analysis*, pp. 40-54.

CNN Greece, (2024). *Τα καλύτερα ελληνικά νησιά για το 2024 σύμφωνα με το National Geographic*, online reports at <https://www.cnn.gr> (accessed Oct, 30, 2024).

Cohen, R., Havlin, S., (2010). *Complex Networks: Structure, Robustness and Function*. Cambridge University Press, Cambridge.

Deng Y., Hu S., (2013). “Topology Characteristic of Hub-and-Spoke Transportation Network”. *Applied Mechanics and Materials*, vol. 361-363, pp. 2030-2035.

Derrible, S., Kennedy, C., (2011). “Applications of Graph Theory and Network Science to Transit Network Design”. *Transport Reviews*. vol. 31, pp. 495-519.

Diestel, R., (2005). *Graph Theory (Third Edition)*. Published by Springer-Verlag.

Dorogovtsev, S., Mendes, J.F., (2001). “Evolution of networks”. *Advances in Physics*, 51, pp. 1079-1187.

Easley, D., Kleinberg, J., (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected*. Cambridge University Press, Cambridge.

Encarnacion J., Teleron J., (2023). “Innovative Advancements in Network Topologies: A Comprehensive Investigation of Mesh Network, Tree Topology, and Hypercube Network”. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, vol. 3, pp. 394-401.

Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S., Bastian, M., (2014). “ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software”, *PLoS ONE*. vol. 9(6): e98679.

- Kurant, M., Thiran, P., (2008). “Extraction and Analysis of Traffic and Topologies of Transportation Networks”, *Physical Review E*, vol. 74: 036114.
- Newman, M. E. J., (2003). “The structure and function of complex networks”, *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 45(2), pp. 167–256.
- Newman, M., (2006). “Finding community structures in networks using the eigenvectors of matrices”, *Physical Review E*, vol. 74:036104.
- Pike A., Rodríguez-Pose A. & Tomaney J., (2006). *Local and Regional Development* (1st edition), Routledge, New York.
- Polyzos, S., Minetos, D., (2011). “An Ordinal Regression Analysis of Tourism Enterprises Location Decisions in Greece”, *Anatolia*, vol. 22, pp.102-119.
- Polyzos, S., Tsiotas, D., Kantlis, A., (2013) “Determining the tourism developmental dynamics of the Greek regions, by using TALC Theory”, *TOURISMOS: An International Multidisciplinary Journal of Tourism*, vol. 8, pp.159-178.
- Polyzos S., Tsiotas D., (2020). “The Contribution Of Transport Infrastructures To The Economic And Regional Development: A Review Of The Conceptual Framework”. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, vol. 15 (1), pp. 5-21.
- Qing L., Qiuping L., (2014). *A Study on Topology in Computer Network*. 7th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation 2014, Changsha, China.
- Rodrigue, J., Comtois, C., & Slack, B., (2009). *The Geography of Transport Systems*. Published by Routledge.
- Rodrigue, J., Comtois, C., & Slack, B., (2013). *The Geography of Transport Systems (Third edition)*. Published by Routledge.
- Selvi S., Seenivasan V., (2022). “Linear Algebraic Theory for Designing the Bus Topology to Enhance the Data Transmission Process”. *Wireless Personal Communications*, vol. 126, pp. 1-20.
- Sirat, D & Asvial, M., (2008). “Mobile Virtual Network Operator (MVNO) in indonesia: competitive business analysis using Porter 5 forces model”, *ResearchGate*.
- Toroczkai, Zoltan. (2005). “Complex Networks The Challenge of Interaction Topology”. *Los Alamos Sci*, vol.29.
- Tsiotas, D., (2017). “Urban mobility under the complex network perspective: a case study of the urban road networks of Thessaly, Greece”, *International Journal of Network Science*, vol.1, pp.248–268.

- Tsiotas D., Polyzos S., (2014). “Analyzing the Maritime Transportation System in Greece: a Complex Network Approach”. *Networks and Spatial Economics*, vol. 15, pp. 981–1010.
- Tsiotas, D., Polyzos, S., (2015). “Decomposing multilayer transportation networks using complex network analysis: A case study for the Greek aviation network”, *Journal of Complex Networks*, vol.3, pp.642-670.
- Tsiotas, D., Polyzos, S., (2017a) “The topology of urban road networks and its role to urban mobility”, *Transportation Research Procedia*, vol. 24, pp.482–490.
- Tsiotas D., Polyzos S., (2017b). “The Complexity in the Study of Spatial Networks: an Epistemological Approach”. *Networks and Spatial Economics*, vol. 18, pp. 1–32.
- Tsiotas, D., Ducruet, C., (2021). “Measuring the effect of distance on the network topology of the Global Container Shipping Network”, *Scientific reports*, vol. 11, pp. 21250.
- Tsiotas, D., (2023). *LECTURE: Network Analysis*. Master course. Project Management, Transportation, and Spatial Planning, University of Thessaly.
- U.S. Department of Justice and the Federal Trade Commission, (2010). *Horizontal Merger Guidelines*, available at: <https://www.justice.gov> (accessed Dec., 7, 2024).
- Venables A., Laird J., (2017). “Transport investment and economic performance: A framework for project appraisal”. *Transport Policy*, Vol. 56, pp. 1-11
- World Population Review, (2024). *Countries by Coastline 2024*, online reports at <https://worldpopulationreview.com> (accessed Oct, 30, 2024).
- Xie, F., Levinson, D., (2009) “Modeling the growth of transportation networks: A comprehensive review”, *Networks and Spatial Economics*. vol. 9, pp. 291–307.

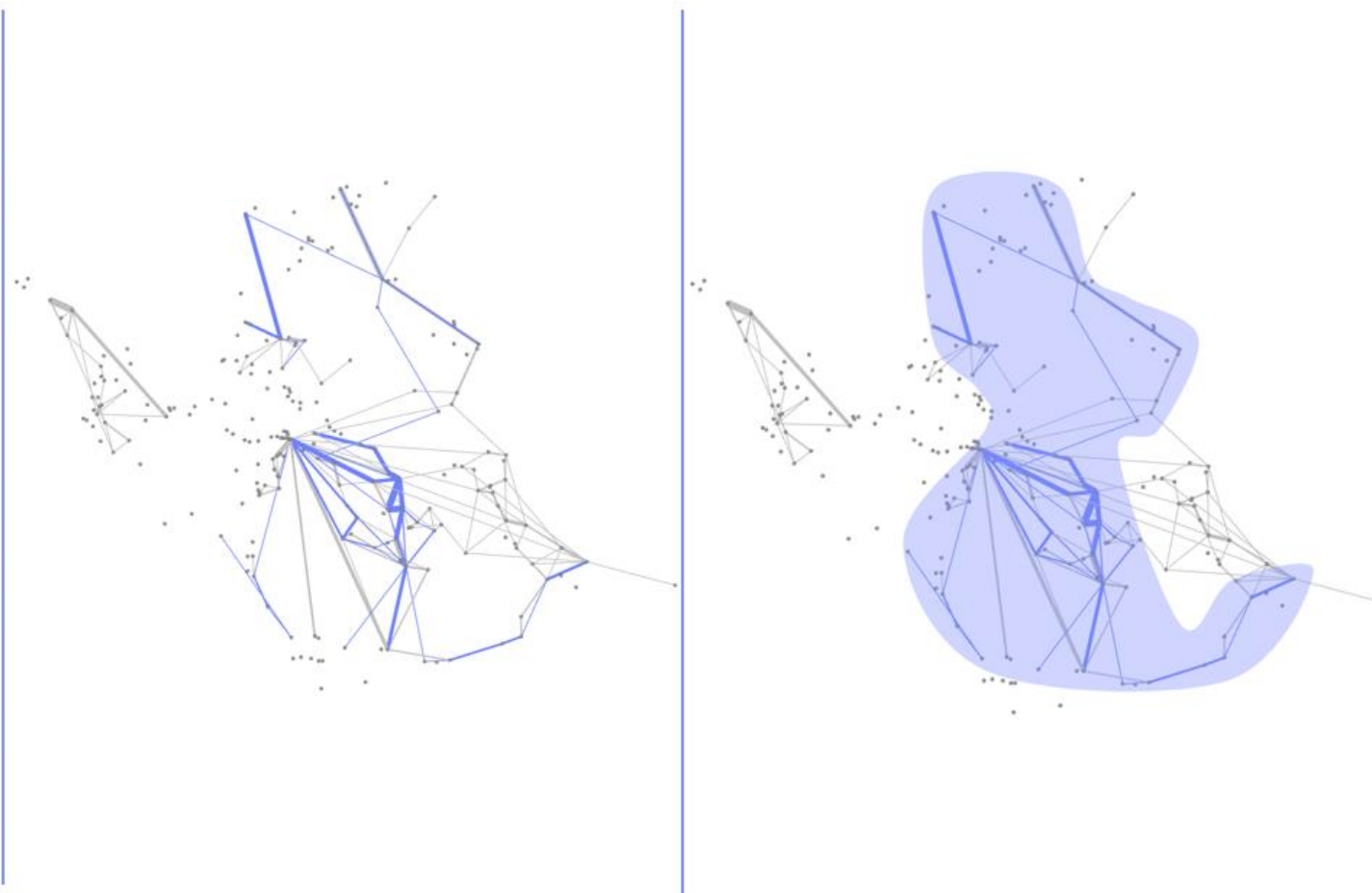
Πηγές άντλησης δεδομένων μοντελοποίησης των δικτύων

- Tsiotas D., Polyzos S., (2014). “Analyzing the Maritime Transportation System in Greece: a Complex Network Approach”. *Networks and Spatial Economics*, vol. 15, pp. 981–1010.
- Ferries.gr, διαθέσιμο στη URL: <https://www.ferries.gr/en/ferry-companies/> (Τελευταία πρόσβαση: 24 Οκτωβρίου 2023).

Παράρτημα

Χάρτης Α-1 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Seajet.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

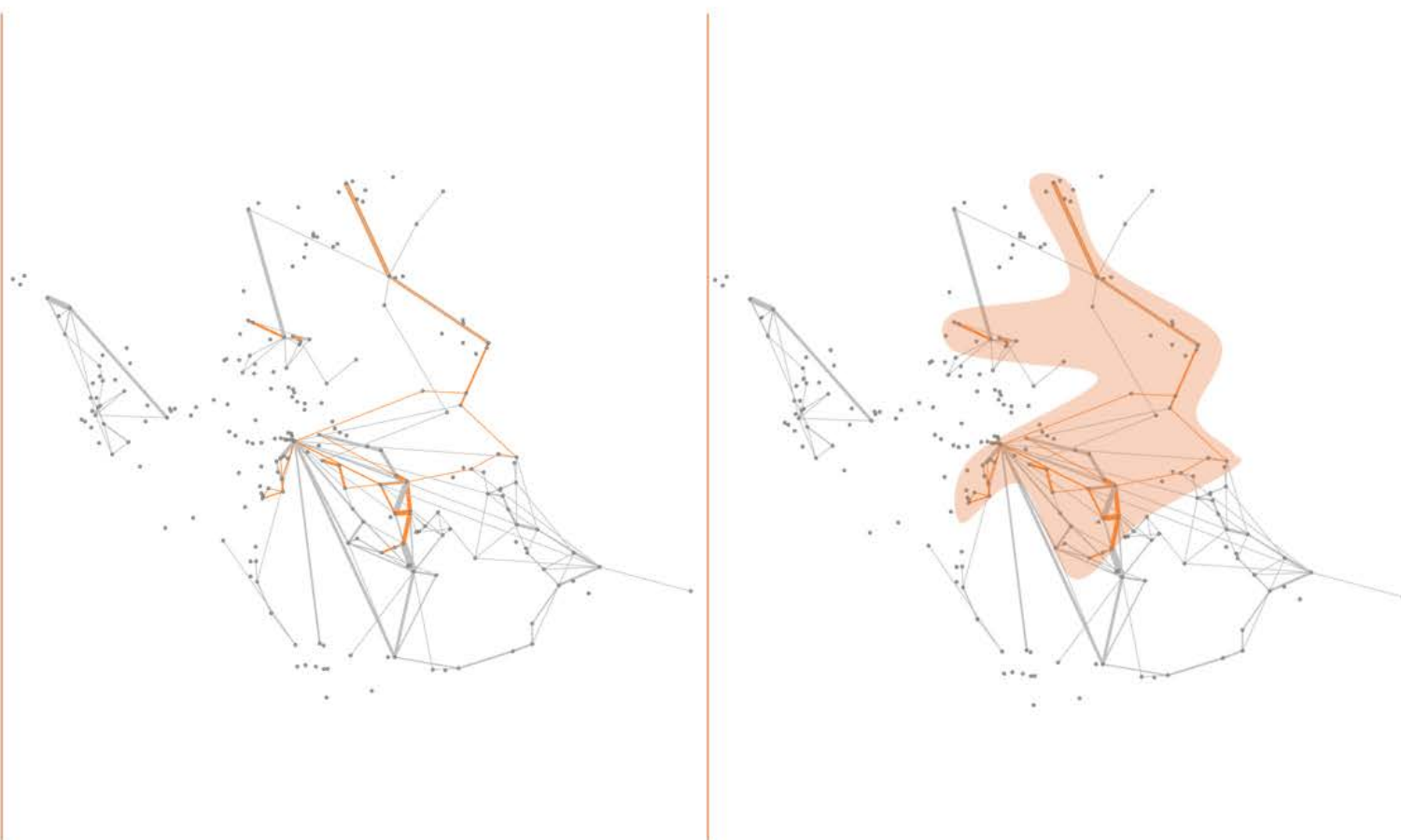
Χάρτης Α-2 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Blue Star Ferries.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-3 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Hellenic Seaways.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-4 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Dodekanisos Seaways.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-5 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Cyclades Fast Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maqic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-6 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Zante Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegeon pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-7 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Golden Star Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magik Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-8 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Sea Speed Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maqic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-9 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Aegean Pelagos Sea Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkira lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkira seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-10 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Anes Ferries.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-11 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Superfast Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-12 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Ane kalymnou.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

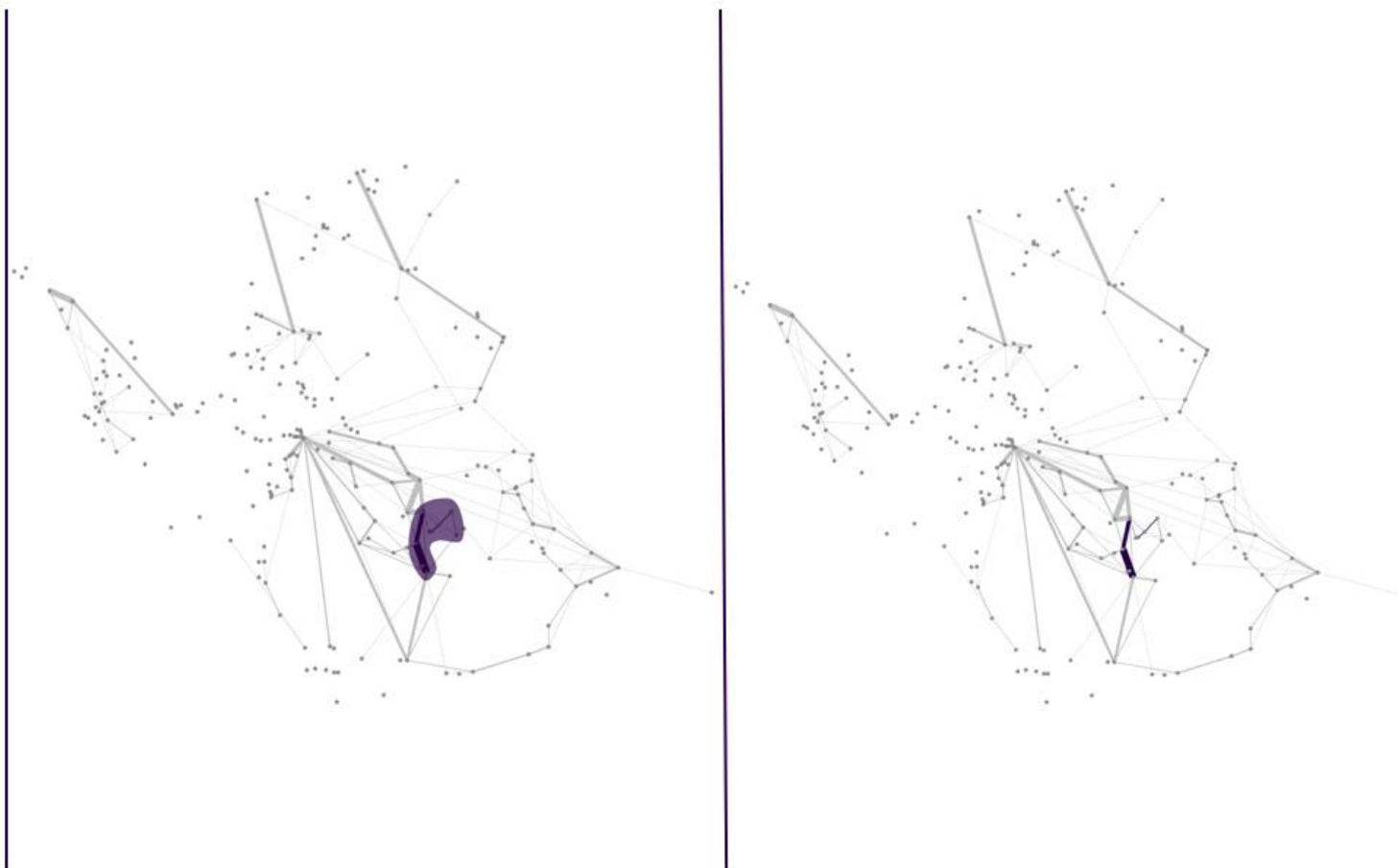
Χάρτης Α-13 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Aegean Flying Dolphins.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-14 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Small Cyclades Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maqic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-15 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Aegean Sea Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-16 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Levante Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-17 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Lefkada Palace.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkira lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkira seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-18 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Saronic Ferries.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-19 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Anek Superfast.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Jonion pelagos	(0,85%)
Kerkira lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkira seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-20 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Triton Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-21 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Maistros Santorini.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-22 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Skyros Shipping.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-23 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Magic Sea Ferries.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

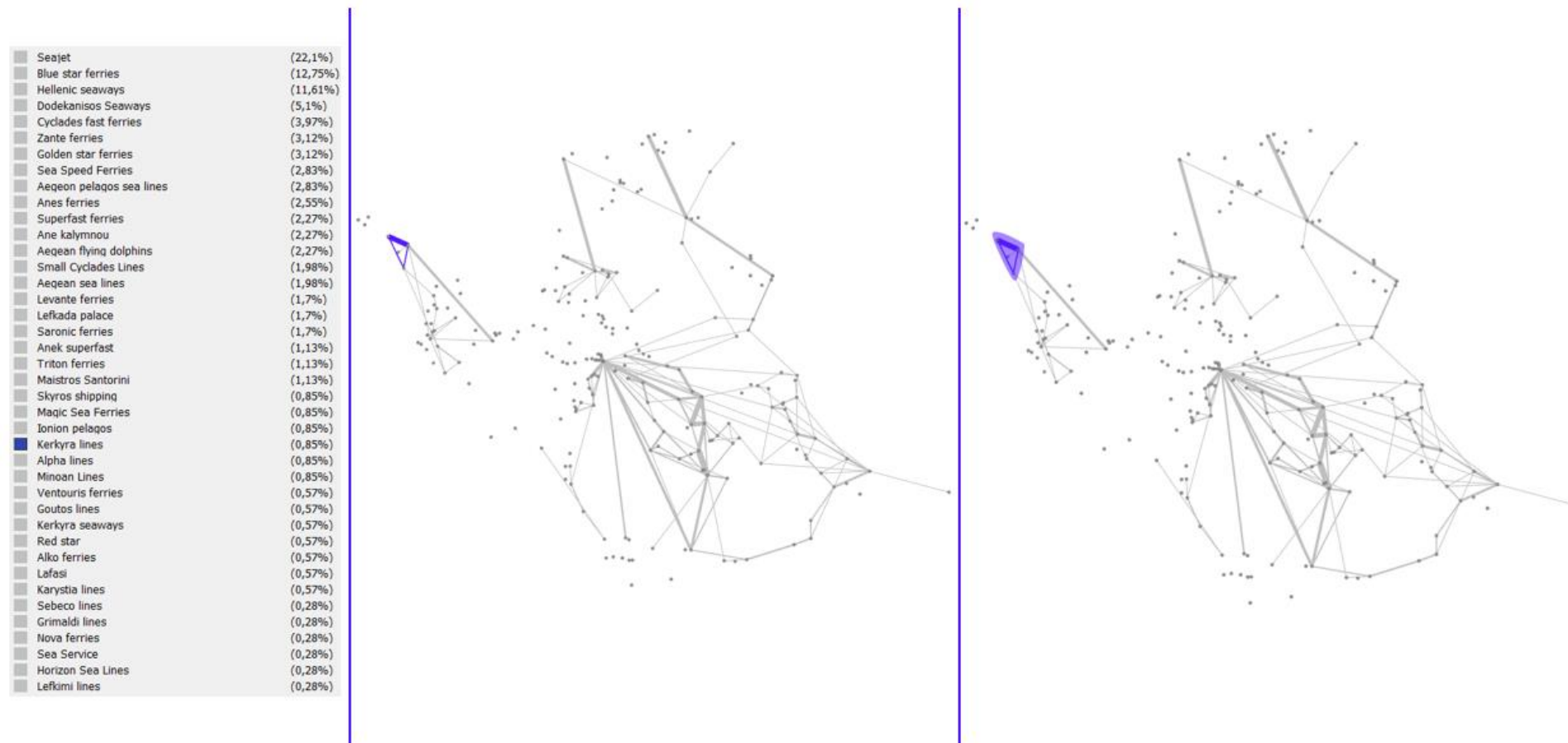
Χάρτης Α-24 Χάρτης Α 24 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Ionion Pelagos.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-25 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Kerkyra Lines.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-26 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Alpha Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-27 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Minoan Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-28 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Ventouris Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maqic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-29 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Goutos Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkira lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkira seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Aiko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-30 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Kerkyra Seaways.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-31 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Red Star.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Maqic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-32 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Alko Ferries.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-33 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Lafasi.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-34 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Karystia Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-35 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Sebeco Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionian pelagos	(0,85%)
Kerkira lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkira seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-36 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Grimaldi Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Aiko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-37 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Nova Ferries.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-38 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Sea Service.



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-39 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Horizon Sea Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magis Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.

Χάρτης Α-40 Χάρτης ορισμού περιοχής δραστηριοποίησης για την εταιρία Lefkimi Lines.

Seajet	(22,1%)
Blue star ferries	(12,75%)
Hellenic seaways	(11,61%)
Dodekanisos Seaways	(5,1%)
Cyclades fast ferries	(3,97%)
Zante ferries	(3,12%)
Golden star ferries	(3,12%)
Sea Speed Ferries	(2,83%)
Aegean pelagos sea lines	(2,83%)
Anes ferries	(2,55%)
Superfast ferries	(2,27%)
Ane kalymnou	(2,27%)
Aegean flying dolphins	(2,27%)
Small Cyclades Lines	(1,98%)
Aegean sea lines	(1,98%)
Levante ferries	(1,7%)
Lefkada palace	(1,7%)
Saronic ferries	(1,7%)
Anek superfast	(1,13%)
Triton ferries	(1,13%)
Maistros Santorini	(1,13%)
Skyros shipping	(0,85%)
Magic Sea Ferries	(0,85%)
Ionion pelagos	(0,85%)
Kerkyra lines	(0,85%)
Alpha lines	(0,85%)
Minoan Lines	(0,85%)
Ventouris ferries	(0,57%)
Goutos lines	(0,57%)
Kerkyra seaways	(0,57%)
Red star	(0,57%)
Alko ferries	(0,57%)
Lafasi	(0,57%)
Karystia lines	(0,57%)
Sebeco lines	(0,28%)
Grimaldi lines	(0,28%)
Nova ferries	(0,28%)
Sea Service	(0,28%)
Horizon Sea Lines	(0,28%)
Lefkimi Lines	(0,28%)



Πηγή: Δεδομένα κόμβων Tsiotas & Polyzos, 2014 ; Ιδία επεξεργασία.