

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΑ
ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ**



ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Εργασίας

Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου

Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011

Αικατερίνη Π. Χατζοπούλου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ιωάννης Αντωνίου, Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Βασίλης Καραγιάννης, Διδάκτορας Μαθηματικών

Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 2016



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ στα
ΠΟΛΥΠΛΟΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ και
ΔΙΚΤΥΑ
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Εργασίας

Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου
Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011

Αικατερίνη Π. Χατζοπούλου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Ιωάννης Αντωνίου, Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Βασίλης Καραγιάννης, Διδάκτορας Μαθηματικών

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή το Δεκέμβριο 2016.

.....

Ιωάννης Αντωνίου

Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....

Βασίλης Καραγιάννης

Διδάκτορας Μαθηματικών

.....

Πολυχρόνης Μωυσιάδης

Καθηγητής Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 2016

.....

Αικατερίνη Π. Χατζοπούλου

Πτυχιούχος Μαθηματικός Α.Π.Θ.

Copyright © Αικατερίνη Π. Χατζοπούλου, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για σχεδόν δυο δεκαετίες, εμπειρικά και θεωρητικά αποτελέσματα της Θεωρίας Δικτύων χρησιμοποιούνται στην ανάλυση Οικονομικών Δικτύων. Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011, με χρήση χρονικών παραθύρων διάρκειας 6 μηνών χωρίς επικάλυψη. Για κάθε παράθυρο δημιουργήθηκε ένα πλήρες σταθμισμένο δίκτυο στο οποίο κόμβοι είναι οι μετοχές. Για την ακμή μεταξύ δυο κόμβων (ζεύγος μετοχών), υπολογίστηκε η αμοιβαία πληροφορία μεταξύ των χρονοσειρών των αποδόσεων (returns) με τη χρήση κατάλληλου για το πλήθος των παρατηρήσεων, εκτιμητή της εντροπίας του Shannon. Στη συνέχεια οι τιμές της αμοιβαίας πληροφορίας μετασχηματίστηκαν σε τιμές μιας συνάρτησης απόστασης. Με την οποία σταθμίστηκαν τα δίκτυα. Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της εξέλιξης των παραπάνω δικτύων στηρίχθηκαν στη δημιουργία του Ελαχίστου Δένδρου Ζεύξης (MST), του Επίπεδου Μέγιστα Φιλτραρισμένου Γραφήματος (PMFG), την εύρεση των κοινοτήτων (Community Structure), τον υπολογισμό των μέτρων κεντρικότητας (Centrality Measures), των καθολικών μέτρων (global indices) του συντελεστή assortativity και του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης (ICC) ενώ παράλληλα δόθηκε η ερμηνεία των αποτελεσμάτων μέσα από οικονομικά γεγονότα της επιλεγμένης χρονικής περιόδου. Μέρος της παρούσας διπλωματικής παρουσιάστηκε στο 29^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Στατιστικής, που πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλονίκη και τη Νάουσα από τις 4 ως τις 7 Μαΐου το 2016.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Οικονομικά δίκτυα, Αμοιβαία Πληροφορία, Εντροπία, Ελάχιστο Δένδρο Ζεύξης, Επίπεδο Μέγιστα Φιλτραρισμένο Γράφημα, μέτρα κεντρικότητας, καθολικά μέτρα, δομή σε κοινότητες, συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης, κλίκες.

ABSTRACT

For most than a decade results of Network Theory are being used to analyze the evolution of Economics Networks. This thesis studied the evolution of the Financial Network of Athens Stock Exchanges from 2007 until 2011. We have divided the time series into time windows with width of six months without overlapping. In each window, each index was a vertex and each edge connecting two vertices was marked by the value of a distance function made by the Mutual Information obtained from the time series of logarithmic returns of stocks. For this calculation we used an appropriate Entropy estimator. Then, we transformed this similarity measure into a distance function created a series of Complete Weighted Networks. The techniques used to analyze these networks were based on the creation and development of Minimum Spanning Tree (MST), Planar Maximally Filtered Graph (PMFG), the calculation of centrality measures, global indices, intraclass correlation coefficient (consistency), finding the community structure, identifying cliques. The results were interpreted based on specific economic events and relations between the stocks that took place during this period. Part of this thesis was presented at the 29th Panhellenic Conference of Statistics.

KEYWORDS: Financial network, Mutual Information, Entropy, Minimum Spanning Tree, Planar Maximally Filtered Graph, centrality measures, global indices, community structure, ICC, cliques.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους Καθηγητές του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πολύπλοκα Συστήματα και Δίκτυα» για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων. Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ολόψυχες ευχαριστίες μου προς τους κ. Ιωάννη Αντωνίου και κ. Πολυχρόνη Μωυσιάδη για τις πολύτιμες συμβουλές και τις γνώσεις τους. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Βασίλη Καραγιάννη για το χρόνο που αφιέρωσε, την καθοδήγηση του και την συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας διπλωματικής. Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια και τους φίλους μου για την συμπαράσταση τους όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT.....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2. ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ	15
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ-ΔΙΚΤΥΟΥ	15
2.2 ΓΕΙΤΟΝΕΣ ΚΟΡΥΦΗΣ-ΒΑΘΜΟΣ	16
2.3 ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ-ΚΥΚΛΟΙ-ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΤΗΤΑ	16
2.4 ΑΠΟΣΤΑΣΗ	17
2.5 ΥΠΟΓΡΑΦΗΜΑ-ΔΕΝΔΡΟ-ΚΛΙΚΑ-ΚΟΡΥΦΗ ΤΟΜΗ & BI-COMPONENT	17
2.6 ΓΕΝΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	18
2.7 ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΔΕΝΔΡΟ ΖΕΥΞΗΣ	19
2.8 ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΓΙΣΤΑ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΟ ΓΡΑΦΗΜΑ	20
3. ΕΝΤΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ	23
3.1 ΕΝΤΡΟΠΙΑ.....	23
3.3 ΕΚΤΙΜΗΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ	24
3.2 ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ	25
3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ	25
4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	27
4.1 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	27
4.1.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	27
4.1.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	27
4.1.3 ΕΥΠΑΘΕΙΑ	28
4.2 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ	29
4.2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ	29
4.2.2 ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ	29
4.2.3 ΔΙΑΜΕΣΟΤΗΤΑ	30
4.2.4 ΙΔΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ	30
4.3 ASSORTATIVITY	30
4.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	32
4.5 ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	32

4.5.1 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ INFOMAP.....	33
4.5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΕΥΡΕΣΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ.....	33
4.5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ	33
5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	35
5.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΟΧΩΝ	35
5.2 ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΜΕΤΟΧΩΝ.....	36
5.3 ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ	36
5.4 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΜΕΤΟΧΩΝ.....	36
5.5 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΜΟΙΒΑΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	37
5.6 ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	37
6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ Χ.Α.Α ΑΠΟ ΤΟ 2007 ΩΣ ΤΟ 2011	39
6.1 ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	39
6.2 ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ.....	39
6.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	39
6.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΒΑΘΜΩΝ ΣΤΑ ΕΔΖ ΚΑΙ ΕΜΦΓ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΠΕΡΙΟΔΟ	40
6.5 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	41
6.5.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	41
6.5.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	42
6.5.3 ΕΥΠΑΘΕΙΑ	43
6.6 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY	44
6.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	45
6.8 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ	46
6.8.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2007 ΩΣ 2/7/2007	47
6.8.2 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2007 ΩΣ 2/1/2008	53
6.8.3 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2008 ΩΣ 2/7/2008	58
6.8.4 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2008 ΩΣ 2/1/2009	61
6.8.5 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2009 ΩΣ 2/7/2009	66
6.8.6 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2009 ΩΣ 2/1/2010	69
6.8.7 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2010 ΩΣ 2/7/2010	72
6.8.8 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2010 ΩΣ 2/1/2011	76
6.9 ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	79
6.9.1 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ.....	84

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΕΣ	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΕΣ	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	109

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι χρηματιστηριακές αγορές συμπεριφέρονται ως ένα πολύπλοκο σύστημα, έτσι μπορούν να περιγραφούν, αναλυθούν και μοντελοποιηθούν ως τέτοιο. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελεί και το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών (Χ.Α.Α). Ιδιαίτερα σε μια χρονική περίοδο που σηματοδοτεί την εμφάνιση των συμπτωμάτων και των αποτελεσμάτων της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα, κάθε προσπάθεια με σκοπό τη μελέτη της εξέλιξης των δεικτών του Χ.Α.Α. παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η επίδραση του οικονομικού περιβάλλοντος στο Χ.Α.Α. , αν και μη άμεσα αντιληπτή, γίνεται ορατή μέσα από τις μεταβολές των τιμών των χρηματιστηριακών προϊόντων. Αντίστροφα, η παρακολούθηση των μεταβολών των τιμών καθώς και η μελέτη της συσχέτισης μεταξύ αυτών αναδεικνύουν οικονομικά γεγονότα που αφορούν χρηματιστηριακά προϊόντα, που αν και καταγεγραμμένα ίσως να μην τύγχαναν κατάλληλης προσοχής.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε ένα χαρτοφυλάκιο 166 μετοχών του Χ.Α.Α. για 4 συνεχή έτη από τις αρχές του 2007 ως τις αρχές του 2011. Τα δεδομένα αναπαρίστανται με την μορφή χρονοσειράς η οποία αποτελεί την βασική πληροφορία για κάθε άτομο – μετοχή. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων-μετοχών ποσοτικοποιήθηκε με χρήση της Αμοιβαίας Πληροφορίας (Mutual Information) και τον μετασχηματισμό της σε συνάρτηση απόστασης. Αναπαριστώντας τις μετοχές ως κόμβους (nodes) δικτύου και τις σχέσεις μεταξύ αυτών ως ακμές (edges) σταθμισμένες με την απόσταση, δημιουργήθηκαν 8 πλήρη σταθμισμένα δίκτυα που το καθένα αντιστοιχεί σε ένα εξάμηνο αυτής της χρονικής περιόδου. Η ανάλυση βασίστηκε σε δυο γνωστές μεθόδους «φιλτραρίσματος» της πληροφορίας που υπάρχει σε κάθε πλήρες δίκτυο και οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί από ερευνητές όπως οι Mantegna, Tumminello, Tabak, Paweł Fiedor κ.α., το Ελάχιστο Δέντρο Ζεύξης (ΕΔΖ) και το Επίπεδο Μέγιστο Φιλτραρισμένο Γράφημα (ΕΜΦΓ) το οποίο αποτελεί μία επέκταση του ΕΔΖ. Το ΕΜΦΓ περιέχει πάντα το ΕΔΖ, είναι γένους 0, και επιτρέπει την ύπαρξη κλικών μέχρι μεγέθους 4 διατηρώντας την επιπεδότητα, (Tumminello, Aste et al. 2005).

Φάνηκε ότι στα δίκτυα της μελέτης οι προηγούμενες μέθοδοι φιλτραρίσματος οδήγησαν στην εύρεση κόμβων που είχαν κάποιας μορφής κεντρικό ρόλο. Η ιεράρχηση της πληροφορίας του Πίνακα της Αμοιβαίας Πληροφορίας μεταξύ των λογαριθμημένων αποδόσεων των δεικτών μέσω των δυο προηγούμενων ειδικών Γραφημάτων αποτέλεσε τη βάση υπολογισμού του πλήθους

καθολικών και τοπικών μέτρων (όπως χαρακτηρίζονται τα μέτρα κεντρικότητας για κάθε κορυφή) (Salter-Townshend, White et al. 2012). Για την μελέτη της εξέλιξης του οικονομικού δικτύου χρησιμοποιήθηκαν, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, χρονικά παράθυρα χωρίς επικάλυψη (Lacasa, Nicosia et al. 2015).

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται μία μικρή εισαγωγή των εννοιών. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιοι βασικοί ορισμοί της Θεωρίας Γραφημάτων, τα χαρακτηριστικά τους, και η μεθοδολογία κατασκευής των ΕΔΖ και ΕΜΦΓ. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι έννοιες της Εντροπίας, όπως αυτή ορίστηκε από τον Shannon, και της Αμοιβαίας Πληροφορίας καθώς και μία επισκόπηση της εφαρμογής αυτών των δύο εννοιών για τη μελέτη του Χρηματοοικονομικού κλάδου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η θεωρία της Στατιστικής ανάλυσης που θα εφαρμοστεί στα δεδομένα του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών. Τα καθολικά μέτρα και τα μέτρα κεντρικότητας που θα χρησιμοποιηθούν, οι έννοιες του Assortativity και του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης. Ενώ στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζεται ο τρόπος εντοπισμού των κοινοτήτων και οι δείκτες διακύμανση της πληροφορίας, κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία και adjusted Rand Index με τους οποίους πραγματοποιούνται συγκρίσεις μεταξύ των κοινοτήτων που εντοπίζονται.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μία επισκόπηση σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε μετοχές χρηματιστηρίων με τη χρήση των ΕΔΖ και ΕΜΦΓ, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται τα δεδομένα και η εφαρμογή των βημάτων που παρουσιάστηκαν στο πέμπτο κεφάλαιο, έπειτα δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης καθώς και η ερμηνεία με βάση αυτά, ενώ στη συνέχεια εντοπίζονται κάποιες μετοχές και παρουσιάζονται οι κινήσεις αυτών την περίοδο που εμφανίστηκαν.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα της μελέτης της παρούσας διπλωματικής διατριβής.

Για την παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά R και Matlab και οι βιβλιοθήκες matrixStats, infotheo, igraph, xlsx, xts, Matrix, vcd, lattice.

2. ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ

Η Θεωρία Γραφημάτων αποτελεί γνωστικό αντικείμενο των διακριτών μαθηματικών με εφαρμογές στην πληροφορική, στην χημεία, την κοινωνιολογία κ.α.. Απαρχή της θεωρήθηκε η στιγμή που ο Euler έλυσε το γρίφο των γεφυρών του Königsberg, στην σημερινή Ρωσία, το 1735. Η πόλη είναι γνωστή και από τον ποταμό της, τον Πρέγκελ, που δημιουργεί στο κέντρο της δυο μικρές νησίδες. Εκείνη την εποχή επτά γέφυρες συνέδεαν μεταξύ τους τις όχθες του ποταμού και τις δύο νησίδες με τη στεριά. Οι κάτοικοι της πόλης ζητούσαν από τους περαστικούς να βρουν έναν τρόπο να κάνουν μια βόλτα στην πόλη τους και να επιστρέψουν στο σημείο από όπου ξεκίνησαν, περνώντας και από τις επτά γέφυρες μόνο μία φορά. Αρκετοί έλεγαν ότι είχαν κάνει μια τέτοια βόλτα, αλλά όταν τους ζητούσαν να την επαναλάβουν ήταν αδύνατον να περάσουν από όλες τις γέφυρες μόνο μία φορά.

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ-ΔΙΚΤΥΟΥ

Ένα απλό γράφημα G είναι ένα ζεύγος συνόλων $G(V, E)$, όπου V είναι ένα σύνολο n στοιχείων $v_1, v_2, \dots, v_n$ που ονομάζονται κορυφές ή κόμβοι και E ένα υποσύνολο των 2-υποσυνόλων του V , $E \subseteq [V]^2$ τα στοιχεία του οποίου ονομάζονται ακμές. Χρησιμοποιούνται οι συμβολισμοί $V = V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ και $E = E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, με $e_{ij} = \{v_i, v_j\}$ και $v_i, v_j \in V(G)$ με $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, ή απλούστερα $e_{ij} = v_i v_j$ (Μωυσιάδης 2002). Ένα γράφημα προερχόμενο από ένα πραγματικό πολύπλοκο σύστημα το οποίο συνοδεύεται από ποιοτικά ή ποσοτικά χαρακτηριστικά των κορυφών του ή και των ακμών του συνήθως καλείται *δίκτυο* (Newman 2003). Στην παρούσα εργασία οι έννοιες γράφημα, γράφος και δίκτυο χρησιμοποιούνται ισοδύναμα.

Ένα γράφημα ονομάζεται κατευθυνόμενο (direct graph) όταν το σύνολο των ακμών του αποτελείται από διατεταγμένα ζεύγη της μορφής $e_{ij} = (v_i, v_j)$. Αν σε κάθε ακμή (κατευθυνόμενου ή όχι γραφήματος), αντιστοιχηθεί ένας πραγματικός αριθμός, τότε το γράφημα ονομάζεται *σταθμισμένο* (weighted) (Μωυσιάδης 2002).

Ο Πίνακας Συνδέσεων A : $A = (a_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{αν } e_{ij} \in E(G) \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$ αναπαριστά τις συνδέσεις μεταξύ

των κορυφών μη σταθμισμένων δικτύων. Στην περίπτωση σταθμισμένων δικτύων ορίζεται ο

Σταθμισμένος Πίνακας Συνδέσεων W : $W = (w_{ij}) = \begin{cases} x \in \mathbb{R} \text{ και } e_{ij} \in E(G) \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$

2.2 ΓΕΙΤΟΝΕΣ ΚΟΡΥΦΗΣ-ΒΑΘΜΟΣ

Δύο κορυφές ενός δικτύου ονομάζονται *γείτονες* (neighbors) εάν υπάρχει ακμή που τις συνδέει. *Προσπίπτουσες ακμές* ονομάζονται οι ακμές με άκρο μια κορυφή v . Το σύνολο όλων των προσπίπτουσών ακμών της κορυφής v καλείται *βαθμός* της v και συμβολίζεται με $\delta_G(v)$. Ο *ελάχιστος βαθμός* των κορυφών ενός γραφήματος G συμβολίζεται με $\delta(G) = \min_{v_i \in V(G)} \{\delta_G(v_i)\}$ και ο *μέγιστος βαθμός* με $\Delta(G) = \max_{v_i \in V(G)} \{\delta_G(v_i)\}$. Ισχύει $\delta(G) \leq \Delta(G)$.

Εάν το γράφημα είναι κατευθυνόμενο τότε για κάθε κορυφή v ορίζεται ως *Εξω-βαθμός*, $d_{out}(v)$ ή d_v^{out} ή k_v^{out} , το πλήθος των ακμών που έχουν ως αρχή την v , και ως *Εσω-βαθμός*, $d_{in}(v)$ ή d_v^{in} ή k_v^{in} , το πλήθος των ακμών που έχουν ως πέρασ την v (Μωυσιάδης 2002).

2.3 ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ-ΚΥΚΛΟΙ-ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΤΗΤΑ

Περίπατος (walk ή chain) ονομάζεται μία ακολουθία διαδοχικών κορυφών μαζί με τις ακμές που τις συνδέουν, δηλαδή η ακολουθία της μορφής $v_1 \{v_1, v_2\} v_2 \{v_2, v_3\} v_3 \{v_3, v_4\} \dots \{v_{n-1}, v_n\} v_n$. *Διαδρομή* (trail) καλείται ένας περίπατος του οποίου όλες οι ακμές (όχι αναγκαστικά οι κορυφές) είναι διαφορετικές. Ένας περίπατος του οποίου όλοι οι κόμβοι είναι διαφορετικοί, ονομάζεται *μονοπάτι* (path). *Κλειστός περίπατος*, *κλειστή διαδρομή* ή *κύκλος* (cycle) λέγεται η περίπτωση όπου το πρώτη κορυφή συμπίπτει με την τελευταία, δηλαδή αν $v_n = v_1$.

Βρόγχος (loop) καλείται η ακμή που συνδέει μια κορυφή με τον εαυτό της. Αν για όλα τα ζεύγη κορυφών μέσα στο γράφημα υπάρχει τουλάχιστον ένα μονοπάτι που τα συνδέει τότε το γράφημα ονομάζεται *συνδεδεμένο* αλλιώς ονομάζεται *ασύνδετο*.

2.4 ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Το πλήθος των ακμών ενός περίπατου καλείται *μήκος* (length). Το μονοπάτι με το μικρότερο μήκος που συνδέει δύο κορυφές, λέγεται *γεωδαισιακό μονοπάτι* (geodesic path) (Newman 2003, Bondy and Murty 2008) και το πλήθος των ακμών του *γεωδαισιακή* (geodesic distance) ή απλά *απόσταση*. Δηλαδή, ως *απόσταση* (distance) δύο κόμβων $i, j \in V(G)$ ορίζεται το μήκος ενός γεωδαισιακού μονοπατιού μεταξύ των i, j (Newman 2003, Bondy and Murty 2008) και συμβολίζεται με d_{ij} . Η απόσταση d_{ij} ικανοποιεί τις ιδιότητες της ευκλείδεια απόστασης, δηλαδή για οποιεσδήποτε τρεις κορυφές $i, j, k \in V(G)$ ενός συνδετικού γραφήματος ισχύουν: $d_{ij} \geq 0$, $d_{ij} = 0 \Leftrightarrow i \equiv j$ και $d_{ik} + d_{kj} \geq d_{ij}$ (τριγωνική ανισότητα).

Η *διάμετρος* (diameter) ορίζεται ως το μήκος της μεγαλύτερης γεωδαισιακής στο γράφημα G , δηλαδή της μέγιστης απόστασης μεταξύ δύο οποιωνδήποτε κορυφών του γραφήματος και συμβολίζεται $d(G)$, (Μωυσιάδης 2002).

Σε αρκετές μελέτες, όπως και στην παρούσα, η απόσταση υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον Σταθμισμένο Πίνακα Συνδέσεων.

2.5 ΥΠΟΓΡΑΦΗΜΑ-ΔΕΝΔΡΟ-ΚΛΙΚΑ-ΚΟΡΥΦΗ ΤΟΜΗ & BI-COMPONENT

Ως *υπογράφημα* (subgraph), ενός γραφήματος $G(V, E)$, ορίζεται το $G'(V', E')$ για το οποίο ισχύει ότι το V' είναι υποσύνολο του V και το E' είναι υποσύνολο του E τέτοιο ώστε οι ακμές που περιέχει να συνδέουν κορυφές του συνόλου V' (Gross and Yellen 2004). Εάν το E' περιέχει όλες τις ακμές του $G(V, E)$ που συνδέουν τις κορυφές του V' , το $G' = (V', E')$ καλείται *φέρων υπογράφημα* (induced subgraph). Αν τα σύνολα V και V' ταυτίζονται ενώ το E' είναι γνήσιο υποσύνολο του E τότε ορίζεται ένα *υπογράφημα ζεύξης* του G (spanning subgraph). Ένα συνδετικό απλό γράφημα n κορυφών χωρίς κύκλους συμβολίζεται με T_n , και ονομάζεται *δένδρο* (tree). Το πλήθος των ακμών του είναι ίσο με $n-1$ (Μωυσιάδης 2002).

Επίπεδο (planar) γράφημα καλείται ένα γράφημα όταν μπορεί να σχεδιαστεί στο επίπεδο χωρίς οι ακμές του να τέμνονται. *Κλίκα* (Clique) ή αλλιώς *Πλήρες Γράφημα* (complete graph)

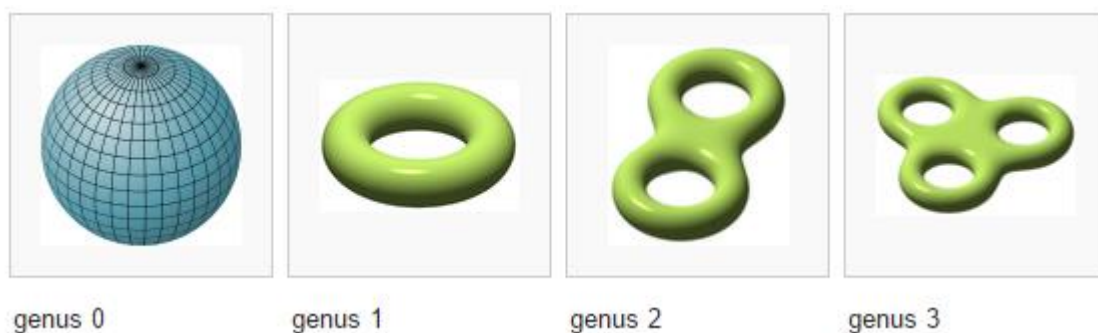
ονομάζεται κάθε απλό γράφημα n κορυφών στο οποίο υπάρχει ακμή μεταξύ κάθε ζεύγους κορυφών και συμβολίζεται με K_n . Έτσι η κλίκα K_n περιέχει όλες τις $\binom{n}{2} = \frac{(n-1)n}{2}$ ακμές (Μωυσιάδης 2002).

Ένα μέγιστο συνδετικό υπογράφημα με τουλάχιστον τρεις κορυφές, το οποίο δεν περιέχει σημεία τομής ονομάζεται *Bi-component* (De Nooy, Mrvar et al. 2011). Ένα σημείο τομής συνδέει πάντα διαφορετικά Bi-component.

2.6 ΓΕΝΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Το γένος (genus) μίας συνδεδεμένης *προσανατολιζόμενης επιφάνειας* (orientable surface) ορίζεται ως ένας ακέραιος αριθμός που αντιπροσωπεύει το μέγιστο αριθμό των κομμένων κατά μήκος μη τεμνόμενων απλών καμπυλών χωρίς να καθιστά το προκύπτον πολύπλευρο μη-συνδεδεμένο. Ισούται, δηλαδή, με τον μέγιστο αριθμό των ανεξάρτητων λαβών-χερουλιών (handles) που υπάρχουν σε κάθε επιφάνεια, η οποία μπορεί να ληφθεί από μια σφαίρα προσθέτοντας αυτές τις λαβές ή αλλιώς κάθε επιφάνεια που δεν περιέχει καμία λωρίδα του Mobius (Mobius band). Το γένος συμβολίζεται με g και η επιφάνεια S_g (Rosen 1999).

Στην Θεωρία Γράφων το γένος g ενός συνδετικού γραφήματος είναι ο ελάχιστος ακέραιος n , τέτοιος ώστε το γράφημα να μπορεί να σχεδιαστεί χωρίς να διασταυρώνονται οι ακμές του σαν μία σφαίρα με n λαβές. Τα επίπεδα γραφήματα είναι γένους 0, επειδή μπορούν να σχεδιαστούν σε σφαίρα χωρίς να τέμνονται.



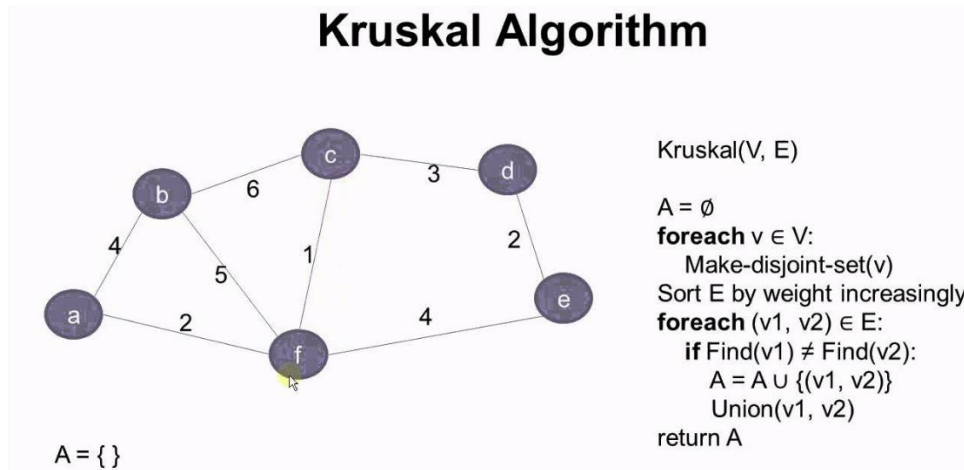
Εικόνα 1: Γένος προσανατολισμένων επιφανειών (Wikipedia).

2.7 ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΔΕΝΔΡΟ ΖΕΥΞΗΣ

Δέντρο είναι ένα γράφημα n κορυφών με $n-1$ ακμές. Τα δέντρα είναι γραφήματα συνδετικά χωρίς κύκλους ενώ οποιεσδήποτε κορυφές τους συνδέονται μέσω ενός μοναδικού μονοπατιού. Η ένωση ξένων μεταξύ τους δέντρων αποτελεί ένα γράφημα που ονομάζεται δάσος.

Ένα χρήσιμο εργαλείο το οποίο έχει καθιερωθεί για την ανάλυση δικτύων χρηματιστηριακών μετοχών από πολλούς ερευνητές (Mantegna 1999, Tumminello, Aste et al. 2005, You, Fiedor et al. 2015) είναι το ελάχιστο δένδρο ζεύξης (ΕΔΖ). Για την κατασκευή του ΕΔΖ χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος του Kruskal. Αρχικά, ταξινομούνται τα μη διαγώνια στοιχεία του πίνακα απόστασης D σε αύξουσα σειρά. Το ΕΔΖ δημιουργείται συνδέοντας σταδιακά τα στοιχεία του ταξινομημένου, πλέον, πίνακα απόστασης ως μία γραφική ακολουθία η οποία χαρακτηρίζεται από την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των μετοχών. Ξεκινώντας από το ζευγάρι των μετοχών με την ελάχιστη απόσταση, προστίθενται ζευγάρια μετοχών με την επόμενη μεγαλύτερη απόσταση έτσι ώστε να μην δημιουργείται κύκλος. Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία για τις $n(n-1)/2$ σταθμισμένες με την απόσταση ακμές θα δημιουργηθεί το ΕΔΖ (Mantegna 1999, Tumminello, Aste et al. 2005).

Το ΕΔΖ θεωρείται ένα σημαντικό εργαλείο για την ανάλυση ενός πολύπλοκου συστήματος μετοχών καθώς παρέχει τις σημαντικότερες σχέσεις μεταξύ των μετοχών περιγράφοντας όμως με συλλογικό τρόπο την συνολική συμπεριφορά του δικτύου (Aste, Di Matteo et al. 2005). Έτσι το ΕΔΖ αποτελεί το πρώτο βήμα ιεράρχησης της πληροφορίας για το Πλήρες Δίκτυο που προκύπτει από τον Πίνακα της Αμοιβαίας Πληροφορίας μεταξύ των μετοχών. Η κατασκευή του ΕΔΖ αποτελεί μία εύκολη διαδικασία, χρήζει όμως προσοχής αφού κάποιες αποστάσεις παραλείπονται ώστε να μην δημιουργηθούν κύκλοι στο γράφημα καταλήγοντας σε μία διαφορετική ιεράρχηση από την αρχική.



Εικόνα 2: Ο αλγόριθμος για την κατασκευή του ΕΔΖ (Wikipedia).

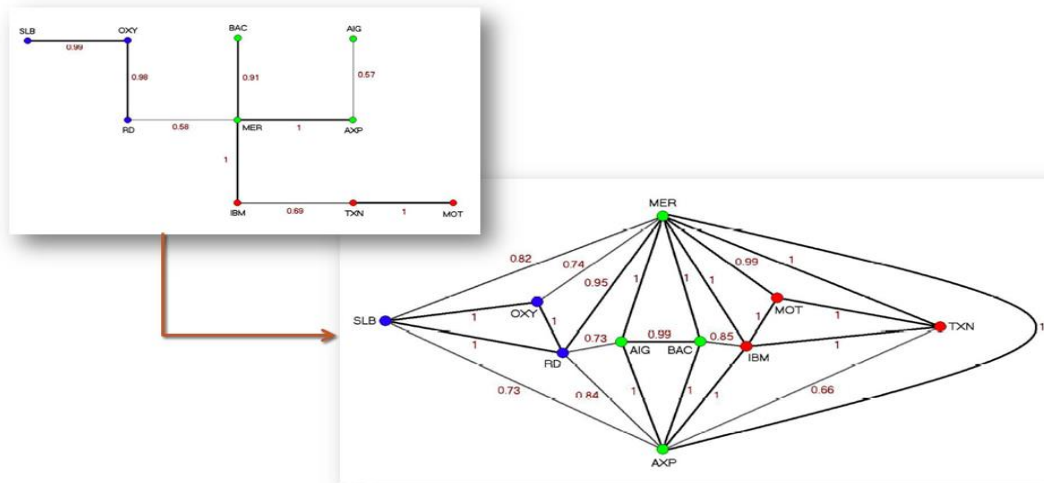
2.8 ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΓΙΣΤΑ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΟ ΓΡΑΦΗΜΑ

Λόγω της μεγάλης απώλειας της πληροφορίας στον υπολογισμό του ΕΔΖ παρουσιάστηκε η ανάγκη για μία λιγότερο δραστική διαδικασία φιλτραρίσματος. Έτσι, το 2005 οι M. Tumminello, T. Aste, T. Di Matteo, R.N. Mantegna εισήγαγαν ένα νέο εργαλείο για το φιλτράρισμα πολύπλοκων συνόλων δεδομένων το οποίο αντιστοιχεί σε ένα νέο υπογράφημα με αντιπροσωπευτικές ακμές. Τα φιλτραρισμένα γραφήματα παρέχουν μια ιεραρχική οργάνωση με μεγαλύτερη ποσότητα πληροφορίας για την εσωτερική τους δομή από ότι το ΕΔΖ. Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί το επίπεδο μέγιστα φιλτραρισμένο γράφημα (ΕΜΦΓ). Μια συγκεκριμένη περίπτωση των φιλτραρισμένων γραφημάτων με γένος 0 (για να διατηρηθεί η επιπεδότητα) και τα οποία επιτρέπουν κλίκες των 4 και βρόγχους.

Για την διαδικασία του υπολογισμού του ΕΜΦΓ συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson ως μέτρο ομοιότητας, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η Αμοιβαία Πληροφορία και ο μετασχηματισμός της σε απόσταση. Τοποθετούνται σε φθίνουσα σειρά οι τιμές της απόστασης με τις οποίες σταθμίζονται οι ακμές του πλήρους δικτύου. Όπως και στο ΕΔΖ δύο κορυφές συνδέονται με τη ακμή ελάχιστου βάρους, με βάση την τοπολογική συνθήκη ότι το γένος είναι ίσο με 0. Έτσι, δημιουργείται ένα απλό μη κατευθυνόμενο συνδεδεμένο γράφημα γένους 0, δηλαδή ένα επίπεδο γράφημα.

Το ΕΜΦΓ αποτελεί την πρώτη επέκταση του ΕΔΖ επιτρέποντας την ύπαρξη σε κλίκες μέχρι μεγέθους 4 και βρόγχους. Η βασική διαφορά τους είναι στο πλήθος των ακμών καθώς το ΕΜΦΓ

αποτελείται από $3(n-2)$ ενώ το ΕΔΖ όπως ήδη αναφέρθηκε αποτελείται από $(n-1)$. Η κάλυψη του επιπέδου με κλίκες των 4 και των 3, παρότι αποκαλύπτουν επιπλέον ιδιότητες των κορυφών ως προς το διαχωρισμό τους σε κοινότητες με όμοια οικονομικά χαρακτηριστικά που συνδυάζονται είτε με οικονομικούς κλάδους είτε με πραγματικά γεγονότα (Aste, Di Matteo et al. 2005), θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή (Birch, Pantelous et al. 2016).



Εικόνα 3: Σχέση ΕΔΖ με το ΕΜΦΓ

3. ENTROPIA ΚΑΙ ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Η Εντροπία αποτελεί μία θεμελιώδης ποσότητα χρήσιμη σε αρκετούς τομείς, όπως στη Φυσική, στη Στατιστική, στη Κρυπτογραφία αλλά και στη Πληροφορική, τις Νευροεπιστήμες κ.α. (Strong, Koberle et al. 1998, Yeo and Burge 2004).

Στη Θεωρία πιθανοτήτων και την Θεωρία Πληροφορίας η Αμοιβαία Πληροφορία είναι ένα μέτρο μεταξύ δύο τυχαίων μεταβλητών που υπολογίζει την αμοιβαία εξάρτηση μεταξύ τους. Συγκεκριμένα υπολογίζει την «ποσότητα της πληροφορίας» που παρατηρείται σε μία τυχαία μεταβλητή μέσω της άλλης τυχαίας μεταβλητής.

Η έννοια της Αμοιβαίας Πληροφορίας συνδέεται άμεσα με την έννοια της Εντροπίας. Δεν περιορίζεται όπως ο συντελεστής συσχέτισης. Η Αμοιβαία Πληροφορία είναι πιο γενική έννοια. Καθορίζει πόσο παρόμοια είναι η κοινή κατανομή $p(X,Y)$ με τον πολλαπλασιασμό του συντελεστή οριακής κατανομής $p(X)p(Y)$. Η πιο κοινή μονάδα μέτρησης είναι το bit.

Η Εντροπία χρησιμοποιείται στη Θεωρία Γράφων και έχουν γίνει αρκετές μελέτες σε Χρηματιστηριακά δεδομένα με την χρήση της εντροπίας και της Αμοιβαίας Πληροφορίας

3.1 ENTROPIA

Η Εντροπία έχει αρκετές ερμηνείες, στη παρούσα εργασία θα αναφέρεται η Εντροπία όπως εισήχθει από τον Shannon το 1948 σε μία προσπάθεια ποσοτικοποίησης της πληροφορίας. Θα δοθούν μερικές ερμηνείες:

1. Είναι η αναμενόμενη (μέση) τιμή της μνήμης που χρειάζεται για να κωδικοποιηθεί ένα μήνυμα (Shannon 1948). Η Εντροπία του Shannon επιτρέπει την εκτίμηση του ελάχιστου αριθμού από bits που χρειάζονται για την κωδικοποίηση μιας σειράς συμβόλων.
2. Η Εντροπία είναι μία εκτίμηση της μη προβλεψιμότητας των μηνυμάτων. Όσο πιο απίθανο είναι ένα γεγονός, τόσο περισσότερη πληροφορία θα λαμβάνεται αν συμβαίνει (Shannon 1948).

3. Η Εντροπία είναι μια εκτίμηση της αβεβαιότητας για το αποτέλεσμα της παρατήρησης μιας τυχαίας μεταβλητής (Shannon 1948). Μπορεί δηλαδή να περιγραφεί ως την «ποσότητα της έκπληξης που κάποιος νιώθει διαβάζοντας το αποτέλεσμα μίας μέτρησης» (Shannon 1948).

Η εκτίμηση της Εντροπίας περιλαμβάνει αρχικά την εκτίμηση της πιθανότητας. Η εκτίμηση των πιθανοτήτων δεν είναι πάντα εύκολη και συχνά μπορεί να προκύψουν λάθη. Για αυτό το λόγο έχουν προκύψει αρκετοί εκτιμητές για τον υπολογισμό της Εντροπίας (η έρευνα συνεχίζεται).

Η Εντροπία πολλών μεταβλητών η οποία μπορεί να παρατηρηθεί ταυτόχρονα υπολογίζεται από την από κοινού πιθανότητα της κατανομής τους (από κοινού Εντροπία). Ο τύπος της Εντροπίας του Shannon είναι

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2(p(x_i)) \quad (1)$$

Η από κοινού Εντροπία δίνεται από τον τύπο:

$$H(X, Y) = -\sum_x \sum_y p(x, y) \log_2 p(x, y) \quad (2)$$

Όπου $p(x, y)$ είναι η από κοινού κατανομή των δύο τυχαίων μεταβλητών.

Ο κανόνας της αλυσίδας για την Εντροπία αναφέρει ότι η συνολική αβεβαιότητα σχετικά με την τιμή των X και Y είναι ίση με την αβεβαιότητα σχετικά με την X συν την (μέση) αβεβαιότητα σχετικά με την Y όταν X είναι γνωστή.

3.3 ΕΚΤΙΜΗΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ

Ο υπολογισμός της Εντροπίας στην πράξη δεν είναι πάντα εφικτός. Για τον υπολογισμό της χρειάζεται πρώτα να υπολογίσουμε τις εκτιμήσεις των πιθανοτήτων και μετά την Εντροπία (Vu, Yu et al. 2007). Οι εκτιμήσεις των πιθανοτήτων συχνά οδηγούν σε στατιστικά σφάλματα.

Έχουν προταθεί αρκετοί εκτιμητές της Εντροπίας, επειδή η αντικατάσταση των εκτιμητών των εμπειρικών πιθανοτήτων στους τύπους της Εντροπίας δεν πληρούν πάντα τα κριτήρια εκτίμησης (Κολυβά-Μαχαίρα and Μπόρα-Σέντα 1998).

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε ο εκτιμητής Shrinkage (Hausser and Strimmer 2009). Οι οποίοι ανέπτυξαν έναν εκτιμητή James-Stein-type shrinkage, καταλήγοντας σε μία διαδικασία που είναι υψηλής στατιστικής απόδοσης καθώς και υπολογιστικής. Παρόλη την απλότητα του, υπερτερεί μεταξύ άλλων οχτώ διαδικασιών εκτίμησης της εντροπίας σε ένα ευρύ φάσμα σεναρίων δειγματοληψίας και μοντέλων παραγωγής δεδομένων. Η μέθοδος είναι αναλυτική.

Ο συγκεκριμένος εκτιμητής είναι διαθέσιμος στην R στη βιβλιοθήκη infotheo μαζί με άλλους εκτιμητές που έχουν καθοριστεί.

3.2 ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Η εκτίμηση της Εντροπίας για παρατηρούμενα δεδομένα παίζει σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση και άλλων σχετικών μέτρων, όπως είναι η Αμοιβαία Πληροφορία. Η μέση ποσότητα της πληροφορίας που υπάρχει σε δύο μεταβλητές X και Y , η ποσότητα της πληροφορίας που μοιράζονται, ποσοτικοποιείται από την Αμοιβαία Πληροφορία $I(X, Y)$ και ορίζεται (Shannon 1948, Kolmogorov 1968):

$$I(X, Y) = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} p(x, y) \log_2 \left(\frac{p(x, y)}{p(x)p(y)} \right) = H(X) + H(Y) - H(X, Y) \quad (3)$$

Έτσι, για τον υπολογισμό της Αμοιβαίας Πληροφορίας δύο μεταβλητών πρέπει πρώτα να υπολογιστούν οι Εντροπίες και η από κοινού Εντροπία των δύο αυτών μεταβλητών. Και τα δύο αυτά μέτρα, η Εντροπία και η Αμοιβαία Πληροφορία, μετρούνται σε bits αν η βάση του λογαρίθμου είναι 2.

3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ

Όπως ήδη αναφέρθηκε υπάρχει μία εκτενής έρευνα στο τομέα των Χρηματοοικονομικών (Χρηματιστήριο, portfolio κ.α) όπου για την μελέτη γίνεται χρήση της Εντροπίας και της Αμοιβαίας Πληροφορίας (Zhou, Cai et al. 2013). Η Εντροπία μπορεί να είναι ένα σημαντικό

εργαλείο για την επιλογή χαρτοφυλακίου και αποτίμησης. Οι Philippatos και Wilson ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν την έννοια της εντροπίας στην επιλογή χαρτοφυλακίου (Philippatos and Wilson 1972). Η Angelika Sachs μελέτησε τη σταθερότητα του χρηματοπιστωτικού συστήματος και τη δομή των διατραπεζικών ανοιγμάτων εντός του συστήματος τα οποία υπολόγισε με την εντροπία (Memmel, Sachs et al. 2012).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για την κατανόηση της συμπεριφοράς των Χρηματοοικονομικών αγορών. Αυτές οι προσπάθειες κυρίως μελετούν την συσχέτιση των ιεραρχικών δικτύων. Κάτι το οποίο δημιουργεί έκπληξη αφού οι Χρηματοοικονομικές αγορές είναι πολύπλοκα συστήματα και επομένως συμπεριφέρονται με μη- γραμμικό τρόπο, κάτι που έχει εξακριβωθεί με αρκετές μελέτες καθιστώντας αναξιόπιστη την χρήση των συσχετίσεων. Έτσι τα τελευταία χρόνια γίνεται χρήση της Αμοιβαίας Πληροφορίας σε τέτοιου είδους μελέτες η οποία ενσωματώνει την μη γραμμική δυναμική και τις εξαρτήσεις στα ιεραρχικά δίκτυα (Fiedor 2014, You, Fiedor et al. 2015).

4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στην παρούσα διπλωματική, όπως και σε άλλες μελέτες που ασχολούνται με την ανάλυση δικτύων μετοχών, η στατιστική ανάλυση που ακολουθείται όσον αφορά τα δεδομένα βασίζεται στην εκτίμηση των κατανομών των βαθμών, τον υπολογισμό των καθολικών μέτρων, των μέτρων κεντρικότητας, την εύρεση των κοινοτήτων και τη σύγκριση μεταξύ αυτών. Επιπλέον στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής assortativity όπως και ο συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης (intraclass correlation coefficient).

4.1 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

4.1.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Η μέση απόσταση (average distance) ορίζεται ως η μέση τιμή όλων των γεωδαισιακών d_{ij} , γνωστή και ως μέση γεωδαισιακή απόσταση, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$l = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} d_{ij} \quad (4)$$

όπου d_{ij} είναι η σταθμισμένη απόσταση μεταξύ των κόμβων i, j . Αυτός ο ορισμός προϋποθέτει ότι το δίκτυο είναι συνδετικό, αφού σε αντίθετη περίπτωση το άθροισμα αποκλίνει. Έτσι, στο άθροισμα του παραπάνω τύπου χρησιμοποιούνται μόνο συνδεδεμένα ζεύγη κορυφών. Αυτό επιτρέπει την αποφυγή της απόκλισης, αλλά σε περιπτώσεις δικτύων με πολλά ασύνδετα ζεύγη κορυφών το αποτέλεσμα που λαμβάνεται μετά τη χρήση του τύπου δεν είναι αντιπροσωπευτικό. Αφού το αποτέλεσμα θα είναι μία μικρή τιμή για την μέση απόσταση, κάτι το οποίο αναμένεται σε περιπτώσεις με μεγάλο αριθμό συνδέσεων (Costa, Rodrigues et al. 2007).

4.1.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η αποδοτικότητα (global efficiency) προτάθηκε σαν ένα παρόμοιο μέτρο με την μέση απόσταση, με σκοπό να λύσει το πρόβλημα των ασύνδετων ζευγών κορυφών και να τα λαμβάνει όλα υπόψη (Latora and Marchiori 2001). Αυτό επιτεύχθηκε υπολογίζοντας το αντίστροφο των γεωδαισιακών (αρμονικός μέσος όρος):

$$E = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} \frac{1}{d_{ij}} \quad (5)$$

όπου d_{ij} είναι η σταθμισμένη απόσταση μεταξύ των κόμβων i, j . Έτσι μπορούν να υπολογισθούν όλα τα ζευγάρια των κορυφών του δικτύου. Η αποδοτικότητα υπολογίζει την αποτελεσματικότητα του δικτύου να στέλνει πληροφορίες μεταξύ δύο κόμβων, υποθέτοντας ότι αυτή η ικανότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη με την απόστασή τους.

Εύκολα μπορεί να γίνει αντιληπτό ότι ο αρμονικός μέσος των γεωδαισιακών αποστάσεων είναι η αντίστροφη τιμή της αποδοτικότητας $h = \frac{1}{E}$ (Costa, Rodrigues et al. 2007). Τονίζεται όμως ότι αυτός ο τύπος δεν αντικαθιστά την μέση απόσταση.

4.1.3 ΕΥΠΑΘΕΙΑ

Η ευπάθεια (vulnerability) δείχνει τις πιο ευπαθείς κορυφές, είναι ένα μέτρο που βοηθάει στον εντοπισμό των κρίσιμων χαρακτηριστικών ενός δικτύου. Η ευπάθεια ενός κόμβου μπορεί να οριστεί ως η πτώση της απόδοσης του δικτύου αν αφαιρεθεί αυτός ο κόμβος μαζί με όλες τις ακμές του:

$$V_i = \frac{E - E_i}{E} \quad (6)$$

Όπου E είναι η αποδοτικότητα του δικτύου και E_i η αποδοτικότητα του μετά την αφαίρεση της κορυφής i .

Είναι σημαντικό σε ένα δίκτυο να γνωρίζουμε ποια χαρακτηριστικά είναι κύριας σημασίας για την λειτουργία του. Πάντα δίνεται προσοχή στους hubs του δικτύου, δηλαδή στις κορυφές με τους περισσότερους γείτονες. Στην περίπτωση των δέντρων δεν έχουμε hubs, αλλά κύριας σημασίας θεωρούνται οι κορυφές που είναι κοντά στη ρίζα, αυτές δηλαδή με τη μεγαλύτερη ιεραρχία (Gol'dshtein, Koganov et al. 2004).

Επομένως, η σειρά κατανομής των κορυφών με βάση την ευπάθεια σχετίζεται άμεσα με τη θέση τους στην ιεραρχία μέσα στο δίκτυο. Όσο υψηλότερη θέση έχουν τόσο πιο ευάλωτες

θεωρούνται. Η ευπάθεια όλου του δικτύου ισούται με την μέγιστη τιμή της ευπάθειας των κορυφών: $V = \max_i V_i$

4.2 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

Σε ένα δίκτυο πρέπει να είναι γνωστή η σημαντικότητα της κάθε κορυφής και τι ρόλο έχει μέσα στο δίκτυο, αν επηρεάζει τις υπόλοιπες κορυφές, δηλαδή αν έχει κεντρική θέση ή αν είναι περιφερειακός κόμβος. Τα μέτρα κεντρικότητας είναι ένας τρόπος να ποσοτικοποιηθεί η σημαντικότητα του κάθε κόμβου.

4.2.1 ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Η κεντρικότητα ισχύος (strength) είναι ένα πολύ σημαντικό μέτρο για τις ιδιότητες του δικτύου όσον αφορά τα βάρη (Barrat, Barthélemy et al. 2004). Η ισχύς ενός κόμβου ενσωματώνει την πληροφορία που υπάρχει στη συνδεσιμότητα και στη σημαντικότητα των βαρών, της κάθε ακμής, και θεωρείται ως η φυσική γενίκευση της συνδεσιμότητας. Συμβολίζεται με s_i και ο τύπος υπολογισμού της είναι:

$$s_i = \sum_{j \in \gamma(i)} w_{ij} \quad (7)$$

4.2.2 ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ

Η κεντρικότητα εγγύτητας (closeness centrality) είναι η αντίστροφη τιμή της μέσης απόστασης του συντομότερου μονοπατιού από μία κορυφή και όλες τις άλλες κορυφές μέσα στο δίκτυο. Για αυτό όσο πιο κεντρικός είναι ένας κόμβος τόσο πιο κοντά είναι στους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου (Kolaczyk and Csárdi 2014).

$$C(k) = \frac{1}{\sum_{h \in G} d_G(k, h)} \quad (8)$$

Όπου k η κορυφή που μελετάμε και h όλες οι υπόλοιπες.

4.2.3 ΔΙΑΜΕΣΟΤΗΤΑ

Η διαμεσότητα (betweenness centrality) είναι ο αριθμός των φορών όπου μία κορυφή λειτουργεί ως «γέφυρα» μεταξύ των γεωδαισιακών μονοπατιών άλλων κορυφών. Κορυφές οι οποίες έχουν υψηλή πιθανότητα να εμφανιστούν σε ένα τυχαίο γεωδαισιακό μονοπάτι μεταξύ δύο τυχαία επιλεγμένων κορυφών, έχουν υψηλή διαμεσότητα (Freeman 1978, Kolaczyk and Csárdi 2014).

$$C_B(u) = \sum_{s \neq u \neq t} \frac{\sigma_{st}(u)}{\sigma_{st}} \quad (9)$$

Η διαμεσότητα της κορυφής u , με σ_{st} το σύνολο των αριθμών των μικρότερων μονοπατιών από την κορυφή s στην t , και $\sigma_{st}(u)$ είναι ο αριθμός εκείνων των μονοπατιών που περνάνε από την u .

4.2.4 ΙΔΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιδιοκεντρικότητα (eigenvector centrality) είναι ένα μέτρο για την επιρροή μιας κορυφής στο δίκτυο. Τα αποτελέσματα είναι σχετικά για τις κορυφές του δικτύου βασιζόμενα στο γεγονός ότι υψηλά αποτελέσματα κορυφών δείχνουν μεγαλύτερη επιρροή στο δίκτυο (Kolaczyk and Csárdi 2014).

$$C_e(u) = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in \gamma(u)} C_e(t) = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in G} a_{u,t} C_e(t) \quad (10)$$

Όπου $A=(a_{u,t})$ ο πίνακας συνδέσεων, για τον οποίο $a_{u,t}=1$ αν υπάρχει η ακμή από την κορυφή u στη t και $a_{u,t}=0$ αν δεν υπάρχει.

4.3 ASSORTATIVITY

Ο συντελεστής Assortativity υπολογίζει την προτίμηση των κορυφών του δικτύου να συνδέονται με άλλες όμοιες, προς κάποια ιδιότητα, με αυτές κορυφές. Στον υπολογισμό του Assortativity οι θετικές τιμές δείχνουν συνδέσεις κορυφών όμοιων προς κάποια ιδιότητα, οι αρνητικές τιμές δείχνουν συνδέσεις κορυφών ανόμοιων ως προς κάποια ιδιότητα (disassortative) και τέλος για τιμή ίση με το μηδέν δεν υπάρχει κάποια προτίμηση στη σύνδεση (Newman 2003,

Costa, Rodrigues et al. 2007). Στη παρούσα διπλωματική αυτή η ιδιότητα είναι κατά πόσο τείνουν να συνδεθούν μετοχές που προέρχονται από τον ίδιο κλάδο.

Έχει αποδειχθεί ότι ο συντελεστής assortativity εξαρτάται από το είδος των δικτύων, τα κοινωνικά δίκτυα τείνουν να είναι assortative, ενώ τα βιολογικά τείνουν να είναι disassortative (Costa, Rodrigues et al. 2007).

Για δίκτυα με διαφορετικό τύπο ακμών ορίζουμε τον πίνακα E, όπου τα στοιχεία του δείχνουν τον αριθμό των συνδέσεων μεταξύ των κορυφών i και j. Αυτή η ποσότητα κανονικοποιείται με τον ακόλουθο τύπο:

$$\hat{E} = \frac{E}{\|E\|} \quad (11)$$

Επομένως μπορεί να υπολογιστεί η πιθανότητα μία κορυφή τύπου s να έχει ως γείτονα έναν τύπου t.

$$P^{(type)}(t | s) = \frac{\hat{e}_{st}}{\sum_u \hat{e}_{su}} \quad (12)$$

Τονίζεται ότι: $\sum_t P^{(type)}(t | s) = 1$.

Με τις δύο τελευταίες ποσότητες μπορεί να υπολογιστεί η τάση που έχουν οι κορυφές στο δίκτυο να συνδέονται με άλλες του ίδιου τύπου (assortativity). Μπορεί επίσης να οριστεί ο συντελεστής assortativity ως εξής:

$$\hat{Q} = \frac{\sum_s P^{(type)}(s | s) - 1}{N_T - 1} \quad (13)$$

Όπου N_T είναι ο αριθμός των διαφορετικών τύπων κορυφών που υπάρχουν στο δίκτυο. Για τον συντελεστή assortativity ισχύει ότι: $0 \leq \hat{Q} \leq 1$, όπου αν είναι ίσο με 1 το δίκτυο είναι πλήρως assortative, δηλαδή οι κορυφές που συνδέονται είναι μόνο ίδιου τύπου, ενώ αν είναι ίσο με 0 οι κορυφές συνδέονται με τυχαίο τρόπο.

Ένα πρόβλημα που εντοπίζεται σε αυτόν τον τύπο είναι ότι όλες οι κορυφές θεωρούνται ισάξιες ανεξάρτητα με τον αριθμό των κορυφών του τύπου, για να λυθεί αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$Q = \frac{Tr\hat{E} - \|\hat{E}^2\|}{1 - \|\hat{E}^2\|} \quad (14)$$

4.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Πολλά μέτρα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μελέτη συμπεριφορών περιλαμβάνουν σφάλματα. Τα σφάλματα μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την στατιστική ανάλυση και την ερμηνεία. Είναι σημαντικό να υπολογιστεί το μέγεθος αυτών μέσω δεικτών αξιοπιστίας (reliability indices). Αρκετοί από αυτούς του δείκτες μπορούν να θεωρηθούν ως περιπτώσεις της ενδοκατηγορικής συσχέτισης (Shrout and Fleiss 1979).

Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης που αν εφαρμοστούν δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα. Οι S.P. Shrout και L.J. Fleiss το 1979 παρουσίασαν 6 διαφορετικές παραλλαγές του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης. Το βασικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συντελεστή στηρίζεται σε k κριτές που βαθμολογούν n άτομα. Οι προϋποθέσεις που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο θα λειτουργήσουν οι κριτές καθώς και τον τρόπο με τον οποίο κρίνονται τα άτομα καθορίζουν τον μαθηματικό τύπο υπολογισμού του συντελεστή. Το μαθηματικό μοντέλο βασίζεται στο μοντέλο ανάλυσης διασποράς:

$$x_{ij} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ij} \quad (15)$$

Όπου x η «εκτίμηση» από τον i κριτή στο j άτομο, μ είναι ο γενικός μέσος των εκτιμήσεων, b_j είναι η επίδραση του παράγοντα κριτή, a_i είναι η επίδραση του παράγοντα άτομο που κρίνεται, $(ab)_{ij}$ είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ του i -κριτή και του j -ατόμου και e_{ij} είναι το τυχαίο σφάλμα στη βαθμολόγηση του i κριτή στον j .

4.5 ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Σε πολλά πραγματικά δίκτυα υπάρχει τόσο μεγάλος όγκος δεδομένων που γίνεται αναγκαία η απλοποίηση της δομής τους ώστε να εξαχθούν σημαντικές πληροφορίες. Η μέθοδος για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι η εύρεση κοινοτήτων. Οι κοινότητες, δηλαδή, αποτελούν ένα

πιο γενικό τρόπο χαρακτηρισμού των κορυφών σε σχέση με τα μέτρα κεντρικότητας. Οι κοινότητες δημιουργούνται με βάση την εύρεση κορυφών που έχουν πυκνές συνδέσεις μεταξύ τους. Έχουν αναπτυχθεί αρκετοί αλγόριθμοι για τον εντοπισμό τους (Fortunato 2010).

4.5.1 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ INFOMAP

Ο αλγόριθμος Infomap εισάχθηκε από τους M. Rosvall και C.T. Bergstrom (Rosvall and Bergstrom 2008). Σε αυτόν τον αλγόριθμο η διαδικασία για την εύρεση κοινοτήτων επιτυγχάνεται με την συμπίεση της περιγραφής της ροής των πληροφοριών μέσα στο δίκτυο (Lancichinetti and Fortunato 2009). Αρχικά, πρέπει να περιγραφεί η πορεία μίας τυχαίας διαδρομής στο δίκτυο, έτσι ώστε σημαντικές δομές να έχουν μοναδικό όνομα. Στη συνέχεια, μία βασική προσέγγιση είναι να δοθεί ένα μοναδικό όνομα σε κάθε κόμβο του δικτύου, για να επιτευχθεί αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο κώδικας του Huffman. Έπειτα, δίνεται περιγραφή δύο επιπέδων του τυχαίου περίπατου, στην οποία μεγάλες συστάδες λαμβάνουν μοναδικά ονόματα αλλά τα ονόματα των κορυφών μέσα στις συστάδες επαναλαμβάνονται. Τέλος, γίνεται αναφορά μόνο στα ονόματα της ενότητας και όχι στις θέσεις μέσα στις ενότητες, και έτσι παρέχεται μία βέλτιστη συμπίεση του δικτύου (Rosvall and Bergstrom 2008, Rosvall, Axelsson et al. 2009).

4.5.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΕΥΡΕΣΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

Όπως ήδη αναφέρθηκε υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι για την εύρεση κοινοτήτων. Οι A. Lancichinetti και S. Fortunato το 2009 δημοσίευσαν μία εργασία στην οποία συγκρίνουν διάφορους τέτοιους αλγορίθμους, μεταξύ αυτών και ο Infomap. Οι αλγόριθμοι εξετάστηκαν πάνω σε τυχαία γραφήματα και GN και LFR benchmarks.

Σαν αποτέλεσμα της ανάλυσής, τρεις αλγόριθμοι από τους Rosvall και Bergstrom, Blondel et al. και Ronhovde και Nussinov, αντίστοιχα, είχαν εξαιρετική απόδοση, με το πρόσθετο πλεονέκτημα της χαμηλής υπολογιστικής πολυπλοκότητας, η οποία επιτρέπει την ανάλυση μεγάλων συστημάτων (Lancichinetti and Fortunato 2009). Ο Infomap ήταν ένας από αυτούς.

4.5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

Έχουν αναπτυχθεί αρκετά μέτρα για τη σύγκριση των κοινοτήτων μεταξύ τους μετά τον εντοπισμό τους. Τα μέτρα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη παρούσα διπλωματική είναι τα εξής

τρία, η διακύμανση της πληροφορίας (variation of information), η κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία (normalized mutual information), και ο adjusted Rand Index.

Η διακύμανση της πληροφορίας προτάθηκε ως ένα κριτήριο το οποίο μετράει την ποσότητα της πληροφορίας (στηρίζεται στην εντροπία) η οποία χάθηκε από τη C και αποκτήθηκε από τη C' με την αλλαγή από την ομαδοποίηση (κοινότητα) C στη C' . Στη πράξη αυτό το μέτρο είναι θετικό, συμμετρικό και ικανοποιεί την τριγωνική ανισότητα, είναι δηλαδή μια μετρική στο χώρο της ομαδοποίησης (Meilă 2003, Wagner and Wagner 2007). Στη παρούσα διπλωματική υπολογίζεται η τιμή $1 - v_i$. Έτσι εάν η τιμή αυτού του μέτρου ισούται με 1 οι κοινότητες είναι όμοιες.

Η κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία χρησιμοποιήθηκε με σκοπό να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του συνδυασμού πολλαπλών ομαδοποιήσεων από ένα σύνολο αντικειμένων σε μία ενιαία ενοποιημένη ομαδοποίηση χωρίς να γίνει πρόσβαση σε αλγόριθμους που καθορίζουν αυτές τις ομαδοποιήσεις (Strehl and Ghosh 2002, Wagner and Wagner 2007). Πρακτικά αυτό το μέτρο δείχνει πόσο κοινή είναι η πληροφορία που παρέχεται μέσα από τις κοινότητες. Οι κοινότητες είναι ανόμοιες εάν η τιμή της είναι 0 και όμοιες εάν η τιμή της είναι 1.

Ο Rand Index δημιουργήθηκε λόγω τυπικών προβλημάτων ταξινόμησης στα οποία το αποτέλεσμα του σχεδίου ταξινόμησης πρέπει να συγκριθεί με μία σωστή ταξινόμηση. Το πιο κοινό μέτρο για αυτό το πρόβλημα υπολογίζει το κλάσμα των σωστά ταξινομημένων στοιχείων (αντίστοιχα και των λάθους) σε σχέση με όλα τα στοιχεία. Η σύγκριση δύο ομαδοποιήσεων ήταν απλά μια φυσική επέκταση αυτού του προβλήματος η οποία έχει μια αντίστοιχη επέκταση, αντί να υπολογίζονται αυτόνομα στοιχεία, υπολογίζονται σωστά ταξινομημένα ζεύγη στοιχείων. Ο adjusted Rand index είναι η κανονικοποιημένη διαφορά του Rand Index με την αναμενόμενη τιμή του κάτω από τη μηδενική υπόθεση, υπερ-γεωμετρική κατανομή: δύο ομαδοποιήσεις επιλέγονται τυχαία με σταθερό αριθμό κοινοτήτων και σταθερό αριθμό στοιχείων μέσα στις κοινότητες (ο αριθμός των κοινοτήτων μέσα στις δύο ομαδοποιήσεις δεν πρέπει να είναι ίδιος) (Rand 1971, Wagner and Wagner 2007). Εάν η τιμή αυτού του δείκτη είναι 0 τότε έχουμε ανεξάρτητες κοινότητες, ενώ εάν η τιμή του είναι 1 οι κοινότητες είναι όμοιες, μπορεί να εμφανίσει και αρνητικές τιμές. Αυτό το μέτρο δεν θεωρείται πάντα αξιόπιστο λόγω της υπόθεσης ότι ακολουθείται η υπερ-γεωμετρική κατανομή.

5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Οικονομικά δίκτυα είναι οποιαδήποτε συλλογή εταιρειών, τραπεζών, και χρηματοοικονομικών συναλλαγών με ακμές μεταξύ των οντοτήτων, οι οποίες αναπαριστούν σχέσεις. Οι αγορές θεωρούνται δομημένα δίκτυα. Τα τελευταία χρόνια στην προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς των χρηματοπιστωτικών αγορών, έχουν αναπτυχθεί πολλά εργαλεία για την μελέτη αυτής της συμπεριφοράς σε διάφορες χρηματιστηριακές αγορές (όπως είναι της Σανγκάης, της Νέας Υόρκης, της Βραζιλίας κ.α.) (Tabak, Serra et al. 2010, You, Fiedor et al. 2015). Η εξέλιξη του χρόνου των αποδόσεων των μετοχών είναι περιγράφεται μέσα από μία τυχαία διαδικασία.

5.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΟΧΩΝ

Πρώτος ο Mantegna το 1999, ανέφερε ότι υπάρχει μία ιεραρχική δομή μεταξύ των μετοχών μιας χρηματοπιστωτικής αγοράς μελετώντας τις χρονοσειρές των λογαριθμικών τιμών των μετοχών. Δημιούργησε το δίκτυο των μετοχών ξεκινώντας από τον πίνακα συσχετίσεων μεταξύ όλων των ζευγαριών των μετοχών και τον μετέτρεψε σε πίνακα απόστασης. Στην συνέχεια, υπολόγισε το ΕΔΖ το οποίο θεώρησε ότι θα αποδώσει την σημαντικότερη πληροφορία όσον αφορά την μετοχές, λαμβάνοντας υπόψιν μόνο τις σημαντικότερες συνδέσεις (Mantegna 1999).

Στην συνέχεια, ο Tumminello το 2005 εισήγαγε ένα νέο εργαλείο για την μελέτη των δικτύων των μετοχών το ΕΜΦΓ. Το οποίο περιέχει πάντα το ΕΔΖ, και θεωρήθηκε ότι δίνει μία καλύτερη πληροφορία για το πραγματικό δίκτυο συγκριτικά με το ΕΔΖ (Tumminello, Aste et al. 2005).

Τέλος, γύρω στο 2014 ο Fiedor ανέφερε ότι οι χρηματιστηριακές αγορές παρουσιάζουν χαοτικές συμπεριφορές. Οι οποίες παρατηρούνται μέσα από δυναμικά συστήματα που είναι ή μη γραμμικά ή άπειρης διάστασης. Έτσι η μελέτη τους θα έπρεπε να περιλαμβάνει ένα μέτρο πιο αντικειμενικό από το συντελεστή συσχέτισης, ο οποίος λαμβάνει υπόψιν μόνο γραμμικές συσχετίσεις, κάτι το οποίο σπάνια υφίσταται στον πραγματικό κόσμο. Έτσι εφάρμοσε τα παραπάνω εργαλεία ξεκινώντας από την Αμοιβαία Πληροφορία, και σύγκρινε τα αποτελέσματα με αυτά που είχαν δημιουργηθεί με τα ίδια γραφήματα ξεκινώντας από τον συντελεστή συσχέτισης (Fiedor 2014).

5.2 ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΜΕΤΟΧΩΝ

Ως χρονοσειρά $\{x_t\}_{t=1}^n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ορίζεται μια ακολουθία αριθμών η οποία αναπαριστά την εξέλιξη ενός φαινομένου μέσα στο χρόνο. Μια χρονοσειρά, μήκους n με τιμές $x_1, \dots, x_n$ οι οποίες είναι τυχαίες μεταβλητές, είναι η πραγματοποίηση μιας διαδικασίας $\{x_t\}_{t=1}^n$.

Οι τυχαίες μεταβλητές μίας χρονοσειράς που αναπαριστά την εξέλιξη μετοχών είναι οι τιμές των μετοχών σε συγκεκριμένο χρόνο.

5.3 ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ

Ορίζεται ως $P(t)$ η ημερήσια τιμή κλεισίματος μίας μετοχής σε χρόνο t (ημέρα). Με την οποία υπολογίζεται η λογαριθμική απόδοση των μετοχών μεταξύ δύο συνεχόμενων τιμών:

$$r(t) = \ln \frac{P(t + \Delta t)}{P(t)} = \ln P(t + \Delta t) - \ln P(t) = \ln P(1 + D(t)) \quad (17).$$

Οι λογαριθμικές αποδόσεις είναι το πιο συνηθισμένο μέτρο για την μελέτη των τιμών των μετοχών. Στην παρούσα διατριβή θα οριστούν οι λογαριθμικές αποδόσεις με την βοήθεια των οποίων θα συνεχιστεί η ανάλυση.

5.4 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΜΕΤΟΧΩΝ

Συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ο γραμμικός συντελεστής συσχέτισης του Pearson για τη μελέτη της συσχέτισης στο χρόνο ανάμεσα σε δύο μετοχές i και j . Καθώς όμως ο χώρος των αγορών θεωρείται χαοτικός, ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson, ο οποίος λαμβάνει υπόψιν μόνο γραμμικές συσχετίσεις δεν είναι κατάλληλος. Αντίθετα, η χρήση της Αμοιβαίας Πληροφορίας ως μέτρο συσχέτισης δεν παρουσιάζει την προηγούμενη δέσμευση. Η Αμοιβαία Πληροφορία μπορεί να υπολογιστεί για τα ζεύγη των μετοχών μέσω των λογαριθμικών αποδόσεων όπως δίνονται από την Εξίσωση 18. Η *λογαριθμική απόδοση* (logarithmic return) μίας μετοχής i τη χρονική στιγμή t ορίζεται ως

$$r_i(t) = \ln P_i(t) - \ln P_i(t-1) \quad (18),$$

όπου το $P_i(t)$ αναφέρεται στην τιμή κλεισίματος της μετοχής i τη χρονική στιγμή t . Το διάνυσμα r_i έχει ως συνιστώσες του τις λογαριθμικές αποδόσεις μιας μετοχής μεταξύ διαδοχικών ημερών.

Η Αμοιβαία Πληροφορία ορίζεται ως

$$I(r_i, r_j) = H(r_i) + H(r_j) - H(r_i, r_j) \quad (19)$$

και ο $N \times N$ πίνακας που προκύπτει είναι συμμετρικός. Στη συνέχεια υπολογίζεται η κανονικοποιημένη Αμοιβαία Πληροφορία για την οποία τιμή ίση με 0 ερμηνεύεται ως ανεξαρτησία μεταξύ ενός ζεύγους μετοχών ενώ τιμή ίση με το 1 ως ντετερμινιστική εξάρτηση.

5.5 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΜΟΙΒΑΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Μέσω της Αμοιβαίας Πληροφορίας κατασκευάζεται η συνάρτηση απόστασης, για την παραγωγή πληροφοριών για τις μετοχές. Η συνάρτηση απόστασης ικανοποιεί τα Αξιώματα της Ευκλείδειας Μετρικής.

Η μετατροπή της κανονικοποιημένης Αμοιβαίας Πληροφορίας σε απόσταση (You, Fiedor et al. 2015) δίνεται από την παρακάτω εξίσωση

$$d_{ij} = \frac{H(r_i, r_j) - I(r_i, r_j)}{H(r_i, r_j)} \quad (20).$$

Από τη χρήση της Εξίσωσης 20 προκύπτει ο $N \times N$ Πίνακας Αποστάσεων D .

5.6 ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Είναι αναγκαία η χρήση χρονικών παραθύρων για την ανάλυση των μετοχών καθώς λόγω της γρήγορης εξέλιξης των χρηματιστηριακών αγορών δεν θεωρείται αξιόπιστη η χρήση μεγάλου χρονικού διαστήματος για την περιγραφή της συμπεριφοράς τους.

Έστω $T = 1, \dots, M$, τα χρονικά παράθυρα πλήθους M . Το μήκος του κάθε παραθύρου, περιέχει το αντίστοιχο πλήθος των δεδομένων που υπάρχουν ενώ ο χρόνος t μπορεί να αναφέρεται σε λεπτά, ώρες, μέρες κλπ. Για κάθε παράθυρο που σχηματίζεται μπορούν να

δημιουργηθούν, με τα δεδομένα που αντιστοιχούν σε αυτό, τα δίκτυα και στη συνέχεια να μελετηθούν από τον ερευνητή.

Τέλος, τα παράθυρα μπορεί να είναι με επικάλυψη ή χωρίς. Στην περίπτωση χωρίς επικάλυψη αν θέλουμε 60 παρατηρήσεις σε κάθε παράθυρο θα ξεκινήσουμε από την 1 μέχρι την 60, στο δεύτερο παράθυρο από την 61 μέχρι την 120 κτλ.. Ενώ στην περίπτωση της επικάλυψης θα ξεκινήσουμε από την 1 μέχρι την 60, στο δεύτερο παράθυρο θα αρχίσουμε από την 2 μέχρι την 61 κτλ. έως ότου χρησιμοποιήσουμε όλο το δείγμα. Σε αυτήν την περίπτωση το πλήθος των παραθύρων θα είναι διαφορετικό ενώ το μήκος θα παραμείνει ίδιο.

6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ Χ.Α.Α ΑΠΟ ΤΟ 2007 ΩΣ ΤΟ 2011

6.1 ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα δεδομένα της παρούσας διατριβής αναφέρονται σε 166 μετοχές του Χ.Α.Α, για τις οποίες έχουν καταγραφεί 1000 ημερήσιες τιμές κλεισίματος από τον Ιανουάριο του 2007 μέχρι τον Ιανουάριο του 2011. Το δείγμα των επιλεγμένων μετοχών αντιπροσωπεύει 14 από τους 18 οικονομικούς υπερ-κλάδους του Χ.Α.Α (Παράρτημα Πίνακας 1). Στο υπό μελέτη χαρτοφυλάκιο περιλαμβάνονται μετοχές από τους εξής κλάδους: εμπόριο, χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, τράπεζες, προσωπικά & οικιακά αγαθά, ταξίδια & αναψυχή, τεχνολογία, τρόφιμα & ποτά, υγεία, κατασκευές & υλικά κατασκευών, βιομηχανικά προϊόντα & υπηρεσίες, πρώτες ύλες, πετρέλαιο & αέριο, τηλεπικοινωνίες, υπηρεσίες κοινής ωφέλειας.

Οι κλάδοι οι οποίοι δεν αντιπροσωπεύονται από το χαρτοφυλάκιο της μελέτης είναι οι: ακίνητη περιουσία, ασφάλειες, μέσα ενημέρωσης, χημικά. Τα δεδομένα έχουν συλλεχθεί από το Χ.Α.Α.

6.2 ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Από τις 1000 τιμές κλεισίματος των 166 μετοχών υπολογίστηκαν οι λογαριθμικές αποδόσεις για κάθε μία από αυτές σύμφωνα με τον τύπο (17). Στη συνέχεια, οι 992 λογαριθμικές αποδόσεις των 166 μετοχών, χωρίστηκαν σε 8 διαδοχικές χρονικές περιόδους, που η κάθε μία αντιπροσώπευε κατά μέσο όρο 125 ημέρες λειτουργίας του Χ.Α.Α. Για την ακρίβεια κάθε περίοδος περιείχε κατά μέσο όρο 124 λογαριθμικές αποδόσεις ανά μετοχή (από 120 ως 128 ανάλογα με τις ημέρες λειτουργίας του Χ.Α.Α). Οι περίοδοι που σχηματίστηκαν ήταν: από 3/1/2007 ως 2/7/2007, 3/7/2007 ως 2/1/2008, 3/1/2008 ως 2/7/2008, 3/7/2008 ως 2/1/2009, 3/1/2009 ως 2/7/2009, 3/7/2009 ως 2/1/2010, 3/1/2010 ως 2/7/2010, και 3/7/2010 ως 2/1/2011.

6.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Σε κάθε χρονική περίοδο και για κάθε ζεύγος μετοχών υπολογίστηκαν οι Εντροπία, από Κοινού Εντροπία και Αμοιβαία Πληροφορία με τον εκτιμητή Shrinkage (εξισώσεις 1,2,3) στις

λογαριθμικές αποδόσεις τους. Στη συνέχεια, για κάθε ζεύγος μετοχών $\{i, j\}$ η τιμή της Αμοιβαίας Πληροφορίας $I(i, j)$ μετασχηματίστηκε σε τιμή απόστασης $d_{i,j}$ και σε τιμή στάθμισης w_{ij} (εξισώσεις 20, 21). Θεωρώντας τις 166 μετοχές ως κόμβους δημιουργήθηκαν για κάθε χρονική περίοδο δύο πλήρη σταθμισμένα δίκτυα. Στο πρώτο κάθε ακμή μεταξύ των μετοχών $\{i, j\}$ σταθμίζεται από την απόσταση $d_{i,j}$, ενώ στο δεύτερο σταθμίζεται από τον συντελεστή βαρύτητας w_{ij} .

$$w_{i,j} = 1 - d_{i,j} \quad (21)$$

Το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ δημιουργήθηκαν από τα πλήρη δίκτυα σταθμισμένα με την απόσταση όπως αναφέρεται στις παραγράφους 2.7 και 2.8.

6.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΒΑΘΜΩΝ ΣΤΑ ΕΔΖ ΚΑΙ ΕΜΦΓ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΠΕΡΙΟΔΟ

Σε κάθε χρονική περίοδο έγινε έλεγχος προσαρμογής της κατανομής των βαθμών του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ στη δυναμοκατανομή (power law) σύμφωνα με την εργασία των Clauset, Shalizi, και Newman (Clauset, Shalizi et al. 2009). Τα αποτελέσματα που δίνονται στους Πίνακες 1 και 2 έδειξαν ότι η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται ($p > 0.9$).

Δίκτυο	alpha	xmin	KS.stat	KS.p
1°	3.243752	3	0.06034271	0.9992798
2°	3.968466	4	0.0269529	1
3°	2.711582	2	0.04960715	0.9943644
4°	3.10478	3	0.04097249	0.9999999
5°	4.558795	4	0.06287079	0.9999698
6°	2.656297	2	0.06856859	0.8970921
7°	3.206459	3	0.07468896	0.9814829
8°	2.186882	1	0.05267068	0.7464779

Πίνακας 1: Αποτελέσματα ΕΔΖ για Power Law

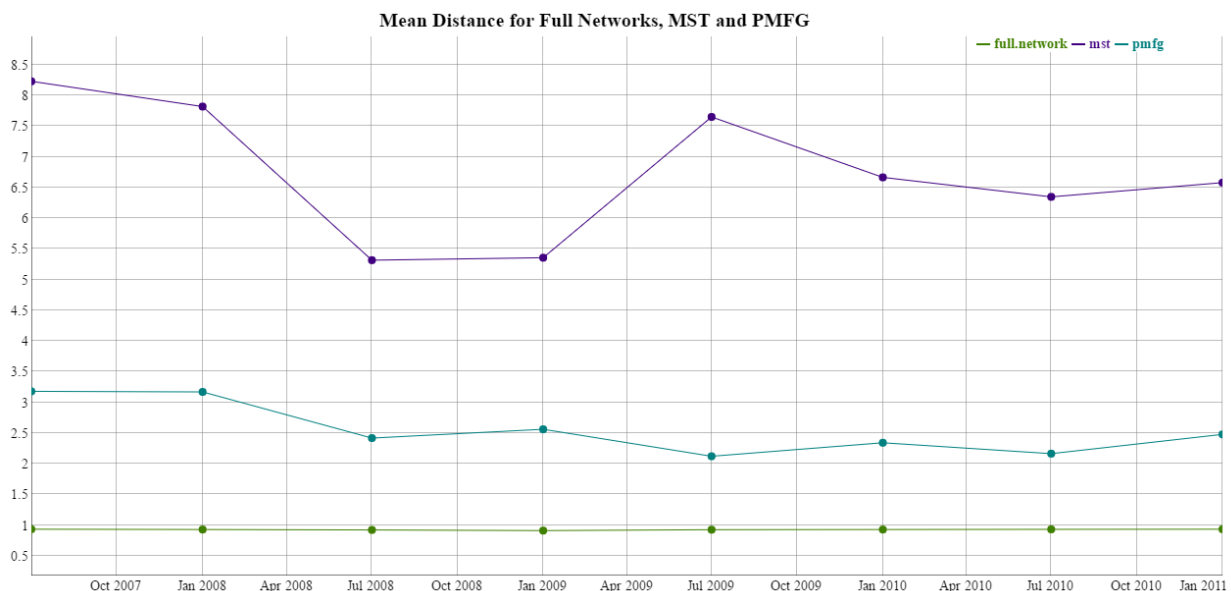
Δίκτυο	alpha	xmin	KS.stat	KS.p
1°	2.953053	5	0.03381876	0.9999885
2°	3.104795	6	0.05119714	0.9978131
3°	2.312241	7	0.07109351	0.9999311
4°	2.538415	5	0.07970606	0.8892812
5°	2.909622	9	0.04667174	1
6°	3.037761	4	0.04735043	0.9713803
7°	2.566776	7	0.07706872	0.9994496
8°	2.205385	7	0.08391797	0.9993215

Πίνακας 2: Αποτελέσματα EMΦΓ για Power Law

Έχει παρατηρηθεί ότι δίκτυα με κατανομή βαθμών την δυναμοκατανομή χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ομφαλών και ανομοιογένειας μεταξύ των κορυφών (Albert and Barabási 2002, Newman 2003). Όπως παρουσιάζεται παρακάτω, τα οικονομικά δίκτυα που μελετήθηκαν χαρακτηρίζονται και από την ύπαρξη ομφαλών και από ανομοιογένεια μεταξύ των κορυφών.

6.5 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

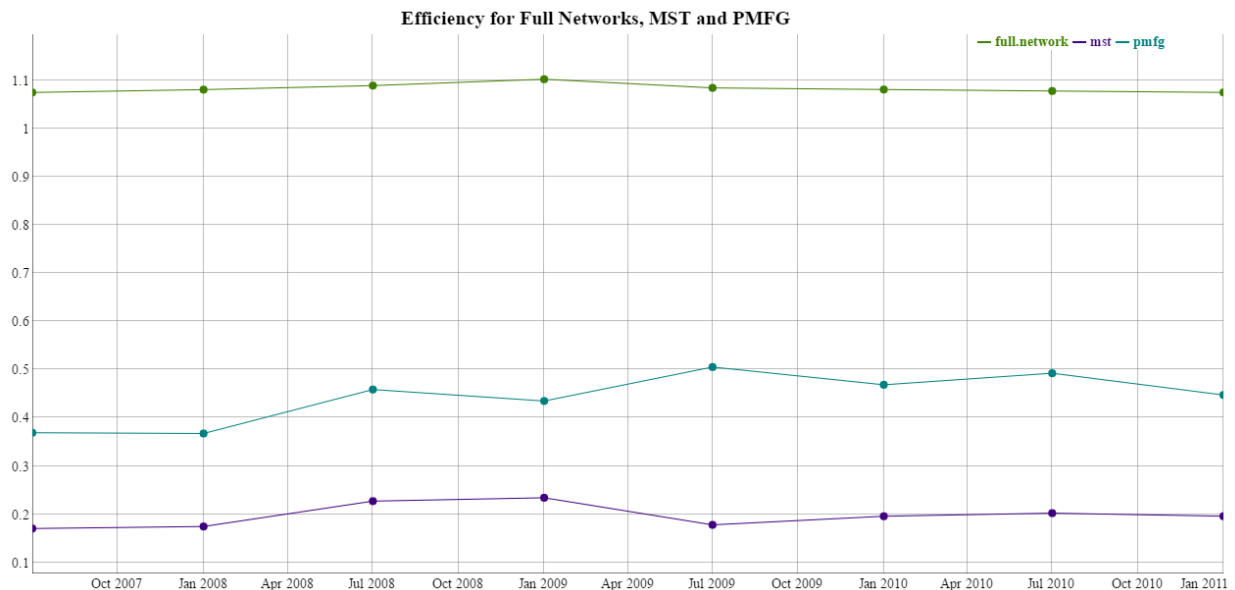
6.5.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ



Εικόνα 5: Μέση απόσταση για τα τρία δίκτυα

Για τον υπολογισμό της μέσης απόστασης χρησιμοποιήθηκε το πλήρες δίκτυο με συντελεστές στάθμισης την απόσταση d_{ij} . Όπως ήταν αναμενόμενο, η μέση απόσταση για τα πλήρη δίκτυα που αντιστοιχούν στις 8 περιόδους δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις (συμπίπτει σχεδόν με την ευθεία $y=1$). Όσον αφορά το ΕΜΦΓ, σε κάθε χρονική περίοδο η μέση απόσταση παρουσιάζεται από 2 ως 3 φορές μεγαλύτερη της μέσης απόστασης του αντίστοιχου πλήρους δικτύου. Τέλος, για το ΕΔΖ παρατηρήθηκε για τις 8 χρονικές περιόδους ότι η μέση απόσταση κυμάνθηκε από 5 ως 8 φορές μεγαλύτερη του πλήρους δικτύου. Από τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι παρότι θεωρητικά η κατασκευή του ΕΔΖ όπως και του ΕΜΦΓ βασίζεται στις ακμές ελαχίστου μήκους d_{ij} , στη πράξη αυτές δεν ικανοποιούν τις προϋποθέσεις του δέντρου και της επιπεδότητας.

6.5.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

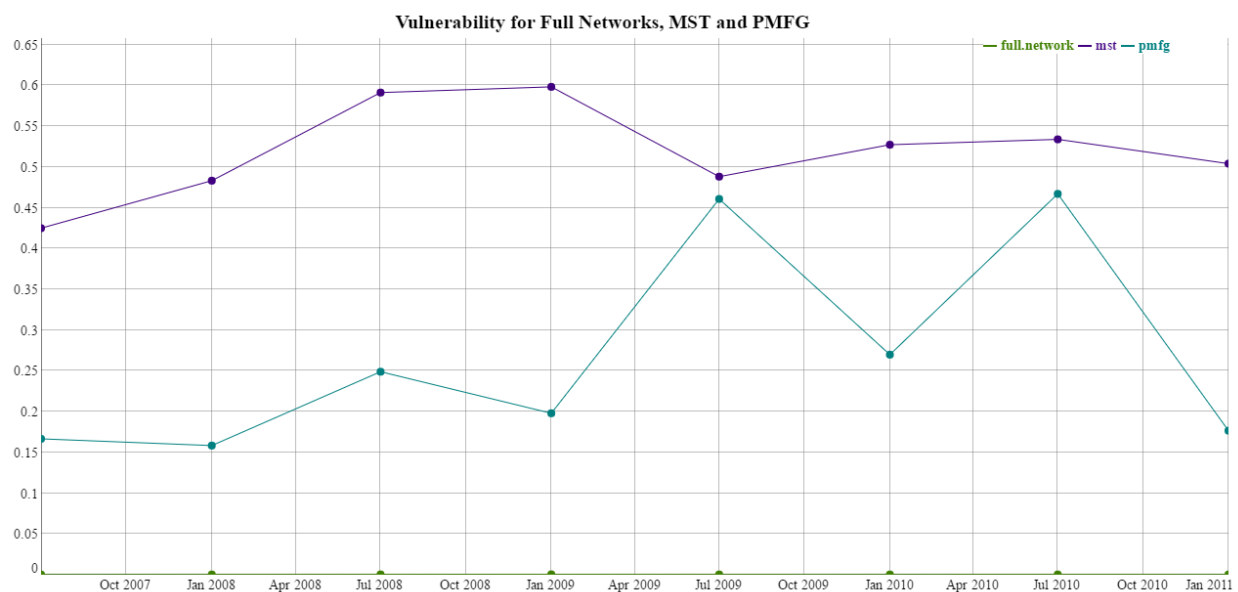


Εικόνα 6: Αποδοτικότητα για τα τρία δίκτυα

Η αποδοτικότητα του πλήρους δικτύου παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές, και χωρίς διακυμάνσεις (σχεδόν ευθεία γραμμή, $y=1$). Αντίστοιχα, η αποδοτικότητα στο ΕΜΦΓ κυμαίνεται από 0.4 ως 0.5 (υποδιπλάσια του αντίστοιχου πλήρους δικτύου), ενώ του ΕΔΖ είναι σχεδόν σταθερή στη τιμή 0.2 (5 φορές μικρότερη του αντίστοιχου πλήρους δικτύου).

Αν και η μέση απόσταση παρουσίασε μεταβολές μεταξύ των 8 χρονικών περιόδων (οι μεγαλύτερες ήταν στο ΕΔΖ) δεν παρατηρείται το ίδιο για την αποδοτικότητα, όπου οι πορείες των τριών γραφημάτων φαίνεται να είναι παρόμοιες με διαφορά στο εύρος των τιμών.

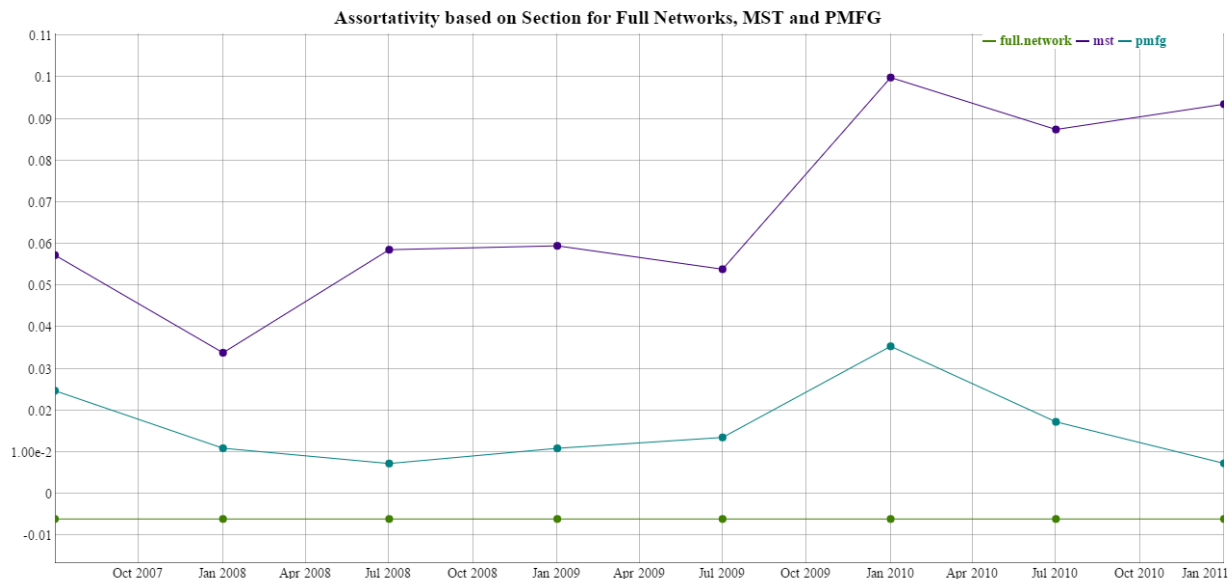
6.5.3 ΕΥΠΑΘΕΙΑ



Εικόνα 7:Ευπάθεια για τα τρία δίκτυα

Όπως ήταν αναμενόμενο στο πλήρες δίκτυο η τιμή της ευπάθειας ήταν μηδενική, δηλαδή όποια κορυφή και να αφαιρεθεί δεν επηρεάζει την αποδοτικότητά του. Αντίθετα, για κάθε χρονική περίοδο στο ΕΔΖ η ευπάθεια κυμαίνεται 0.4 ως 0.6, δηλαδή το ΕΔΖ είναι κατά 40% ως 60% λιγότερο αποδοτικό από το πλήρες. Η μεγαλύτερη μείωση της αποδοτικότητας παρατηρείται κατά το 1^ο και 2^ο εξάμηνο του 2008. Τέλος, στο ΕΜΦΓ οι τιμές της ευπάθειας κυμαίνονται από 0.15 ως 0.45, δηλαδή η αποδοτικότητά του είναι 15% ως 45% μειωμένη σε σχέση με αυτή του αντίστοιχου πλήρους. Η μέγιστη τιμή ευπάθειας παρατηρείται κατά το 1^ο εξάμηνο του 2009 και κατά το 1^ο εξάμηνο του 2010. Επιπλέον αξίζει να παρατηρηθεί ότι κατά το 1^ο εξάμηνο του 2009 η τιμή της ευπάθειας στο ΕΜΦΓ είναι σχεδόν ίση με την αντίστοιχη του ΕΔΖ. Για το λόγο αυτό τα δίκτυα που αντιστοιχούν στο 1^ο εξάμηνο του 2009 και στο 1^ο του 2010 θεωρείται ότι παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και μελετήθηκαν εκτενέστερα σε επόμενη παράγραφο.

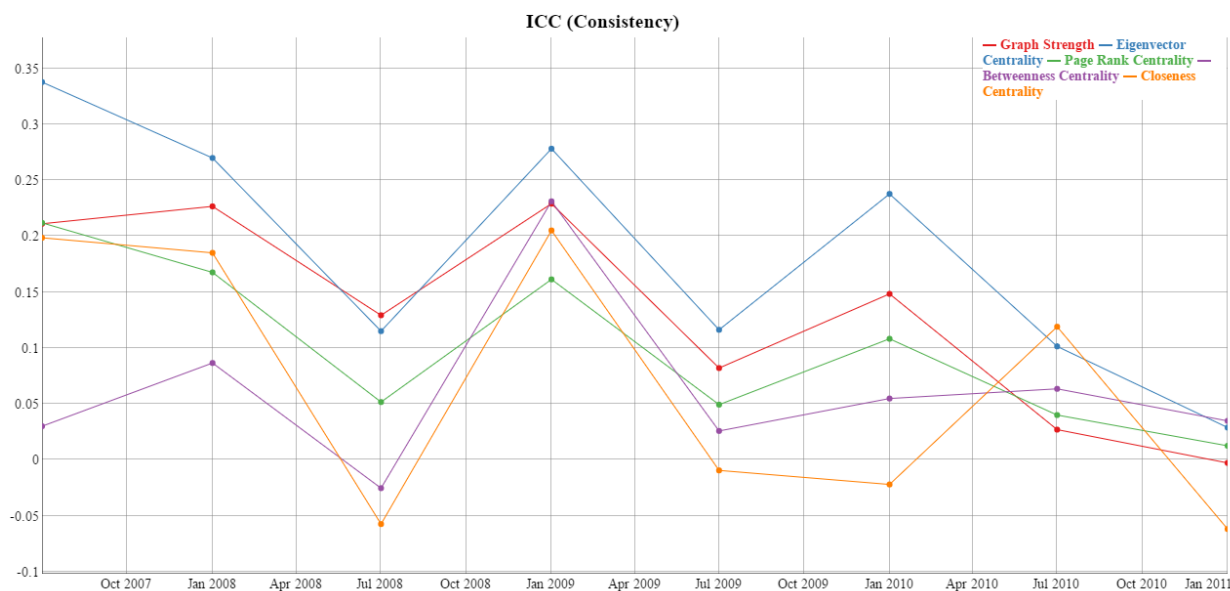
6.6 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY



Εικόνα 8: Συντελεστής Assortativity για τα τρία δίκτυα

Ο συντελεστής Assortativity σχετικά με την υπόθεση ότι οι κορυφές που συνδέονται ανήκουν στον ίδιο κλάδο, παρουσιάζει σταθερή τιμή πολύ κοντά στο 0, τόσο για το πλήρες δίκτυο όσο για το ΕΜΦΓ, ενώ είναι κάτω από 0.1 για το ΕΔΖ. Επομένως, τόσο στο ΕΜΦΓ όσο και στο ΕΔΖ οι επιλεγμένες σύμφωνα με τους αλγορίθμους κατασκευής τους ακμές, φαίνεται να συνδέουν μετοχές που δεν χαρακτηρίζονται από τον κλάδο στον οποίο ανήκουν. Παρόλα αυτά όπως φαίνεται από τα επόμενα αρκετές από τις συνδέσεις αφορούν μετοχές θυγατρικών εταιρειών που ανήκουν σε παρεμφερείς κλάδους.

6.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ



Εικόνα 9: Συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης για κάθε μέτρο κεντρικότητας και για τρία δίκτυα

Ο συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης που υπολογίστηκε έχει ως στόχο την εκτίμηση όχι της συμφωνίας μεταξύ των τριών τύπων δικτύου αλλά της συνέπειας ως προς τις τιμές των μέτρων κεντρικότητας σε κάθε χρονική περίοδο. Γενικά παρατηρήθηκαν μικρές τιμές για όλα τα μέτρα κεντρικότητας, φτωχή συνέπεια μεταξύ του πλήρους του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ, $ICC < 0.4$. Αν και το συμπέρασμα αυτό δεν είναι ενθαρρυντικό για το φιλτράρισμα της πληροφορίας του πλήρους δικτύου με τη χρήση του ΕΔΖ ή του ΕΜΦΓ, εξετάζοντας παρακάτω μεμονωμένα κάθε μέτρο κεντρικότητας, παρατηρήθηκε ότι στις πρώτες πέντε θέσεις για κάθε τύπο δικτύου εμφανιζόντουσαν κοινές μετοχές, οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις αφορούσαν θυγατρικές εταιρείες.

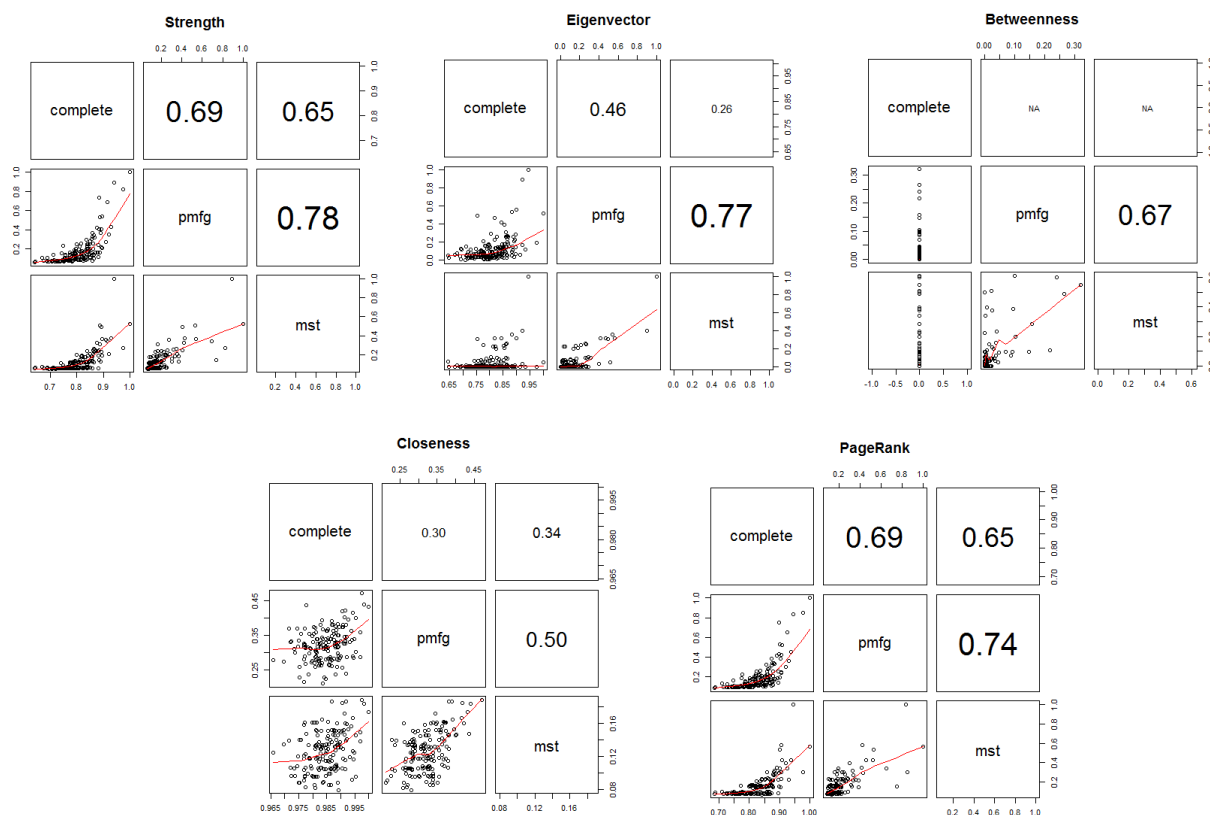
Από την Εικόνα 9, για την κεντρικότητα ισχύος παρατηρείται μια φθίνουσα πορεία με ελάχιστη τιμή 0 κατά το 2^ο εξάμηνο του 2010. Για την ιδιοκεντρικότητα παρατηρείται η ίδια φθίνουσα πορεία αλλά με σχετικά μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή ο οποίος κυμαίνεται από 0.35 ως 0.05. Η βαθμική κεντρικότητα έχει παρόμοια πορεία με την κεντρικότητα ισχύος, με μικρότερη όμως τιμές του συντελεστή. Η διαμεσότητα ξεκινάει με μεγάλες διακυμάνσεις η οποία όμως μετά το 1^ο εξάμηνο του 2009 είναι σταθερή και σχεδόν μηδενική. Η κεντρικότητα εγγύτητας παρουσιάζει τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις ως προς την τιμή του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης ο οποίος παίρνει και αρνητικές τιμές.

6.8 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

Σε κάθε μια από τις 8 χρονικές περιόδους υπολογίστηκαν τα μέτρα κεντρικότητας για το πλήρες δίκτυο, το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ και η συσχέτιση που υπάρχει σε κάθε δίκτυο ανάμεσα στα μέτρα κεντρικότητα. Έπειτα, για κάθε είδος δικτύου, οι τιμές κάθε μέτρου κεντρικότητας τοποθετήθηκαν σε φθίνουσα σειρά και επιλέχτηκαν οι μετοχές που ήταν στις πέντε πρώτες θέσεις. Παρατηρήθηκε ότι σε αρκετές περιπτώσεις εμφανίστηκαν ίδιες μετοχές στους τρεις τύπους δικτύων. Η παρατήρηση αυτή αποτέλεσε μια πρώτη ένδειξη ότι το φιλτράρισμα της πληροφορίας με χρήση του ΕΔΖ ή/και του ΕΜΦΓ, παρ' όλες τις αδυναμίες που έχουν καταγραφεί από διάφορους ερευνητές, δεν αλλοιώνει τη θέση των κεντρικών μετοχών αλλά αντίθετα τις αναδεικνύει καθώς φιλτράρει τις βασικές τους σχέσεις διατηρώντας τους σημαντικούς γείτονές τους. Επιπλέον, η μελέτη αυτών των μετοχών στις αντίστοιχες χρονικές περιόδους, αποκάλυψε σημαντικές μεταβολές στα οικονομικά τους στοιχεία και πιο βαθιές οικονομικές σχέσεις μεταξύ αυτών και των γειτόνων τους. Επομένως, ο υπολογισμός των μέτρων κεντρικότητας στο ΕΔΖ και στο ΕΜΦΓ, αποτελεί ένα ενδιαφέρον εργαλείο για τη μελέτη της εξέλιξης του οικονομικού δικτύου των επιλεγμένων μετοχών του Χ.Α.Α., για τον εντοπισμό αυτών που η κεντρική θέση στο δίκτυο φαίνεται να σχετίζεται με γείτονες, με τους οποίους έχουν πραγματική οικονομική σχέση, και με συγκεκριμένες μεταβολές στα οικονομικά τους στοιχεία.

6.8.1 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2007 ΩΣ 2/7/2007

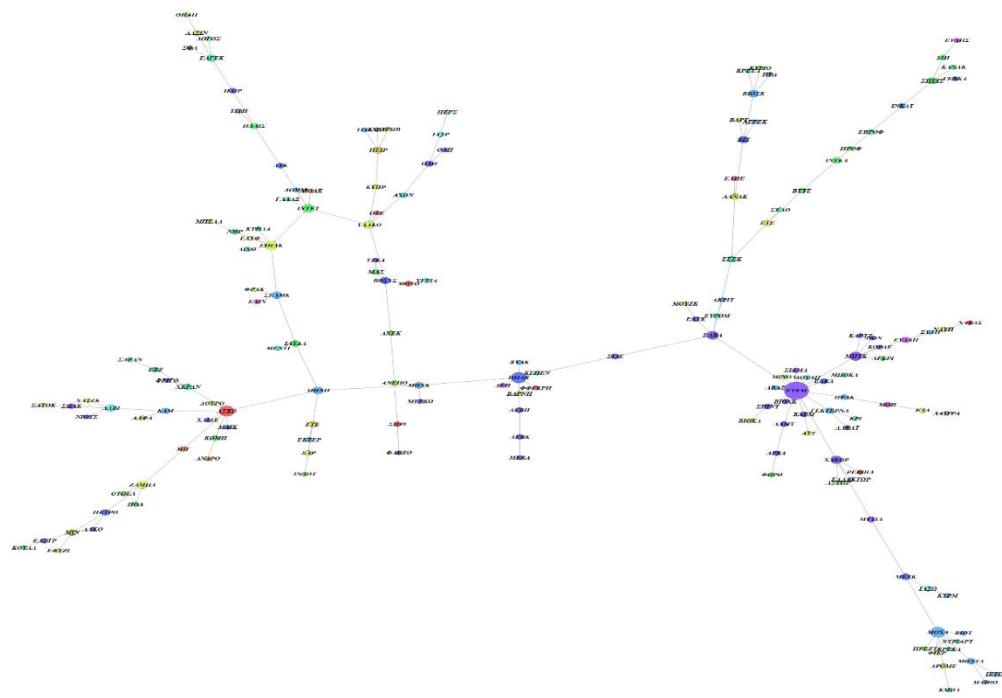
Αρχικά δίνονται οι εικόνες που πρόκυψαν από τη συσχέτιση Pearson για κάθε μέτρο κεντρικότητας ανάμεσα στο πλήρες δίκτυο, το ΕΔΖ, και το ΕΜΦΓ. Εικόνα 10



Εικόνα 10: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

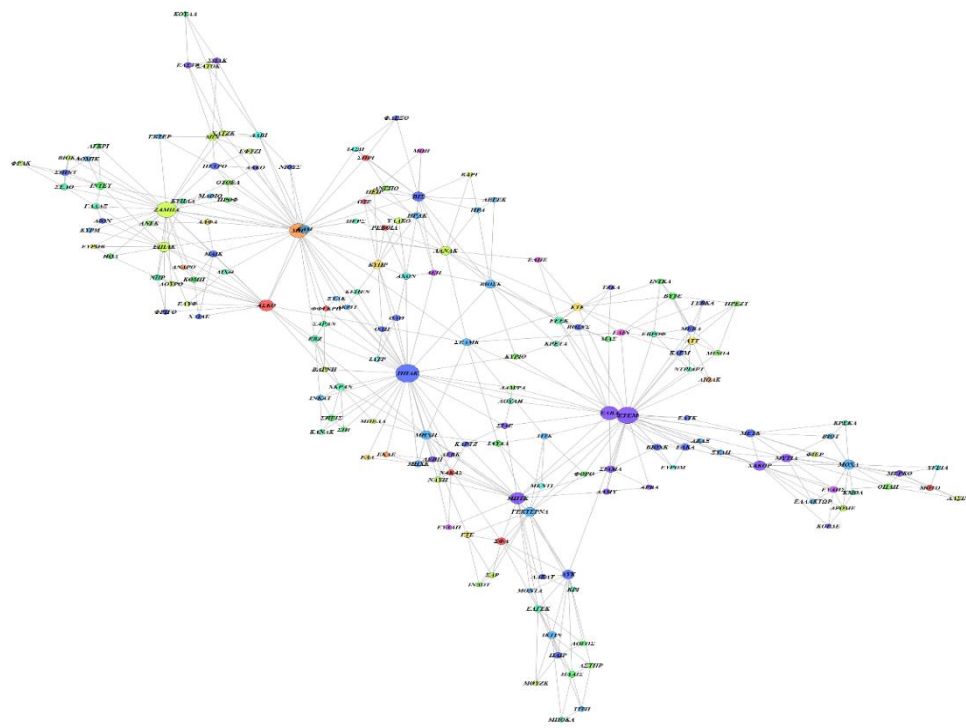
Το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ για την πρώτη περίοδο από 03/01/2007 ως 02/07/2007 παρουσιάζονται στις Εικόνες 11, 12.

2007-07-02



Εικόνα 11:ΕΑΖ πρώτης χρονικής περιόδου

2007-07-02



Εικόνα 12:ΕΜΦΓ πρώτης χρονικής περιόδου

Για το πλήρες δίκτυο καθώς και τα αντίστοιχα ΕΔΖ και ΕΜΦΓ για την περίοδο αυτή, υπολογίστηκαν τα μέτρα κεντρικότητας.

Όσον αφορά την κεντρικότητα ισχύος, οι μετοχές ΠΠΑΚ, από τον κλάδο των Βιομηχανικών Προϊόντων και Υπηρεσιών, και η ΕΤΕΜ, από τον κλάδο των Πρώτων Υλών βρέθηκαν και στα τρία δίκτυα στις πρώτες πέντε θέσεις. Η χρονοσειρά των τιμών κλεισίματος για την ΠΠΑΚ δίνεται στην Εικόνα 13(Capital.gr).



Εικόνα 13:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΠΠΑΚ (Capital.gr)

Παρατηρείται ότι, κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου η τιμή της ΠΠΑΚ για πρώτη φορά έπειτα από μια συνεχή πτώση που είχε στα προηγούμενα 6 χρόνια (με μία μικρή μόνο ανάκαμψη το 2004 πριν συνεχιστεί η πτώση της) σταθεροποιείται (αρχή της οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα).

Η χρονοσειρά για τις τιμές κλεισίματος για την ΕΤΕΜ δίνεται στην Εικόνα 14.



Εικόνα 14: Χρονοσειρές τιμών κλεισίματος για την μετοχή ETEM (Capital.gr)

Παρατηρείται ότι, κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου η τιμή της ETEM, έπειτα από 12 χρόνια μεγάλων και πολύ μεγάλων διακυμάνσεων στην τιμή κλεισίματος, μπαίνει σε μια περίοδο σχετικής σταθερότητας με πολύ μικρές διακυμάνσεις. Πιο συγκεκριμένα η περίοδος αυτή έρχεται μετά μεγάλη ανάκαμψη και έπειτα πτώση κοντά στο 2000.

Όσον αφορά την κεντρικότητα εγγύτητας στις πρώτες πέντε θέσεις και στα τρία δίκτυα βρέθηκαν, οι μετοχές ΕΛΒΑ, από τον κλάδο των Πρώτων Υλών, και η ΠΠΑΚ. Την χρονοσειρά των τιμών κλεισίματος για την ΠΠΑΚ αναφέρθηκε στην Εικόνα 1. Ενώ η αντίστοιχη χρονοσειρά για την ΕΛΒΑ παρατίθεται στην Εικόνα 15.



Εικόνα 15:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος για τη μετοχή ΕΛΒΑ (Capital.gr)

Κατά την διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου έχουμε αύξηση στη τιμή της μετοχής.

Τέλος, για την ιδιοκεντρικότητα οι μετοχές που λαμβάνουν τις μεγαλύτερες τιμές στην πρώτη χρονική περίοδο και παρουσιάζονται και στα τρία δίκτυα είναι ΕΛΒΑ και η ΕΤΕΜ.

Παρατηρείται μία σχέση μεταξύ των τριών οι οποίες ανά δύο εμφανίζονται μέσα στις πρώτες στα μέτρα κεντρικότητας. Ερευνώντας τις ενέργειες/ανακοινώσεις κάθε μίας από αυτές τις μετοχές εντοπίστηκε για την ΠΠΑΚ έκδοση ομολογιακού δανείου 12,2 εκ. εξαετούς διάρκειας, κάτι το οποίο δείχνει εύρωστη και αξιόπιστη εταιρία στην οποία μπορεί κάποιος να κάνει μία μακροπρόθεσμη επένδυση και μόλις λήξει το ομολογιακό δάνειο του επιστρέφονται τα χρήματα με τόκο.

Η ΕΛΒΑ ανακοίνωσε νέο διετές επενδυτικό πρόγραμμα με στόχο την ποιότητα και την μείωση του κύκλου παραγωγής των προϊόντων και την επακόλουθη αύξηση της παραγωγικής δυναμικότητας. Ενώ συνεργάστηκε με την Ιαπωνική FURUKAWA SKY ALUMINIUM στον παραγωγικό και εμπορικό τομέα ειδικών προϊόντων για την σύσταση νέας κοινής εταιρείας, ΑΦΣΕΛ Α.Ε., που θα αναλάβει την προώθηση και την εμπορική υποστήριξη προϊόντων, που θα παράγονται στην ΕΛΒΑΛ με Ιαπωνική τεχνική υποστήριξη. Να σημειωθεί ότι μετά από αυτές τις ενέργειες ανακοινώθηκε διπλασιασμός των κερδών και, επίσης, έκδοση ομολογιακού δανείου

ύψους 30 εκ. και τη διαμονή μερίσματος ύψους 0,04 ευρώ ανά μετοχή, το οποίο θα δικαιούνται οι κάτοχοι μετοχών, δηλαδή τη διανομή κερδών ανά μερίδα.

Η ETEM στράφηκε στις διεθνείς αγορές και στην συνεργασία της με την Βιοχάλκο και επέκτεινε την παραγωγική της βάση στην Λιβύη. Να σημειωθεί ότι η ETEM είναι θυγατρική της ΕΛΒΑ. Η γενική συνέλευση προχώρησε σε διανομή μερίσματος ύψους 0,050 ευρώ ανά μετοχή και ομολογιακά δάνεια ύψους 45 εκ.

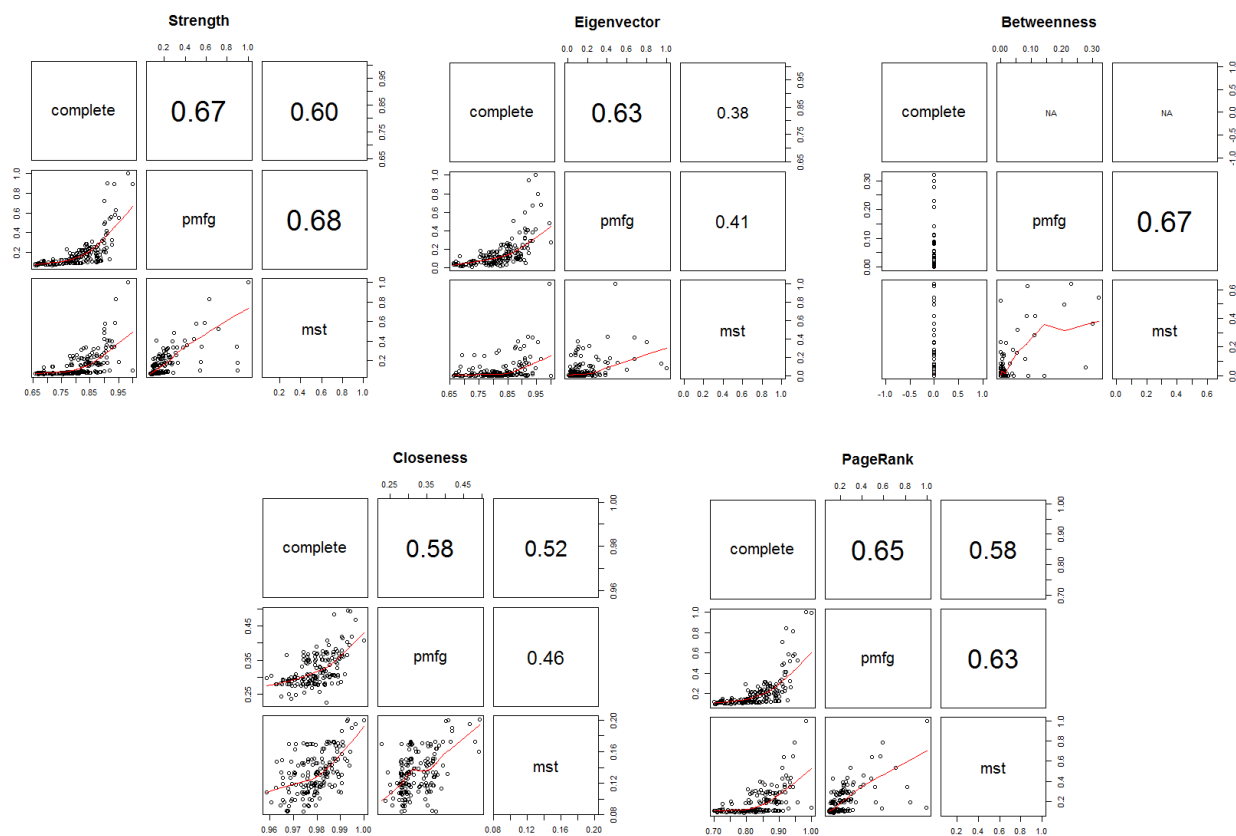
Αναλύοντας τους γείτονες των τριών αυτών μετοχών για την πρώτη χρονική περίοδο από τα ΕΔΖ και ΕΜΦΓ παρατηρήθηκε για την ΠΠΑΚ ότι στο ΕΔΖ συνδεόταν με μετοχές κυρίως του κλάδου Κατασκευές και Υλικά Κατασκευών, ενώ στο ΕΜΦΓ υπάρχει μία επέκταση στου κλάδους Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών και Τραπεζών που στο ΕΔΖ δεν υπήρχε, παράλληλα στο ΕΜΦΓ υπάρχει σύνδεση μεταξύ αυτής και της ΕΛΒΑ.

Για την ΕΛΒΑ οι στο ΕΜΦΓ διατηρούνται όλοι οι γείτονες που είχε στο ΕΔΖ, η ETEM άνηκε σε αυτούς. Στους γείτονες το ΕΜΦΓ εμφανίζεται και η Βιοχάλκο.

Για την ETEM υπάρχει αντίστοιχα αρκετά όμοια εικόνα για τους γείτονες των δύο δικτύων, δεν εμφανίζονται όλοι και στα δύο όπως συνέβη στην ΕΛΒΑ. Παρατηρώντας τους γείτονες της ETEM και της ΕΛΒΑ φαίνεται ότι έχουν αρκετούς κοινούς κάτι που θεωρείται λογικό αφού η ΕΛΒΑ είναι μητρική της άλλης. Με παραπάνω έρευνα προέκυψε εντοπίστηκε ότι η Βιοχάλκο είναι μητρική της ΕΛΒΑ και άλλων 6 που έχουν εισαχθεί στο ΧΑΑ. Από τις οποίες 5 συνδέονται με την ΕΛΒΑ (στο ΕΜΦΓ και 2 στο ΕΔΖ) και 4 με την ETEM (και στα δύο δίκτυα).

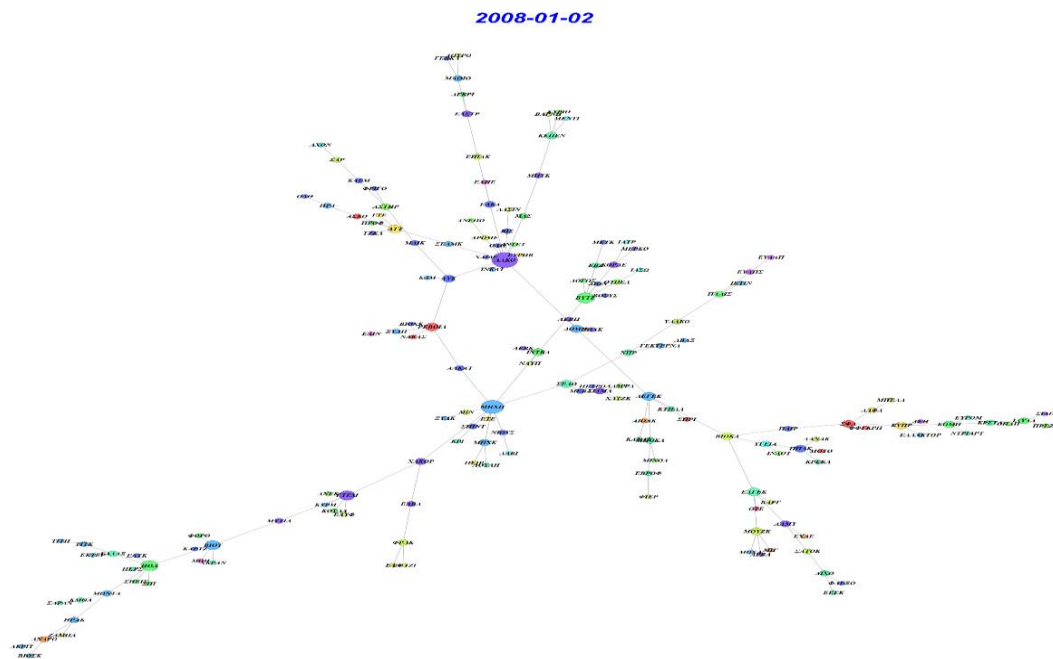
6.8.2 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2007 ΩΣ 2/1/2008

Στην Εικόνα 16 δίνονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων σε κάθε μέτρο κεντρικότητας.

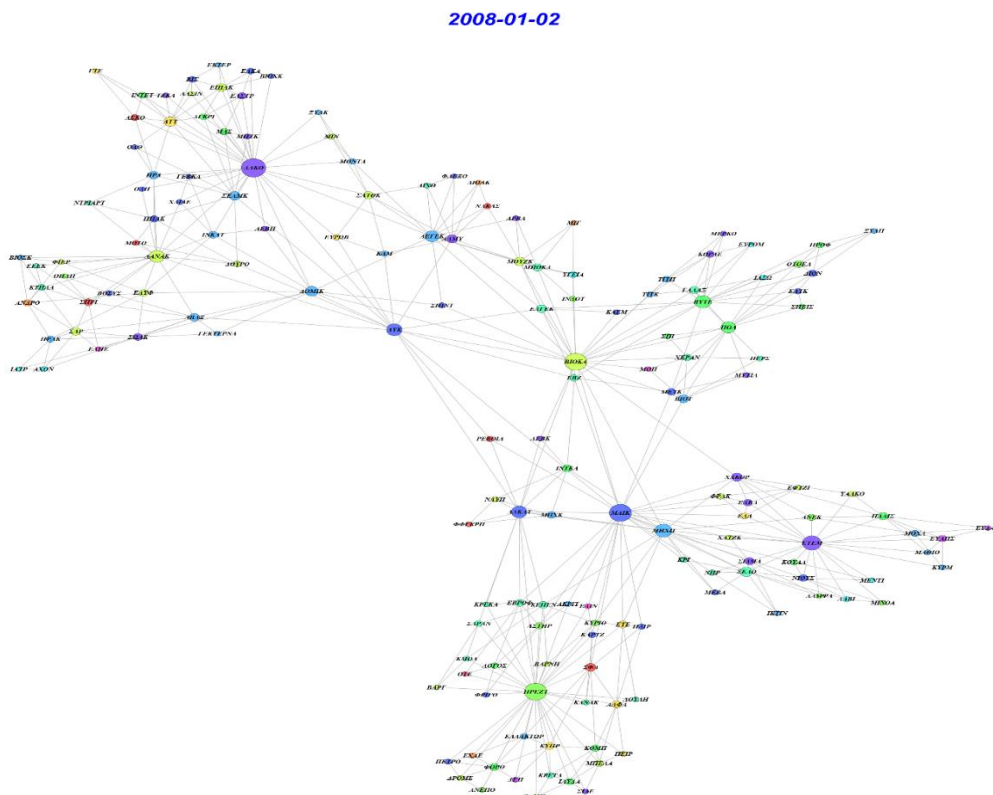


Εικόνα 16: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Στην συνέχεια για την δεύτερη χρονική περίοδο από τις 03/07/2007 ως τις 2/1/2008 το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ δίνονται στις ακόλουθες Εικόνες 17 και 18.



Εικόνα 17:ΕΛΔ δεύτερης χρονικής περιόδου



Εικόνα 18:ΕΜΦΓ δεύτερης χρονικής περιόδου

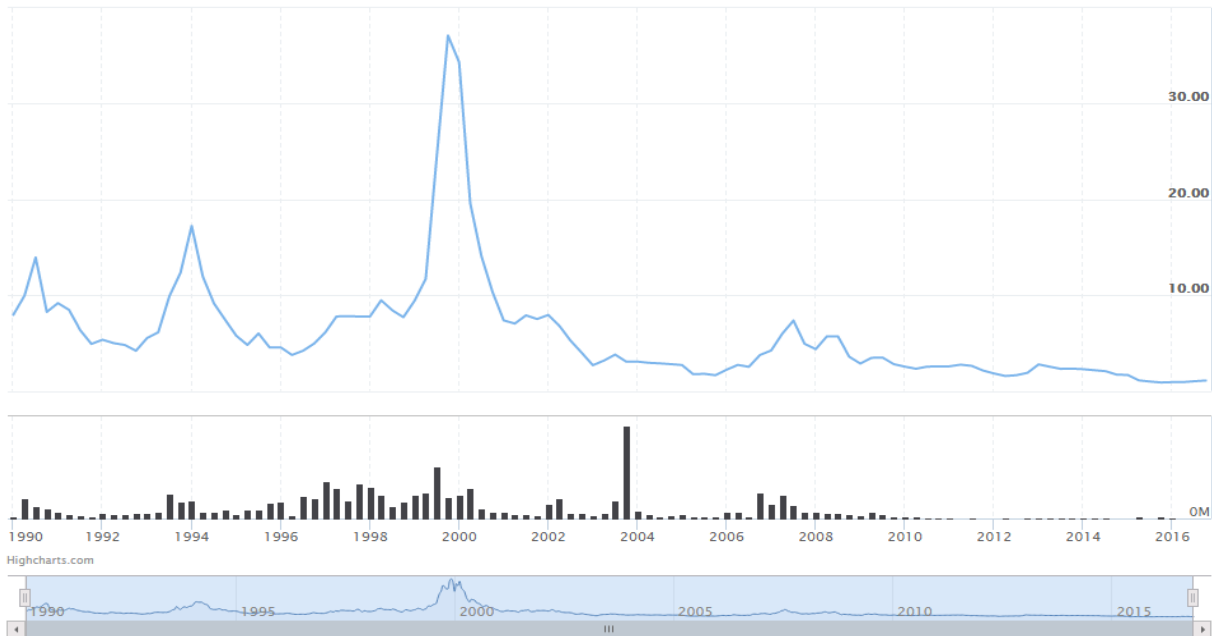
Οι κορυφές οι οποίες και στα τρία δίκτυα εμφανίστηκε ανάμεσα στις πέντε μετοχές με την μεγαλύτερη τιμή στη κεντρικότητα ισχύος ήταν η ΑΛΚΟ, από τον κλάδο των Πρώτων Υλών. Δίνεται η χρονοσειρά για τις τιμές κλεισίματος αυτής της μετοχής.



Εικόνα 19: Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΑΛΚΟ (Capital.gr)

Παρατηρείται επίσης μία μεγάλη ανάκαμψη πριν την πτώση κοντά στο 2000. Ενώ στην χρονική περίοδο που μελετάται οι αυξομειώσεις της μετοχής είναι μικρές.

Στη κεντρικότητα εγγύτητας επίσης παρατηρούμε μία μόνο μετοχή να κατέχει υψηλή τιμή και στα τρία δίκτυα. Αυτή είναι η ΑΛΚΑΤ, από το κλάδο των Βιομηχανικών Προϊόντων και Υπηρεσιών. Η χρονοσειρά των τιμών κλεισίματος δίνεται παρακάτω Εικόνα 20.



Εικόνα 20:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΑΛΚΑΤ (Capital.gr)

Για την ΑΛΚΑΤ παρατηρείται αρκετή ανομοιογένεια, δεν έχει μικρές διακυμάνσεις όπως η προηγούμενες μετοχές που παρουσιάστηκαν.

Τέλος, για την ιδιοκεντρικότητα έχουμε και στα τρία δίκτυα την μετοχή ΜΗΧΠ από το κλάδο των Κατασκευών και Υλικά Κατασκευών. Παρατίθεται η χρονοσειρά της.



Εικόνα 21:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΜΗΧΠ (Capital.gr)

Επίσης, όπως και στην ΑΛΚΑΤ η χρονοσειρά φαίνεται να έχει αρκετές διαφορές στις τιμές κατά την διάρκεια των ετών.

Παρόλο που στην προκειμένη περίπτωση, σε αντίθεση με την πρώτη χρονική περίοδο οι μετοχές που λαμβάνουν μεγάλες τιμές δεν φαίνεται να επαναλαμβάνονται στα μέτρα κεντρικότητας, αξίζει να αναφέρουμε ότι υπήρχαν και οι τρεις στα μέτρα κεντρικότητας στις πρώτες θέσεις, αλλά όχι και στα τρία γραφήματα. Δηλαδή στη κεντρικότητα ισχύος η ΜΗΧΠ εμφανιζόταν και στο ΕΔΖ και στο πλήρες αλλά όχι στο ΕΜΦΓ. Στα ίδια δίκτυα εμφανιζόταν η ΑΛΚΟ και στη κεντρικότητα εγγύτητας και στην ιδιοκεντρικότητα. Η ΜΗΧΠ στην κεντρικότητα εγγύτητας εμφανιζόταν στα δύο αυτά γραφήματα ενώ στη ιδιοκεντρικότητα υπήρχε στο πλήρες και το ΕΜΦΓ. Οπότε στην προκειμένη χρονική περίοδο φαίνεται να υπάρχει καλύτερη προσέγγιση από το ΕΔΖ στο πραγματικό δίκτυο.

Σύμφωνα με ανακοινώσεις των εταιρειών η ΑΛΚΟ προχώρησε σε ίδρυση θυγατρικής εταιρείας στις ΗΠΑ μετά από επιβαρύνσεις ύψους 318949 ευρώ που της επιβλήθηκαν. Και στράφηκε προς την αυτοκινητοβιομηχανία των ΗΠΑ. Ενώ παράλληλα αποφασίστηκε αύξηση του μετοχικού κεφαλαίου της το οποίο θα πραγματοποιούταν με τη διανομή δωρεάν μετοχών στους μετόχους της εταιρείας. Όπως έχει φανεί συχνά κατά το παρελθόν στις περιπτώσεις εταιρειών που αποφασίζουν να ακολουθήσουν πολιτική διανομής δωρεάν μετοχών, η εμπορευσιμότητα της μετοχής τους στο Χ.Α. βελτιώνεται.

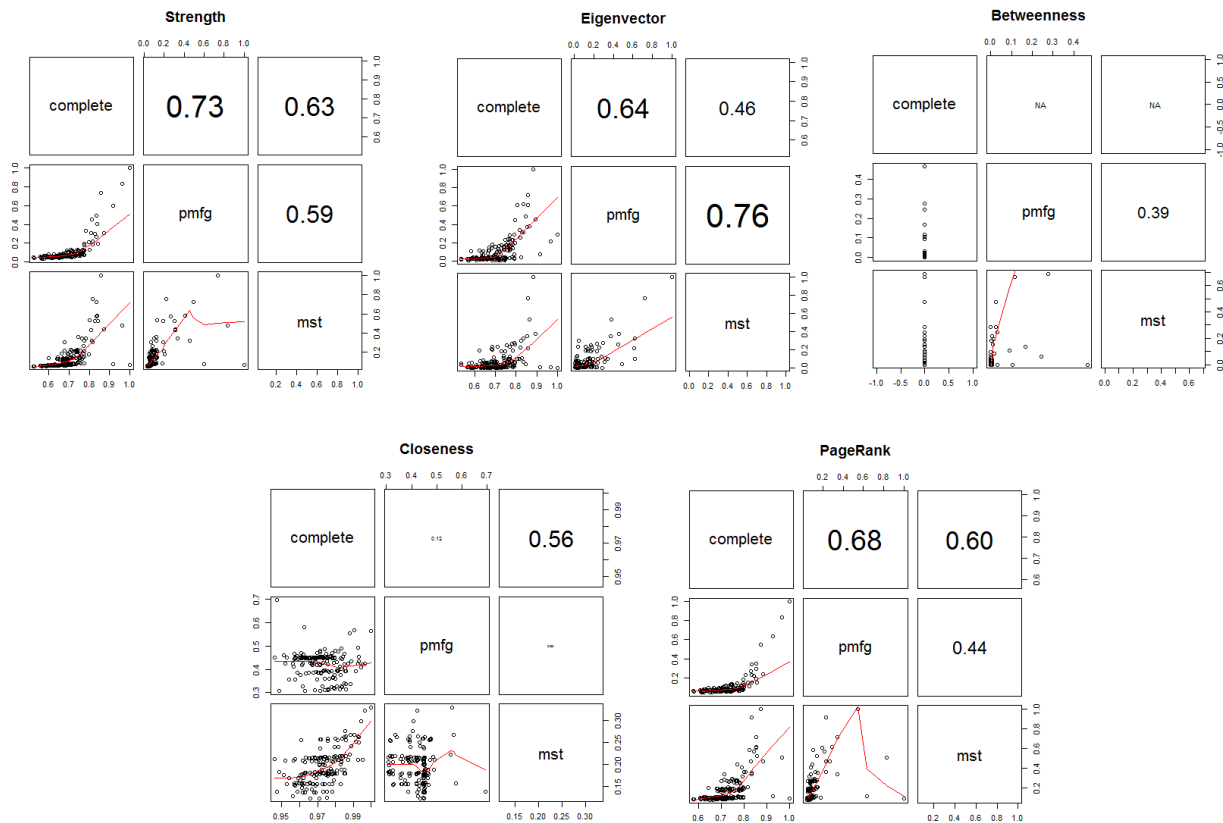
Η ΑΛΚΑΤ προχώρησε σε εκποίηση των μετοχών της. Δηλαδή σε πώληση των μετοχών της σε χαμηλότερες τιμές από ότι άξιζαν.

Τέλος, για τη ΜΗΧΠ δεν βρέθηκε κάποια σημαντική ανακοίνωση μόνο η ενεργή της δράση σε εκθέσεις και η προώθηση της εταιρείας σε διάφορα Road Show σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες.

Η μετοχή ΑΛΚΟ είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι από τους 12 γείτονες που είχε στο ΕΔΖ, οι 11 παρουσιάζονται και στο ΕΜΦΓ. Αντίστοιχα, οι γείτονες της ΑΛΚΑΤ αν και ήταν μόνο 2 στο ΕΔΖ παρουσιάζονται και στο ΕΜΦΓ. Ο ελάχιστος αριθμός γειτόνων της ΑΛΚΑΤ και το γεγονός ότι παρόλα αυτά εξακολουθεί να κατέχει πρώτες θέσεις στα μέτρα κεντρικότητας δείχνει ισχυρές σχέσεις μέσα στο δίκτυο. Το ίδιο συμβαίνει και για την ΜΗΧΠ με 7 στους 9 να εμφανίζονται στο ΕΜΦΓ. Να αναφερθεί επίσης ότι η ΜΗΧΠ και η ΑΛΚΑΤ είναι γειτονικές.

6.8.3 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2008 ΩΣ 2/7/2008

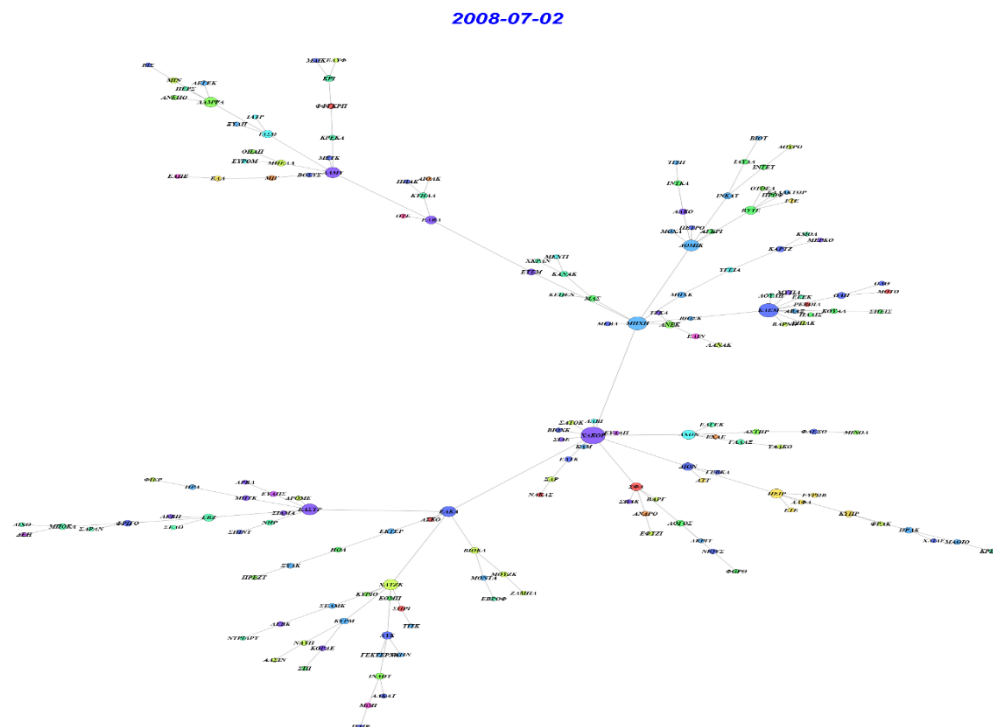
Στην Εικόνα 22 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας.



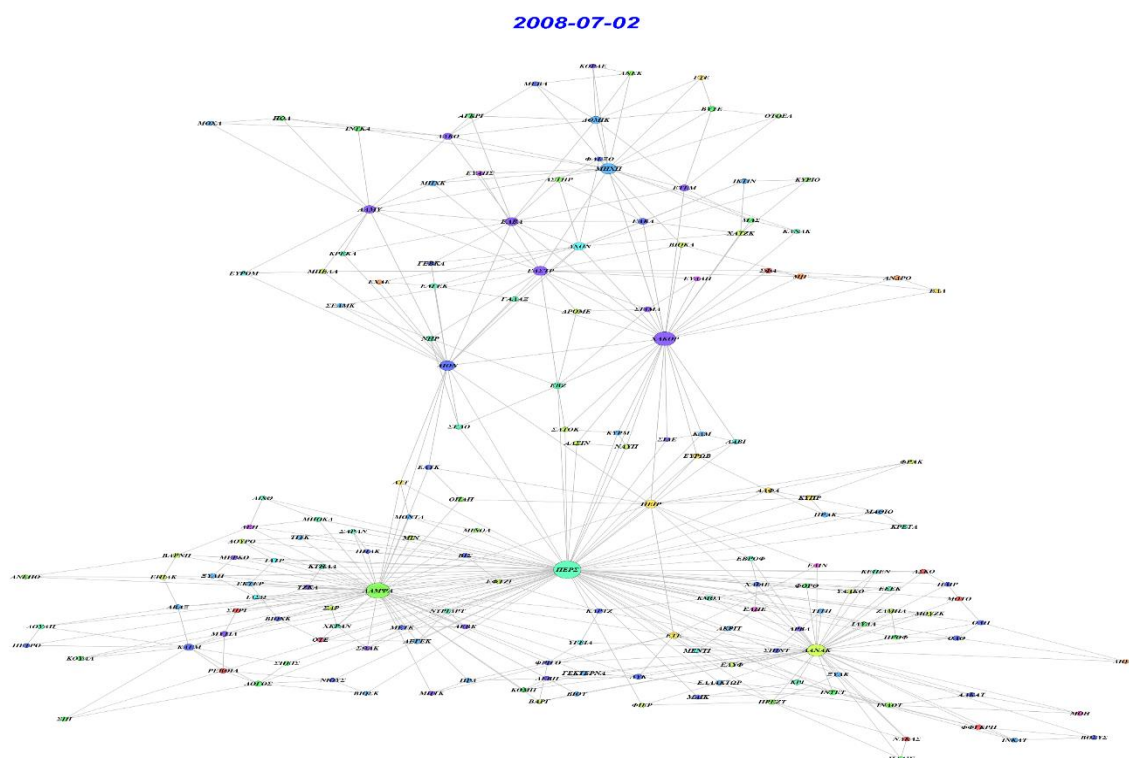
Εικόνα 22: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Για την τρίτη χρονική περίοδο από τις 3/1/2008 ως τις 2/7/2008 παρουσιάζονται τα δύο γραφήματα.

Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011



Εικόνα 23:ΕΛΖ τρίτης χρονικής περιόδου



Εικόνα 24:ΕΜΦΓ τρίτης χρονικής περιόδου

Η μετοχή που κυριάρχησε σε αυτό το διάστημα ήταν η ΧΑΚΟΡ, από τον κλάδο των Πρώτων Υλών, της οποίας η χρονοσειρά των αποδόσεων δίνεται παρακάτω.



Εικόνα 25: Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΧΑΚΟΡ (Capital.gr)

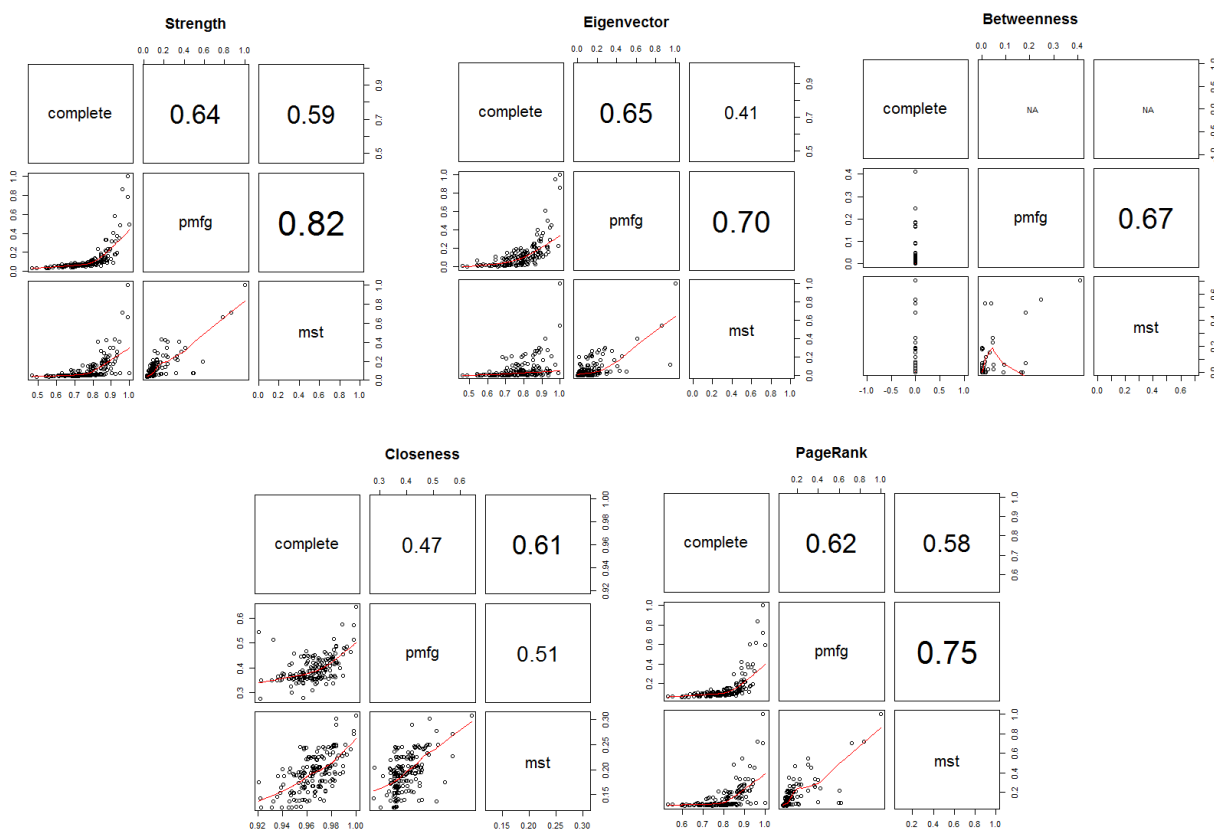
Στην προκειμένη χρονική περίοδο η ΧΑΚΟΡ παρουσιάστηκε σε όλα τα μέτρα κεντρικότητας να κατέχει μία από τις 5 μεγαλύτερες τιμές και ήταν η μοναδική που εμφανίστηκε και στα τρία δίκτυα.

Κατά αυτή την περίοδο η ΧΑΚΟΡ προχώρησε σε εξαγορά τουρκικής εταιρείας. Παρόλα τα «ανοίγματα» και τις καινούργιες επενδύσεις τα κέρδη της μειώθηκαν και η εικόνα της δεν ήταν ιδιαίτερα προσιτή.

Αναφέρεται ότι η ΧΑΚΟΡ είναι επίσης θυγατρική της ΒΙΟΧΑΛΚΟ, και αυτή η οποία παρουσίασε τις μεγαλύτερες απώλειες από τις υπόλοιπες θυγατρικές. Ενώ παράλληλα της επιβλήθηκαν και πρόστιμα από την ΥΠΕΧΩΔΕ.

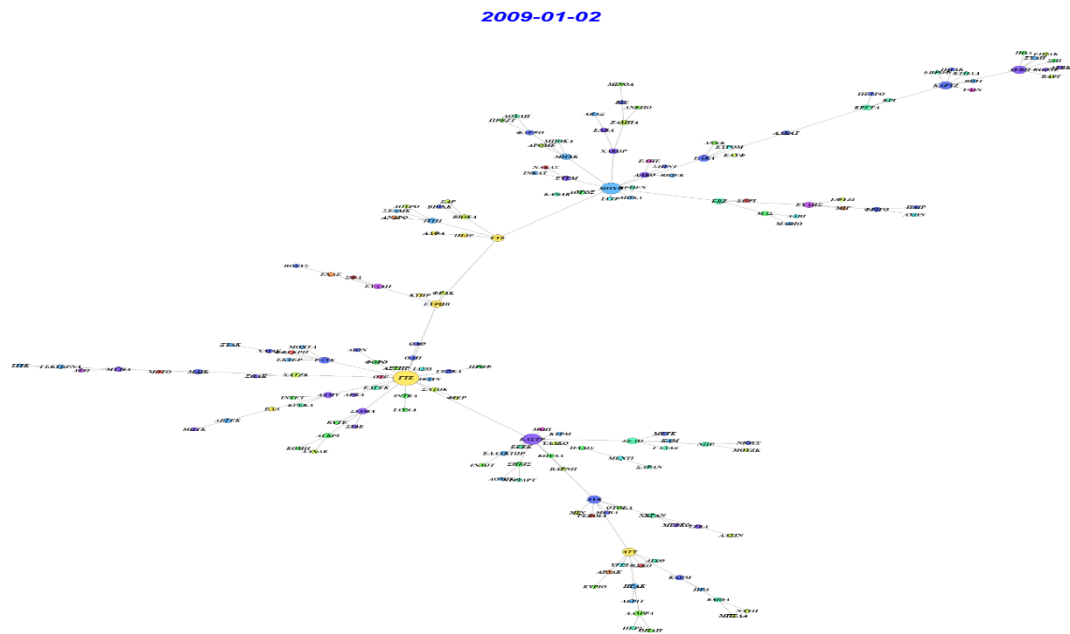
6.8.4 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2008 ΩΣ 2/1/2009

Στην Εικόνα 26 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας.

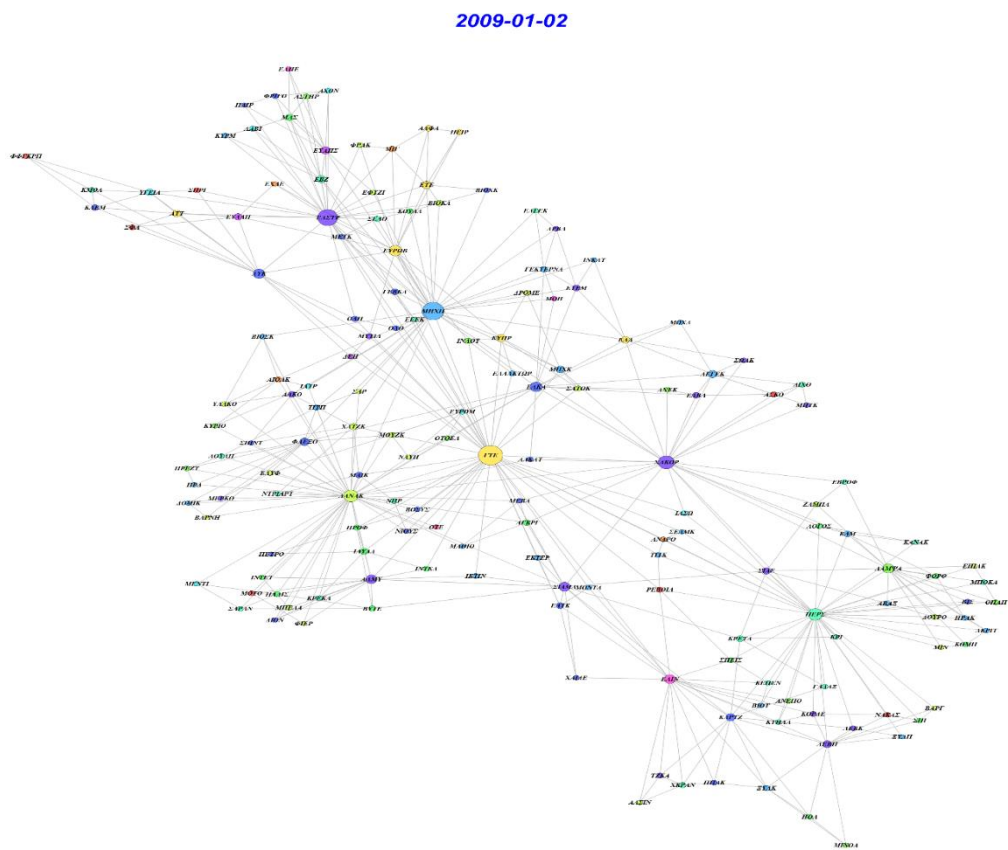


Εικόνα 26: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Συνεχίζοντας με την περίοδο από 3/7/2008 ως 2/1/2009 παρατίθενται τα γραφήματα του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ.



Εικόνα 27:ΕΔΖ τέταρτης χρονικής περιόδου

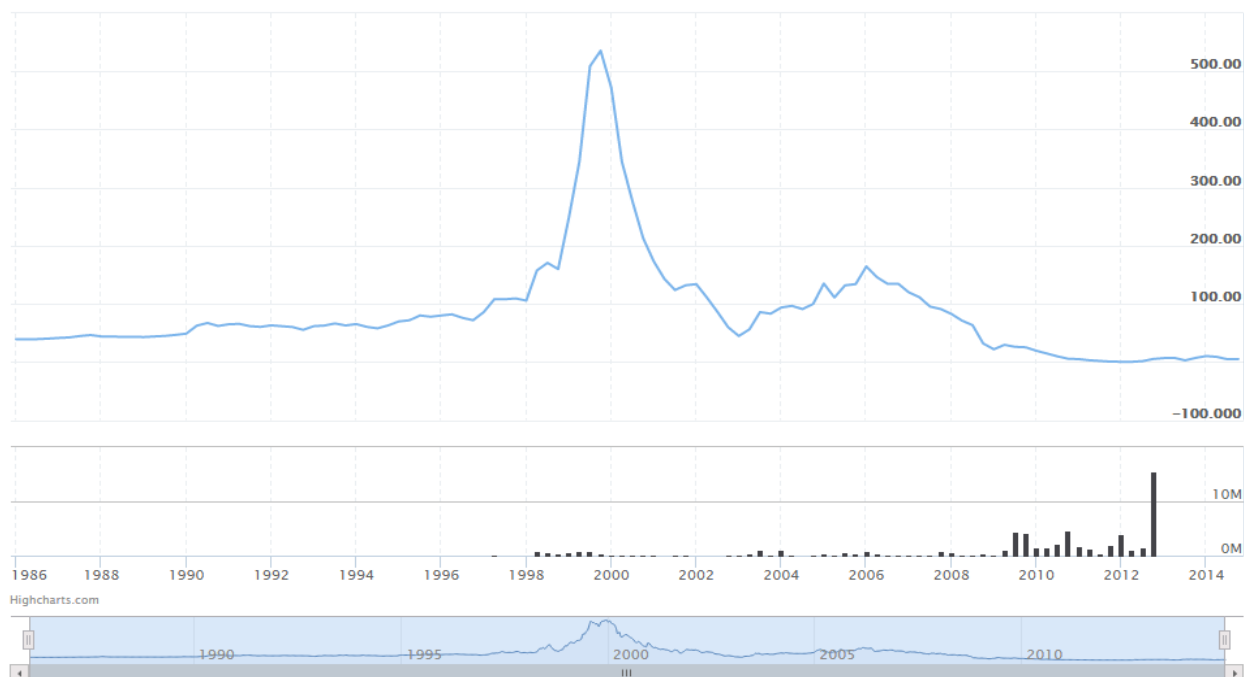


Εικόνα 28:ΕΜΦΓ τέταρτης χρονικής περιόδου

Στην κεντρικότητα ισχύος εμφανίζονται 3 μετοχές η ΕΛΣΤΡ, από τον κλάδο Πρώτων Υλών, η ΓΤΕ, από τις Τράπεζες, και η ΜΗΧΠ. Για τις δύο πρώτες φαίνονται οι χρονοσειρές των τιμών κλεισίματος Εικόνες 29 και 30 αντίστοιχα.



Εικόνα 29:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΕΛΣΤΡ (Capital.gr)



Εικόνα 30:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΓΤΕ (Capital.gr)

Για την ΕΛΣΤΡ η πορεία της μετοχής δεν είναι καθόλου σταθερή, ενώ στις προηγούμενες χρονικές περιόδους φαίνεται να υπήρχε ανάκαμψη σε αντίθεση με την προκειμένη.

Αντίστοιχα, η μετοχή της ΓΤΕ έχει αρκετές αυξομειώσεις κάτι που θεωρείται λογικό αφού υπάρχει παγκόσμια κρίση και είχε αρχίσει να επηρεάζεται και η Ελλάδα από αυτή.

Στην κεντρικότητα εγγύτητας εμφανίζονται οι ΓΤΕ και η ΜΗΧΠ. Ενώ στην ιδιοκεντρικότητα εμφανίζονται η ΓΤΕ και η ΕΛΣΤΡ.

Η ΕΛΣΤΡ σε αυτό το διάστημα αύξηση κατά 36,8% τα καθαρά της κέρδη, παρά τις ιδιαίτερες συνθήκες στην διεθνή αγορά, με τις τιμές του χάλυβα να ακολουθούν ανοδική πορεία, με την ταυτόχρονη αύξηση των α' υλών και της ενέργειας καθώς και την συνεχή υποχώρηση του Δολαρίου έναντι του Ευρώ και δεδομένου και του ιδιαίτερα ανταγωνιστικού περιβάλλοντος που χαρακτηρίζει τον συγκεκριμένο κλάδο. Ενώ λίγο αργότερα προχώρησε σε συνεργασία με τον όμιλο ΤΑΤΑ, η οποία είχε αυξήσει την εικόνα της μετά την εξαγορά του διεθνή ομίλου Corus που παρέχει προϊόντα και υπηρεσίες χάλυβα και αλουμινίου, με σκοπό την δημιουργία ενός υπερσύγχρονου κέντρου διανομής και επεξεργασίας προϊόντων χάλυβα.

Αποτέλεσμα της εξαγοράς αυτής ήταν η δημιουργία του πέμπτου μεγαλύτερου χαλυβουργικού ομίλου παγκοσμίως με πάνω 246.000 εργαζόμενους, κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 18 δισ. Ευρώ και παρουσία σε 96 χώρες. Η στρατηγική αυτή συνεργασία με τον όμιλο ΤΑΤΑ, αποτέλεσε ορόσημο στην πορεία του ομίλου Έλαστρον καθώς επιβεβαίωσε την ποιότητα των υπηρεσιών που παρείχε ο Όμιλος Έλαστρον αναδεικνύοντας τη δυναμική του ως συνεργάτη σημαντικών ονομάτων του κλάδου της χαλυβουργίας. Η νέα ονομασία ΤΑΤΑ Έλαστρον της θυγατρικής του ομίλου σηματοδοτήθηκε η νέα αναπτυξιακή εποχή του Ομίλου Έλαστρον και η διεύρυνση της δραστηριότητας του στην ευρύτερη περιοχή της ΝΑ Ευρώπης.

Κρίσιμη ήταν γενικά η συγκεκριμένη περίοδος λόγω κρίσης με μετοχές να παρουσιάζουν της χαμηλότερες τιμές τους ιστορικά, η για τις πιο «τυχερές» οι τιμές τους να κυμαίνονται στις ίδιες που είχαν παρουσιάσει μέχρι και 10 χρόνια πίσω. Σε αυτή την κατηγορία άνηκε και η ΓΤΕ η οποία παρουσίασε τιμές χαμηλότερες από αυτές του 2003 (την ίδια πορεία είχε και η ΒΙΟΧΑΛΚΟ).

Στη συνέχεια προχώρησε σε αναπροσαρμογή επιτοκίων καταθέσεων και χορηγήσεων. Για την προσέλκυση νέων πελατών αύξησαν το επιτόκιο καταθέσεων το οποίο θα οδηγούσε σε

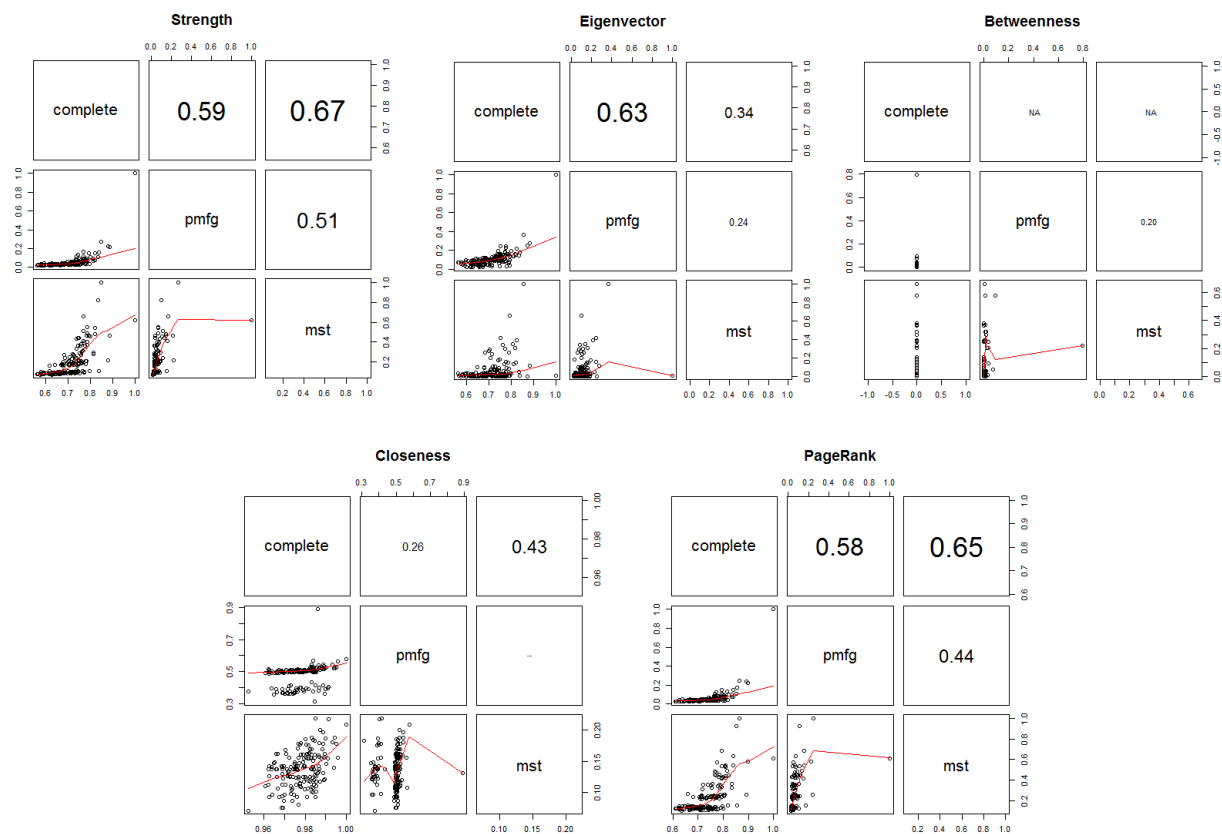
αύξηση της ρευστότητας για την τράπεζα και θα γινόταν απόσβεση στην αύξηση του επιτοκίου χορηγήσεων. Κατόπιν μείωσαν το σταθερό επιτόκιο των μακροπρόθεσμων δανείων με πιθανό σκοπό να διαθέσουν σε νέα επιχειρηματικά δάνεια τις νέες καταθέσεις που θα προσέλκυαν, κάτι το οποίο θα ήταν επωφελέστερο για αυτούς αφού θα είχαν ελκυστικές «προσφορές» προς αυτού που αναζητούσαν μακροπρόθεσμα δάνεια και φυσικά θα υπήρχε απόσβεση για τη τράπεζα μέσω των τόκων. ενώ το σταθερό επιτόκιο για τα βραχυπρόθεσμα δάνεια αυξήθηκε. Επίσης πραγματοποιήθηκε συμμετοχή της τράπεζας στο πρόγραμμα ΤΕΜΠΙΜΕ (Ταμείο Εγγυοδοσίας Μικρών και Πολύ Μικρών Επιχειρήσεων) με την προσφορά δανείων με ανταγωνιστικά επιτόκια σε επιχειρήσεις με την εγγύηση του προγράμματος.

Τέλος, μετά τα επεισόδια τον Δεκέμβρη του 2008 η ΓΤΕ έλαβε μέτρα για τη στήριξη των πελατών της που υπέστησαν ζημιές, προκειμένου να συνεισφέρει στην άμεση ανάκαμψη και εύρυθμη λειτουργία τους, μετά τις πρόσφατες καταστροφικές ζημιές που υπέστησαν πλήθος επαγγελματιών και μικρομεσαίων επιχειρήσεων. Συγκεκριμένα προσέφερε:

1. Μείωση του επιτοκίου χορηγήσεων των υφιστάμενων επιχειρηματικών και επαγγελματικών δανείων έως και δύο μονάδες.
2. Δυνατότητα ρύθμισης αποπληρωμής οφειλών με περίοδο χάριτος έως 12 μήνες, κατόπιν αίτησης του επιχειρηματία πελάτη.

6.8.5 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2009 ΩΣ 2/7/2009

Στην Εικόνα 31 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας.

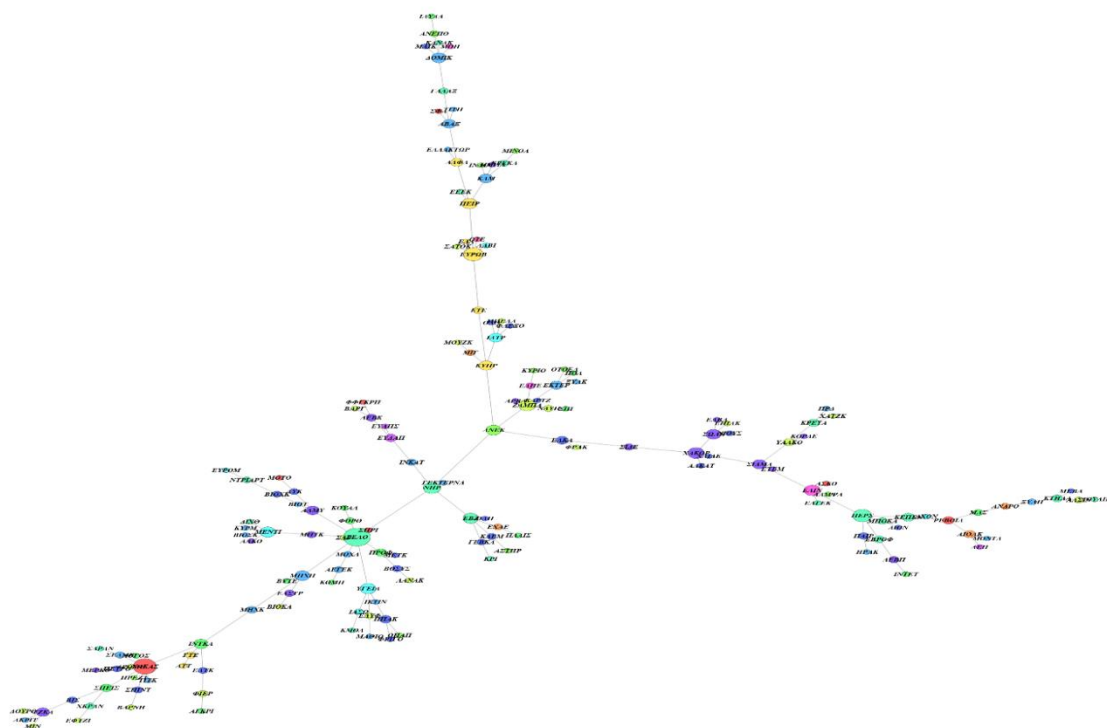


Εικόνα 31: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Για τη πέμπτη χρονική περίοδο από 03/01/2009 ως 02/07/2009 δίνονται τα ΕΔΖ και ΕΜΦΓ στις Εικόνες 32 και 33.

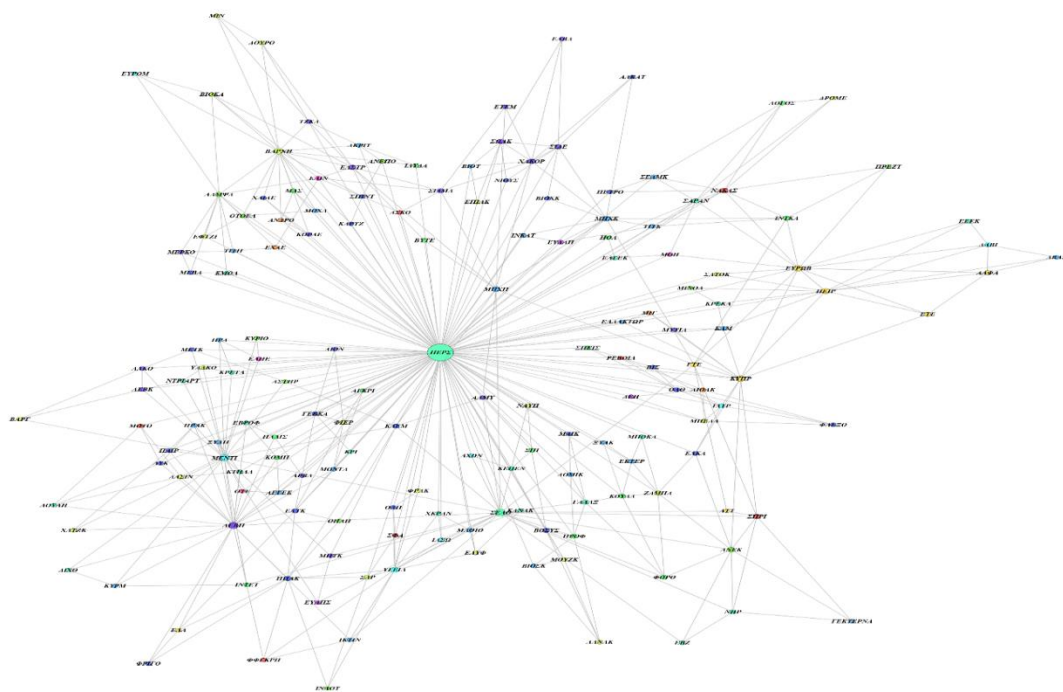
Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011

2009-07-02



Εικόνα 32: ΕΔΖ πέμπτης χρονικής περιόδου

2009-07-02



Εικόνα 33: ΕΜΦΓ πέμπτης χρονικής περιόδου

Στην προκειμένη χρονική περίοδο παρουσιάζεται μία μετοχή σε όλα τα μέτρα κεντρικότητας κινεί και για τα τρία δίκτυα, η ΣΕΛΟ από το κλάδο των Τροφίμων και Ποτών. Η χρονοσειρά των τιμών κλεισίματος δίνεται στην Εικόνα 34.



Εικόνα 34: Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΣΕΛΟ (Capital.gr)

Φαίνεται ότι η μετοχή μετά το 2009 έχει μία σχετικά ομαλή πορεία. Παρατηρώντας τα δύο δίκτυα του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ δημιουργείται η απορία καθώς η ΣΕΛΟ δεν φαίνεται να έχει ιδιαίτερα κεντρική θέση στο δίκτυο, ειδικά στο ΕΜΦΓ.

Η εμφάνιση της στα μέτρα κεντρικότητας, οπότε θα έπρεπε να οφείλεται στους γείτονες της. Από τις 10 μετοχές που συνδέεται η ΣΕΛΟ στο ΕΔΖ οι 8 είναι γείτονές της και στο ΕΜΦΓ. Δεν γίνεται να αγνοηθεί η μετοχή ΠΕΡΣ, λόγω της θέσης της στο ΕΜΦΓ, έπειτα από αναζήτηση προέκυψε ότι η ΠΕΡΣ είναι θυγατρική της ΣΕΛΟ, κάτι το οποίο θα μπορούσε να δικαιολογεί την εμφάνιση της λόγω της κεντρικής θέσης της ΠΕΡΣ.

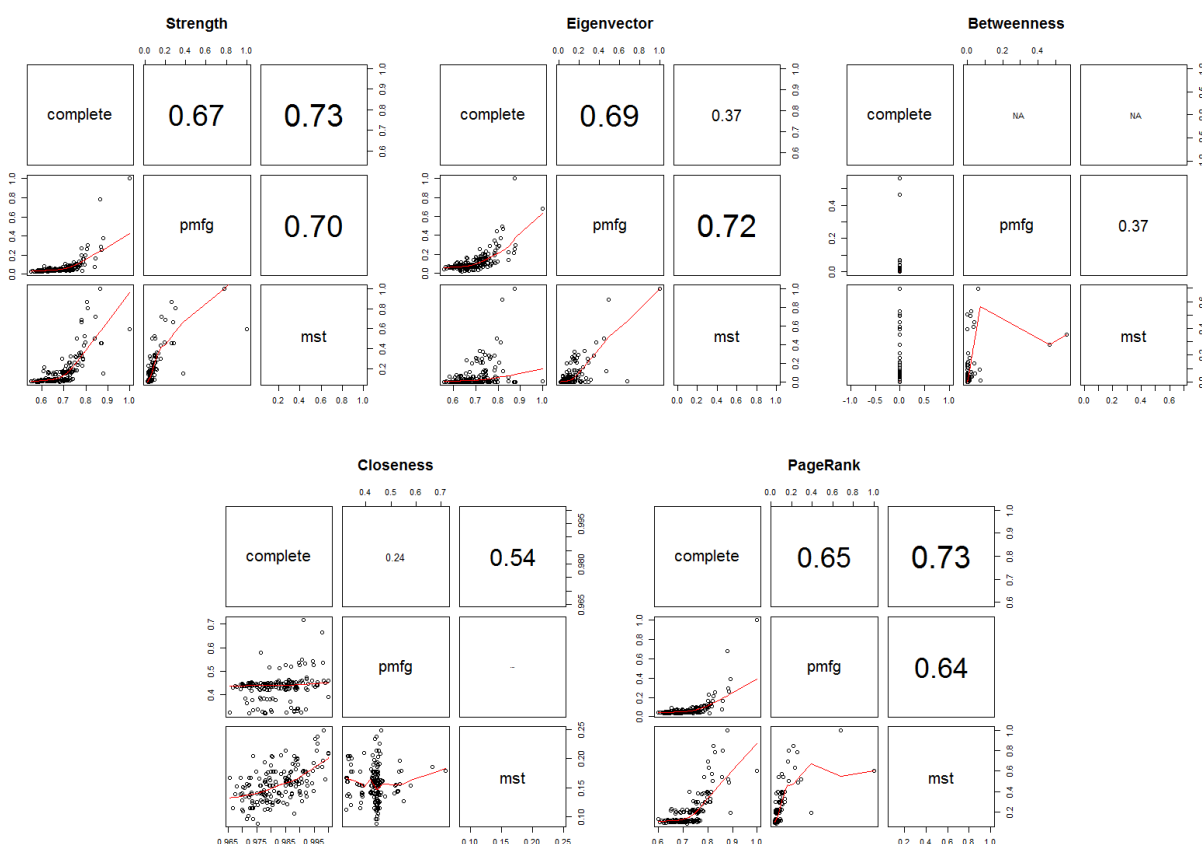
Ενώ ανακοίνωσε συνεργασία με την ΝΗΡ, γείτονάς της και στα δύο δίκτυα, με στόχο την αντιμετώπιση της δύσκολης οικονομικής περιόδου μέσω δράσεων που θα ωφελούσαν και τον κλάδο και ανάπτυξη κοινών ενεργειών στον τομέα του μάρκετινγκ και της διαφήμισης εκτός Ελλάδος, αλλά και σε άλλους τομείς με στόχο τη μείωση του κόστους. Και οι δύο μετοχές από

τον κλάδο των Τροφίμων και Ποτών, και μέλη του Συνδέσμου Θαλασσοκαλλιεργητών Ελλάδος (ΣΕΘ).

Τέλος, να αναφερθεί ότι η μετοχή ΠΕΡΣ εμφανιζόταν στις 5 με την μεγαλύτερη τιμή μετοχές και στη κεντρικότητα ισχύος και στην ιδιοκεντρικότητα αλλά μόνο στο Πλήρες δίκτυο και το ΕΜΦΓ.

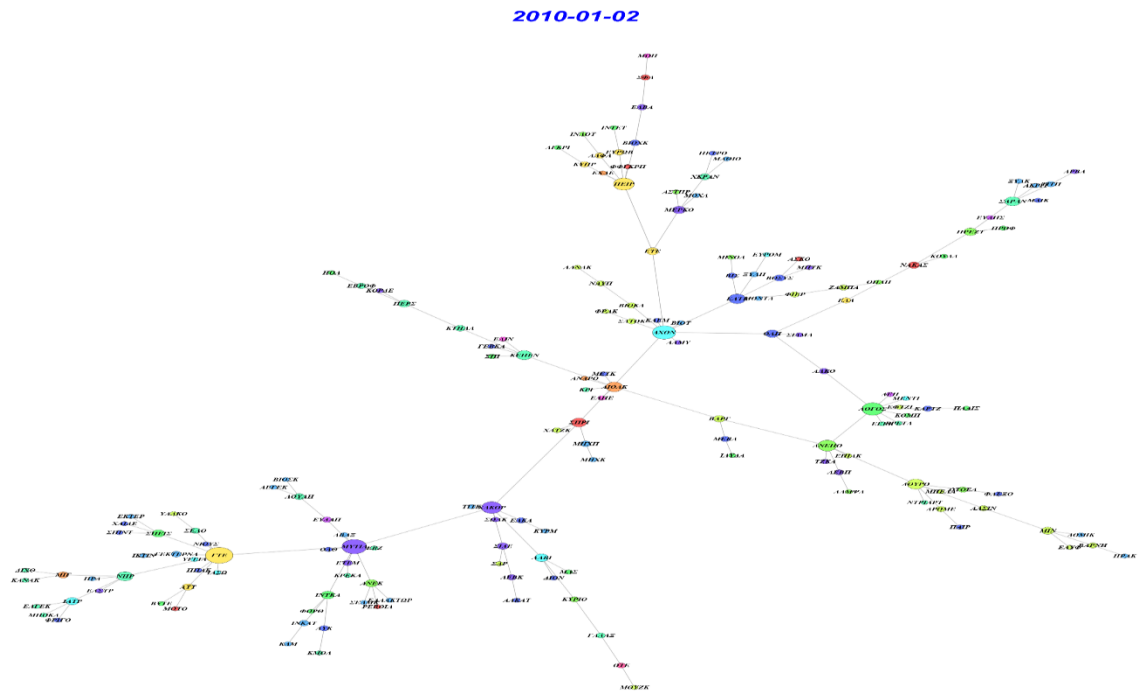
6.8.6 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2009 ΩΣ 2/1/2010

Στην Εικόνα 35 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας.

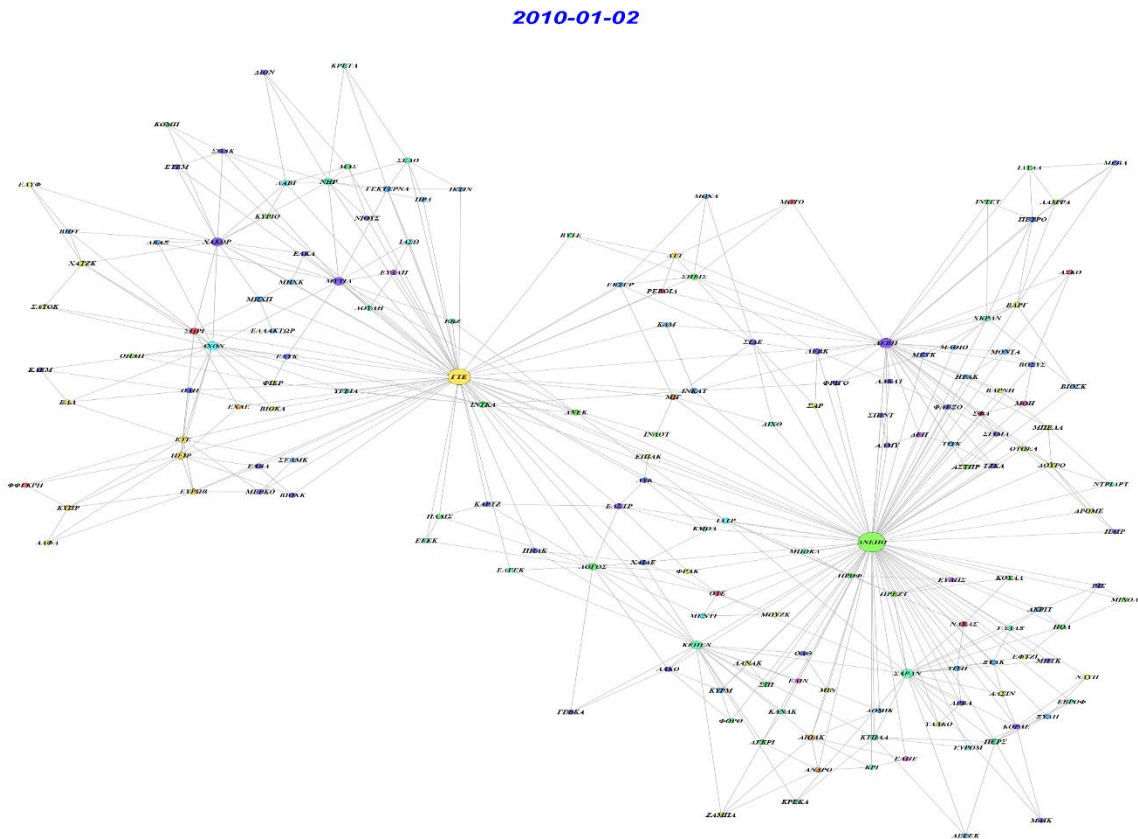


Εικόνα 35: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Στη περίοδο από 03/07/2009 ως 02/01/2010 προέκυψαν τα εξής δίκτυα για το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ.



Εικόνα 36: ΕΔΖ έκτης χρονικής περιόδου



Εικόνα 37: ΕΜΦΓ έκτης χρονικής περιόδου

Στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή παρουσιάστηκε η ΓΤΕ στη κεντρικότητα ισχύος και στην ιδιοκεντρικότητα. Ενώ στην κεντρικότητα εγγύτητας δεν υπήρξε καμία κοινή μετοχή και στα τρία δίκτυα, ενώ αν κοιτούσαμε τα δίκτυα ανά δύο εμφανίστηκε η μετοχή ΑΧΟΝ στο πλήρες και το ΕΔΖ. Η χρονοσειρά των τιμών κλεισίματος της ΓΤΕ δόθηκε στην εικόνα 30.

Τον Αύγουστο εκείνης της χρονιάς μετά από πυρκαγιές που είχαν εκδηλωθεί στη ΒΑ πλευρά της Αττικής και συγκεκριμένα στο Γραμματικό προκαλώντας μεγάλες καταστροφές σε κατοικίες και επιχειρήσεις, η ΓΤΕ ανακοίνωσε μέτρα στήριξης στους πληγέντες.

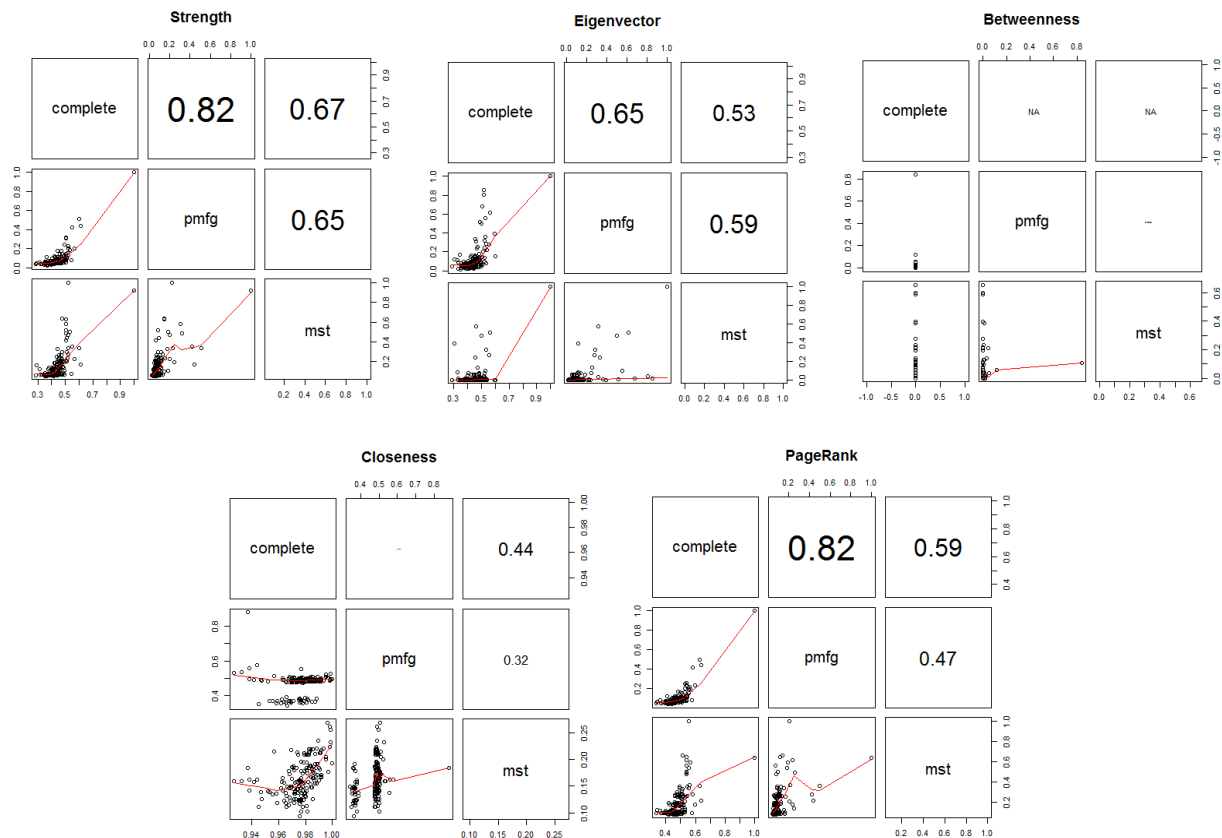
Ενώ άντλησε 175,7 εκ. ευρώ μέσα από αυξήσεις μετοχικού κεφαλαίου, ομολογιακές εκδόσεις, προνομιούχες μετοχές και τη διάθεση πακέτων ιδίων μετοχών.

Επίσης η θέση που κατέχει σχετίζεται και με την σημαντικότητα των γειτόνων της αφού συνδέεται με μετοχές που επίσης έχουν σημαντική θέση στο δίκτυο. Συγκεκριμένα κοιτώντας τα δίκτυα ανά δύο, από τις 4 υπόλοιπες (με την μεγαλύτερη τιμή) μετοχές που εμφανίστηκαν στη κεντρικότητα ισχύος, οι οποίες ήταν ίδιες και στο πλήρες και στο ΕΜΦΓ, η ΓΤΕ συνδεόταν με τις 3 (ΑΝΕΠΟ, ΛΕΒΠ, ΚΕΠΕΝ). Με την ΑΧΟΝ η οποία εμφανιζόταν στη κεντρικότητα εγγύτητας στο πλήρες και το ΕΔΖ καθώς και τη διαμεσότητα μεταξύ του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ. Τέλος, συνδεόταν με τις μετοχές ΜΥΤΙΛ και ΧΑΚΟΡ που εμφανίζονταν στην ιδιοκεντρικότητα στο ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ.

Στο ΕΔΖ η μετοχή έχει 10 γείτονες, οι οποίοι υπάρχουν και στο ΕΜΦΓ μαζί με άλλες 47. Παρατηρείται οπότε ότι το ΕΜΦΓ διατηρεί την πληροφορία που δίνεται από το ΕΔΖ.

6.8.7 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/1/2010 ΩΣ 2/7/2010

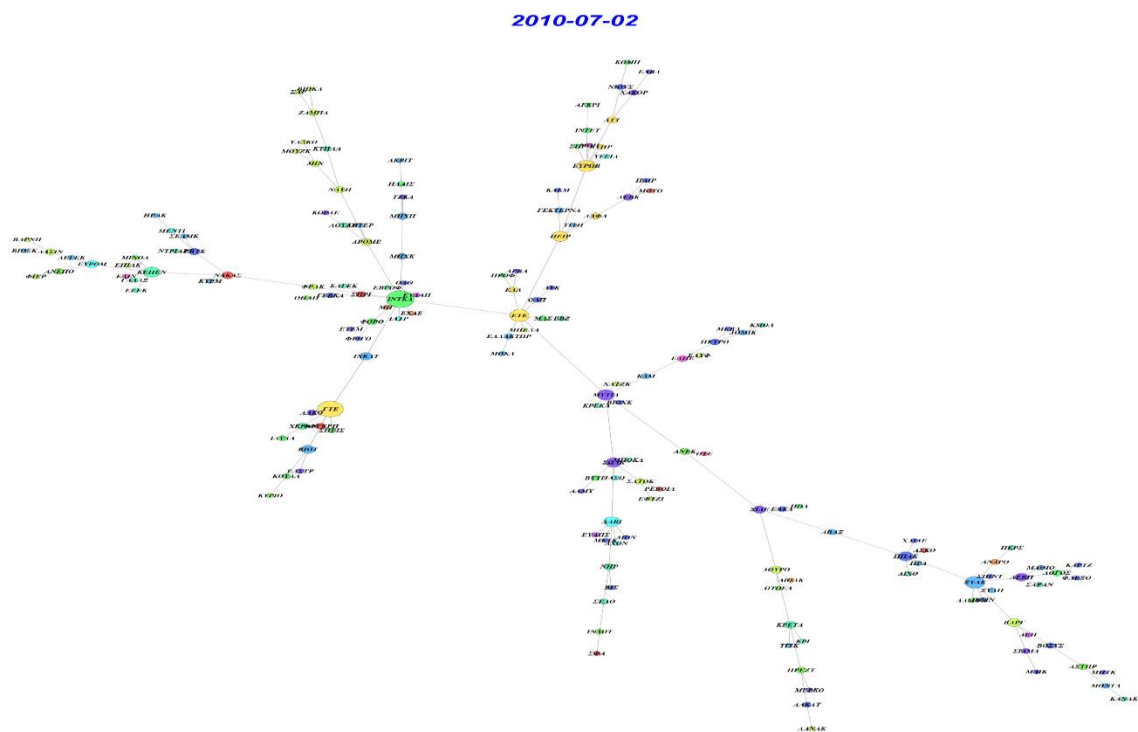
Στην Εικόνα 38 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας.



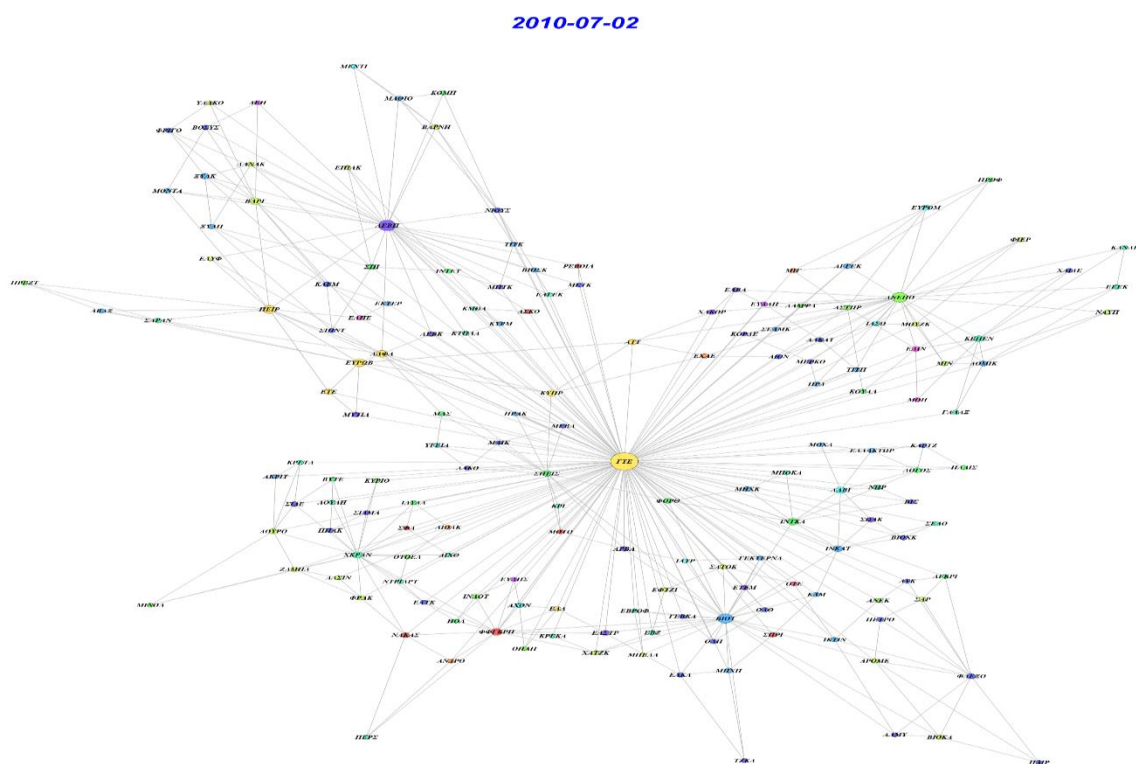
Εικόνα 38: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Στην έβδομη χρονική περίοδο η οποία εκτείνεται από της 03/01/2010 ως της 02/07/2010 τα δύο δίκτυα που προέκυψαν είναι τα εξής:

Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011



Εικόνα 39: ΕΔΖ εβδομης χρονικής περιόδου



Εικόνα 40: ΕΜΦΓ εβδομης χρονικής περιόδου

Στην προκειμένη χρονική περίοδο το ΕΔΖ έδινε σχεδόν εξ 'ολοκλήρου διαφορετική πληροφορία σε σχέση με το πλήρες γράφημα και το ΕΜΦΓ.

Πιο αναλυτικά, στη κεντρικότητα ισχύος ενώ τα δύο τελευταία δίκτυα είχαν τους ίδιους 5 κόμβους στις πρώτες θέσεις, το ΕΔΖ δεν είχε κανένα κοινό μαζί τους. Αντίθετα, στη κεντρικότητα εγγύτητας υπήρχαν 3 κοινοί κόμβοι μεταξύ του πλήρους και του ΕΔΖ.

Μόνο στην ιδιοκεντρικότητα παρουσιάστηκαν δύο μετοχές και στα τρία δίκτυα η ΓΤΕ και η ΒΙΟΤ, από το κλάδο Κατασκευών και Υλικά Κατασκευών, δίνεται η χρονοσειρά της στην Εικόνα 42.



Εικόνα 41:Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΒΙΟΤ (Capital.gr)

Η χρονοσειρά φαίνεται ενώ είχε μια ταραχώδης πορεία περίπου το 2009 ακολούθησε μία καθοδική διαδρομή με τόσο χαμηλές τιμές όσο αυτές που είχε πριν το 1999. Φαίνεται ότι στη συνέχεια η τιμή της μειώθηκε και άλλο όμως ακόμα και σήμερα ακολουθεί μία σταθερή πορεία.

Η ΒΙΟΤ, εμφάνισε υψηλό βραχυπρόθεσμο δανεισμό ύψους 49,6 εκατ. ευρώ και κατέγραψε ζημιές 2,9 εκατ. ευρώ. Η μετοχή που διαπραγματεύεται σήμερα στα 0,22 ευρώ βρέθηκε το 1999 στο peak, έκτοτε δεν έχει πάψει να υποχωρεί, ενώ η πτώση της λίγο πριν από την είσοδο το 2000 έως σήμερα ξεπερνάει το 90%.

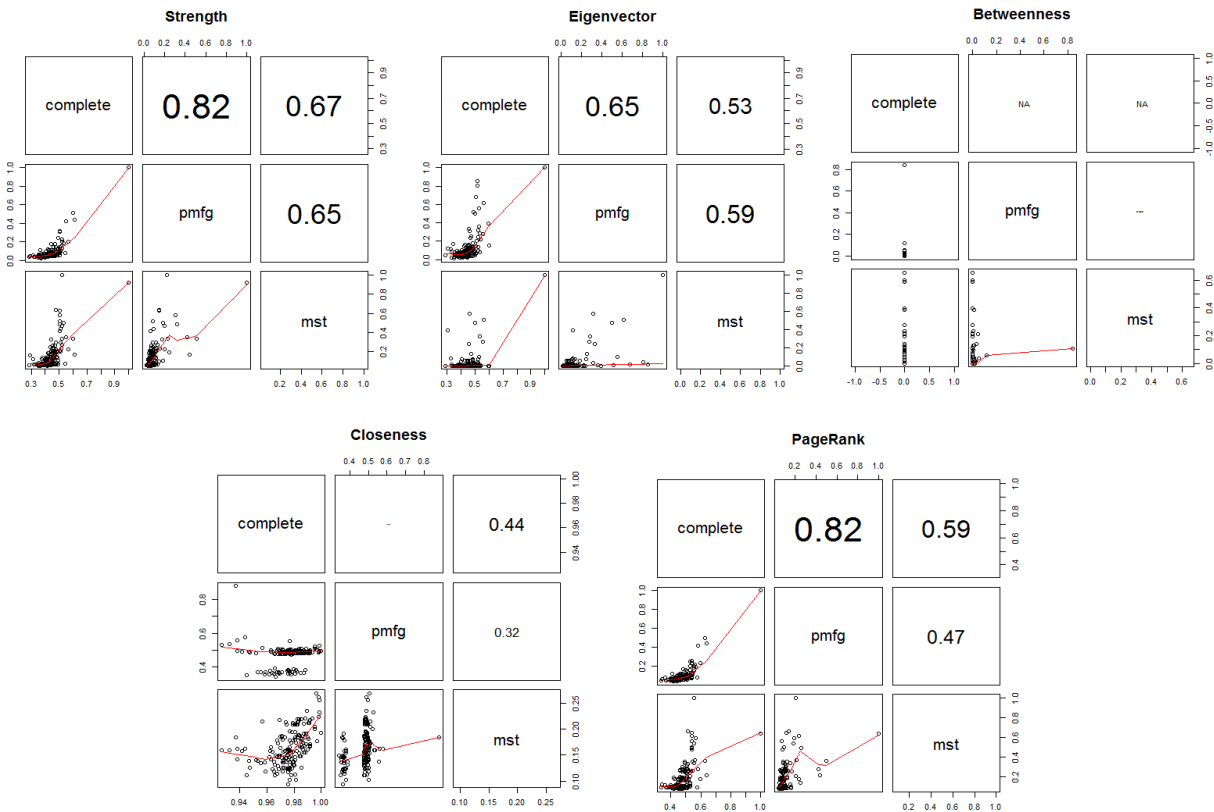
Η BIOT εμπλεκόταν σε οικονομικά προβλήματα καθώς της ζητούσαν να επιστρέψει εγγυητικές επιταγές ύψους 11 εκατ. Ευρώ, λόγω της καθυστέρησης παράδοσης έργου πάρα τους όρους των συμβολαίων. Ενώ παράλληλα είχαν ανακοινωθεί πόσο δανεισμού της τάξης των 76 εκ. που ξεπερνούσαν το σύνολο των κεφαλαίων της (66,4 εκ. ευρώ).

Η BIOT αυτή τη χρονική περίοδο είχε γείτονα τη ΓΤΕ. Η ΓΤΕ από 6 γείτονες που είχε στο ΕΔΖ στο ΕΜΦΓ είχε 132 από τις συνολικά 166 μετοχές που υπάρχουν στο σύνολο, αυτό εξηγεί την εικόνα και τη κεντρική της θέση.

Ταυτόχρονα, το ενεργητικό των ελληνικών τραπεζών της επένδυσης που έχουν κάνει σε ομόλογα κινούταν κατά μέσο όρο στο 15.8%, με τις τράπεζες που έχουν ομολογιακά χαρτοφυλάκια μεγαλύτερα του ποσοστού αυτού να βρίσκονται εκτεθειμένες σε μεγαλύτερες ζημίες.

6.8.8 ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 3/7/2010 ΩΣ 2/1/2011

Στην Εικόνα 42 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας.

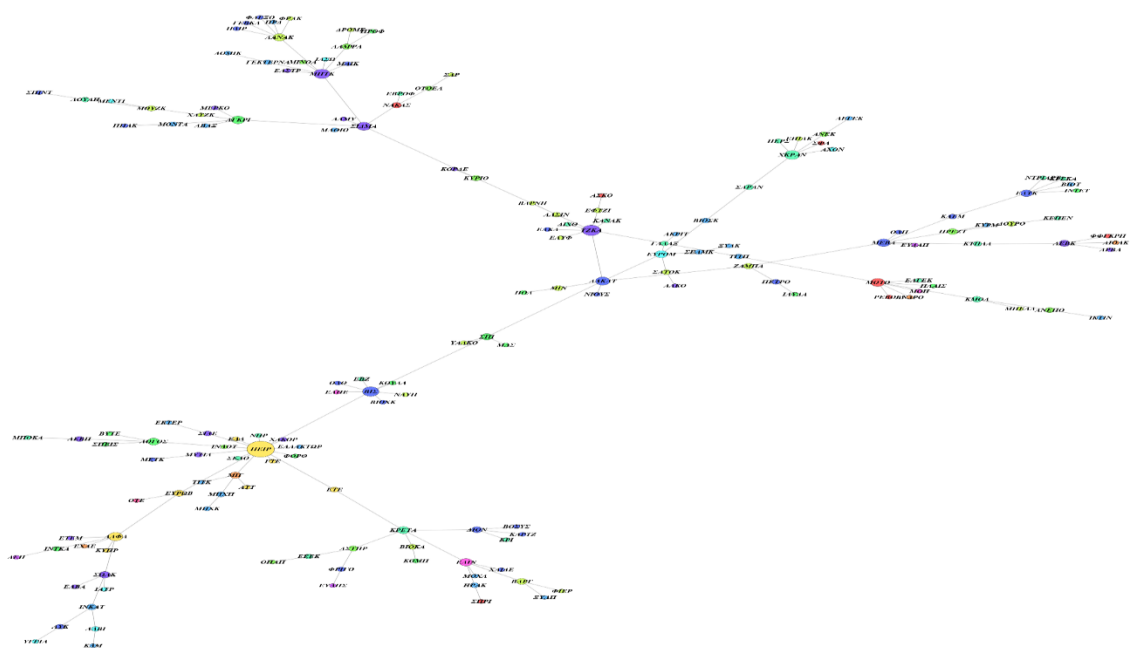


Εικόνα 42: Συσχέτιση των τριών δικτύων για κάθε μέτρο κεντρικότητας

Η τελευταία χρονική περίοδος εκτυλίσσεται από της 03/07/2010 ως της 02/01/2011 και δημιουργήθηκαν τα ακόλουθα δίκτυα.

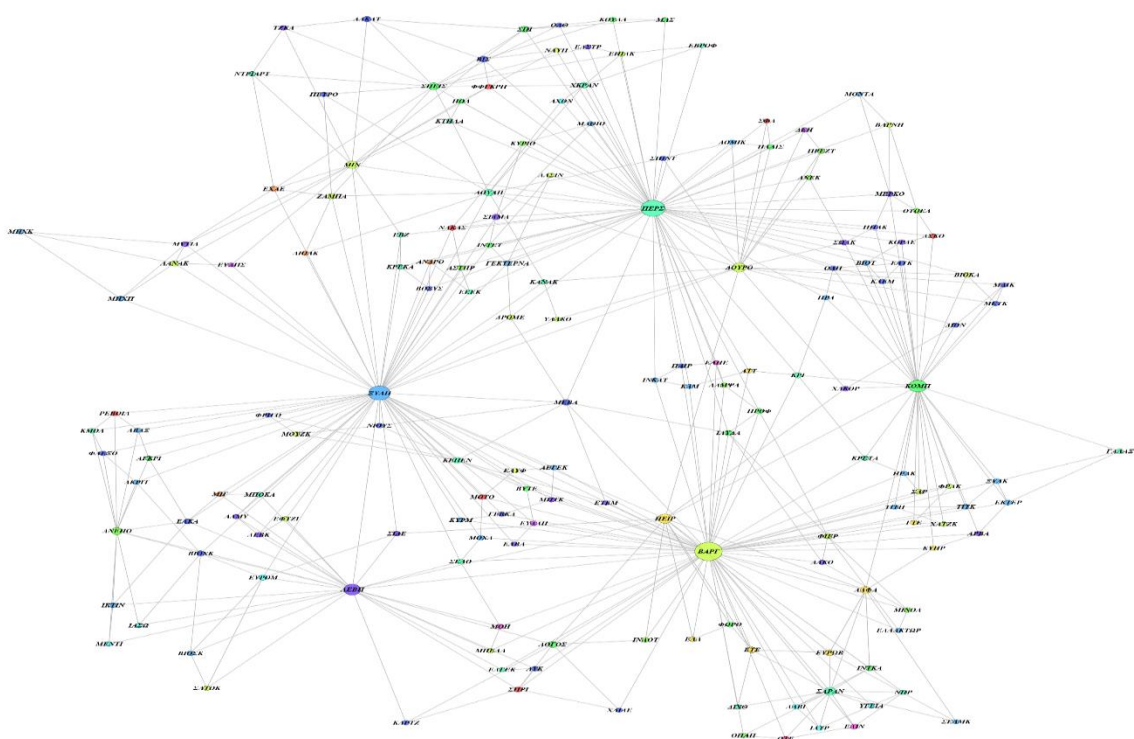
Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011

2011-01-02



Εικόνα 43: ΕΛΖ όγδοης χρονικής περιόδου

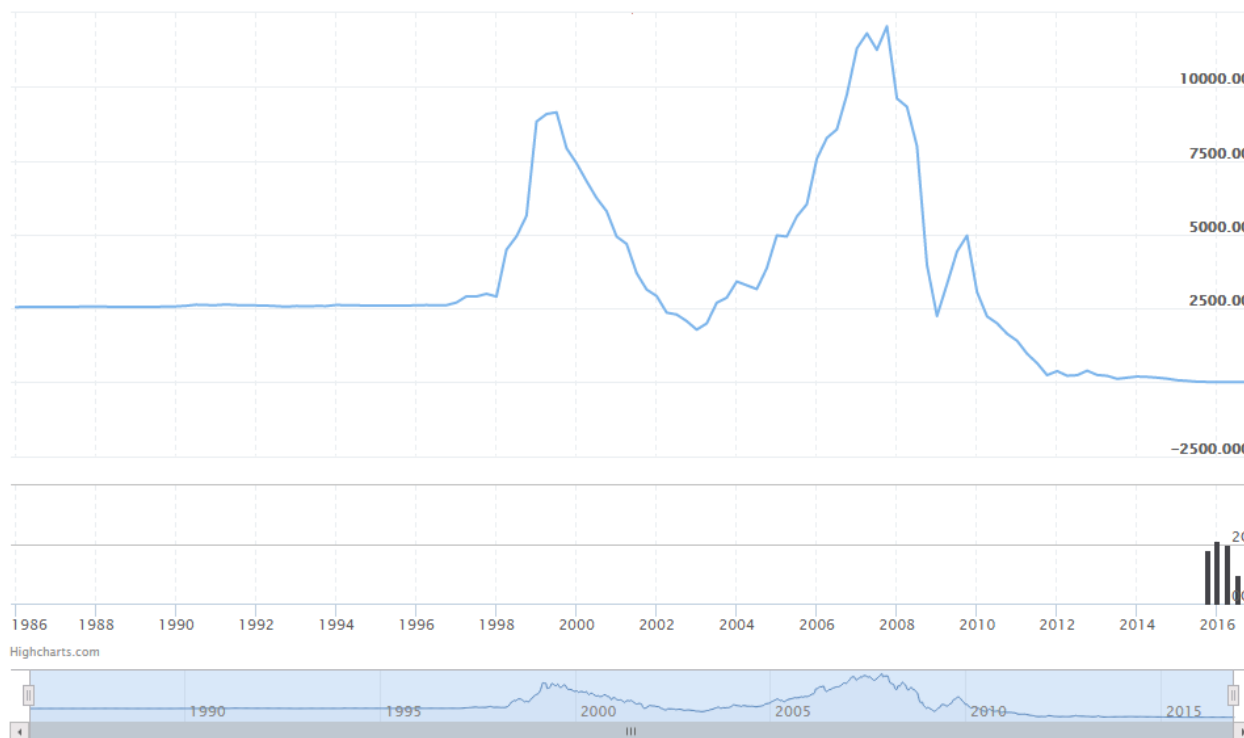
2011-01-02



Εικόνα 44: ΕΜΦΓ όγδοης χρονικής περιόδου

Σε αυτή τη χρονική περίοδο όπως και στη προηγούμενη υπάρχουν πολλές διαφορές στη πληροφορία που δίνεται από το ΕΔΖ συγκριτικά με τα άλλα δύο δίκτυα. Στη κεντρικότητα ισχύος τα δύο δίκτυα έχουν τους ίδιους 5 κόμβους ενώ το ΕΔΖ δεν έχει κανένα από αυτούς τους 5. Από αυτούς τους 5, 3 παρουσιάζονται στα δύο αυτά δίκτυα και στην ιδιοκεντρικότητα οι ΒΑΡΓ, ΞΥΛΠ και ΛΕΒΠ.

Στη κεντρικότητα εγγύτητας σε όλα τα δίκτυα παρουσιάζεται η ΠΕΙΡ, από το κλάδο των τραπεζών, η οποία εμφανίζεται και μεταξύ των δύο φιλτραρισμένων δικτύων στην ιδιοκεντρικότητα και στη διαμεσότητα. Δίνεται η χρονοσειρά των τιμών κλεισίματός της(Capital.gr).



Εικόνα 45: Χρονοσειρά τιμών κλεισίματος της μετοχής ΠΕΙΡ (Capital.gr)

Μέσα στις μετοχές που αναλύθηκαν πρώτη φορά παρουσιάζεται μετοχή με τιμές που ξεπερνάνε τις τιμές που είχαν διαμορφωθεί το 2000. Παρατηρείται μία απότομη πτώση το 2009 κάτι λογικό αφού όπως ήδη αναφέρθηκε το 2009 ήταν μία ιδιαίτερα κρίσιμη κατάσταση ειδικά για τις τράπεζες. Στην περίοδο που μελετάται σε αυτή την υπο παράγραφο η μετοχή παρουσιάζει πτώση.

Η ΠΕΙΡ διαπραγματευόταν συγχωνεύσεις με τράπεζες. Συγκεκριμένα, είχε προτείνει τριπλή συγχώνευση με την Αγροτική Τράπεζα, και το Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο. Όσο όμως ήταν σε συζητήσεις, πραγματοποιούσε παράλληλες διαπραγματεύσεις για συγχώνευση με την Εθνική (ΕΤΕ). Στην απέναντι όχθη βρισκόντουσαν η Alfa Bank σε συνεργασία με την Eurobank (οι οποίες είναι και γειτονικές στα δίκτυα).

Η ΠΕΙΡ και η ΕΥΡΩΒ διενήργησαν συναλλαγές, κατά τη διάρκεια του προγράμματος της αγοράς ιδίων μετοχών της Euromedica Α.Ε, με αποτέλεσμα τον τεχνητό επηρεασμό της τιμής της μετοχής κατά παράβαση των διατάξεων του άρθρου 7 του ν. 3340/2005", όπως σημειώνεται σε σχετική ανακοίνωση. Οι δύο αυτές μετοχές είναι γειτονικές και στο ΕΔΖ και στο ΕΜΦΓ.

6.9 ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

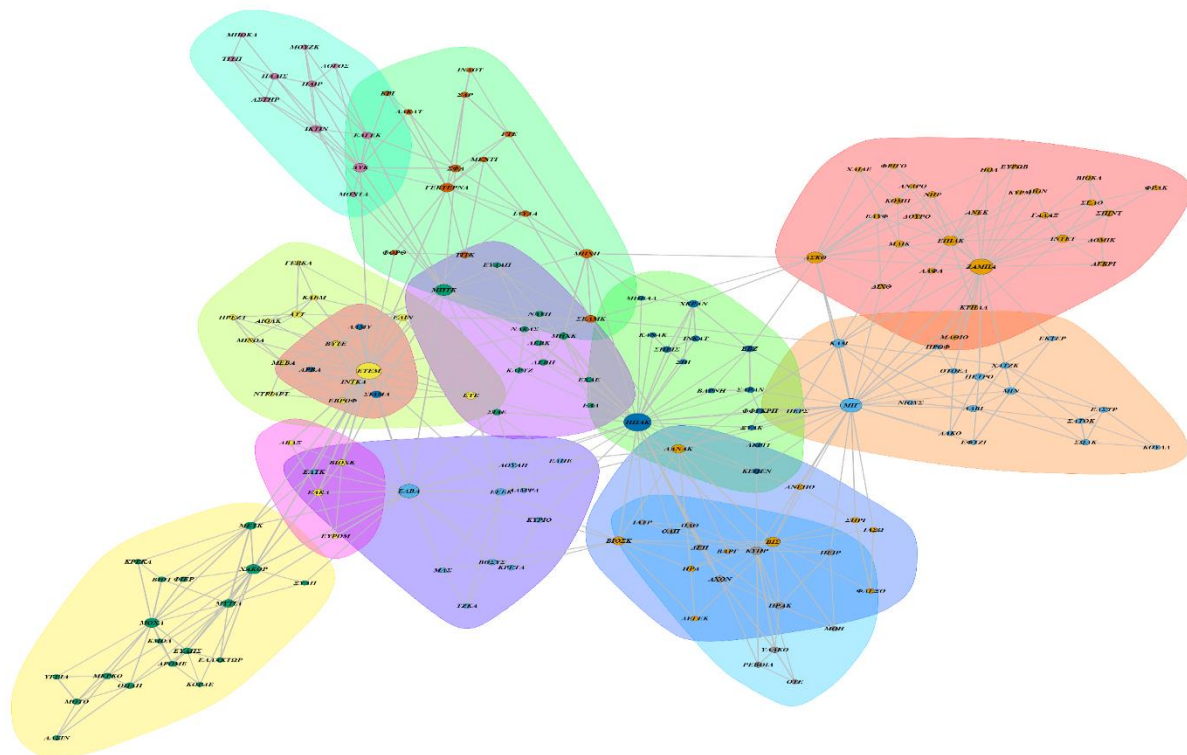
Στο Παράρτημα Πίνακες 3 με 10 παρουσιάζεται για κάθε χρονική περίοδο το πλήθος των μετοχών από κάθε κλάδο που ανήκει σε κάθε κοινότητα.

Γενικά μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι μετοχές δεν έχουν την τάση να δημιουργούν κοινότητες με άλλες του ίδιου κλάδου και υπάρχει «ποικιλία» από κλάδους σε κάθε κοινότητα. Κάτι το οποίο γίνεται εύκολα αντιληπτό στις κοινότητες με μικρό αριθμό κορυφών, όπου δεν εμφανίζονται πάνω από 3 μετοχές που ανήκουν στον ίδιο κλάδο.

Θα μπορούσε να παρατηρηθεί κάποιο μοτίβο στις κοινότητες καθώς όσο πλησιάζαμε στο 2009, μία χρονιά καίριας σημαντικότητας για την Ελλάδα, οι κοινότητες μειωνόντουσαν, ενώ το 2009 παρατηρήθηκαν οι περισσότερες κοινότητες (17), κάτι που θα μπορούσε να εξηγηθεί ως σύναψη στενών σχέσεων μεταξύ λίγων ώστε να καταφέρουν να επιβιώσουν στα καινούργια δεδομένα που ίσχυαν για την χώρα. Ενώ στην συνέχεια, έκτη χρονική περίοδο, οι κοινότητες μειώθηκαν στις 11 και τις επόμενες περιόδους αυξανόντουσαν. Κάτι το οποίο θεωρείται λογικό αφού οι επιχειρήσεις μετά το 2009 προσπαθούσαν να δημιουργήσουν συνεργασίες για να παραμείνουν στην αγορά.

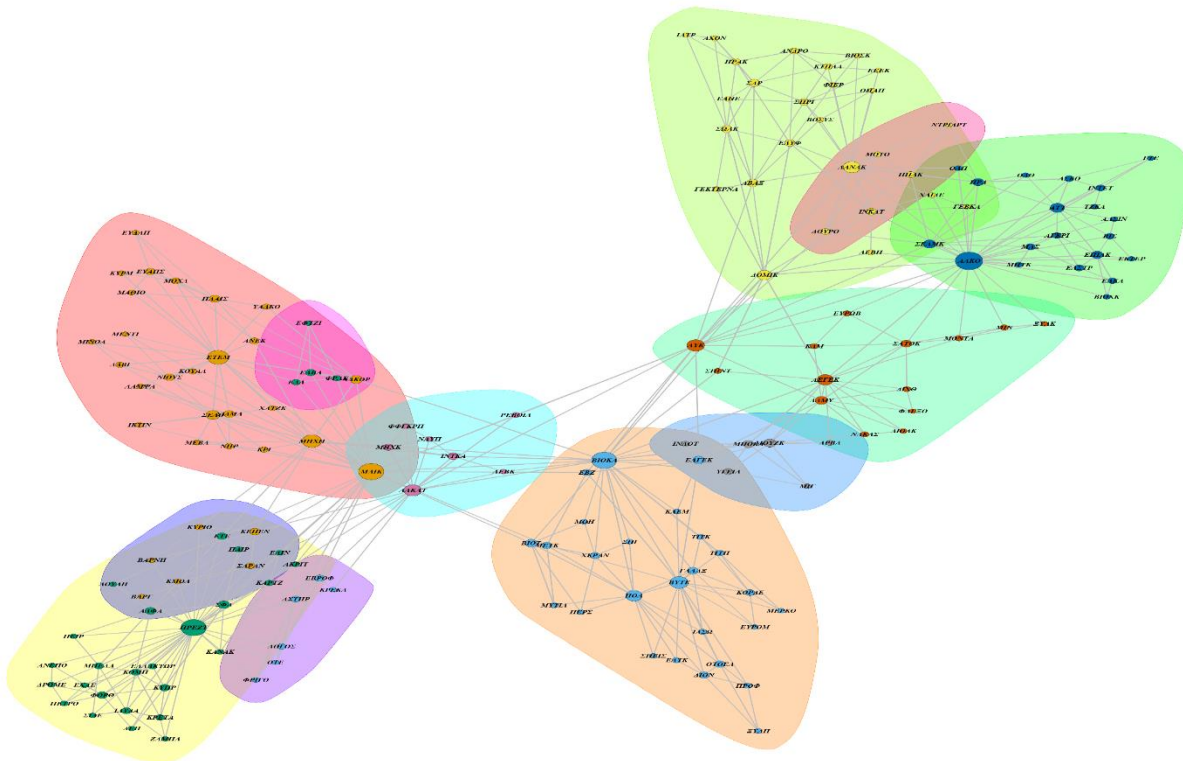
Οι Εικόνες 46 ως 53 παρουσιάζουν τις κοινότητες για τις 8 χρονικές περιόδους. Σε κάθε εικόνα το χρώμα των κόμβων συμβολίζεται σύμφωνα με την κοινότητα στην οποία ανήκουν.

2007-07-02

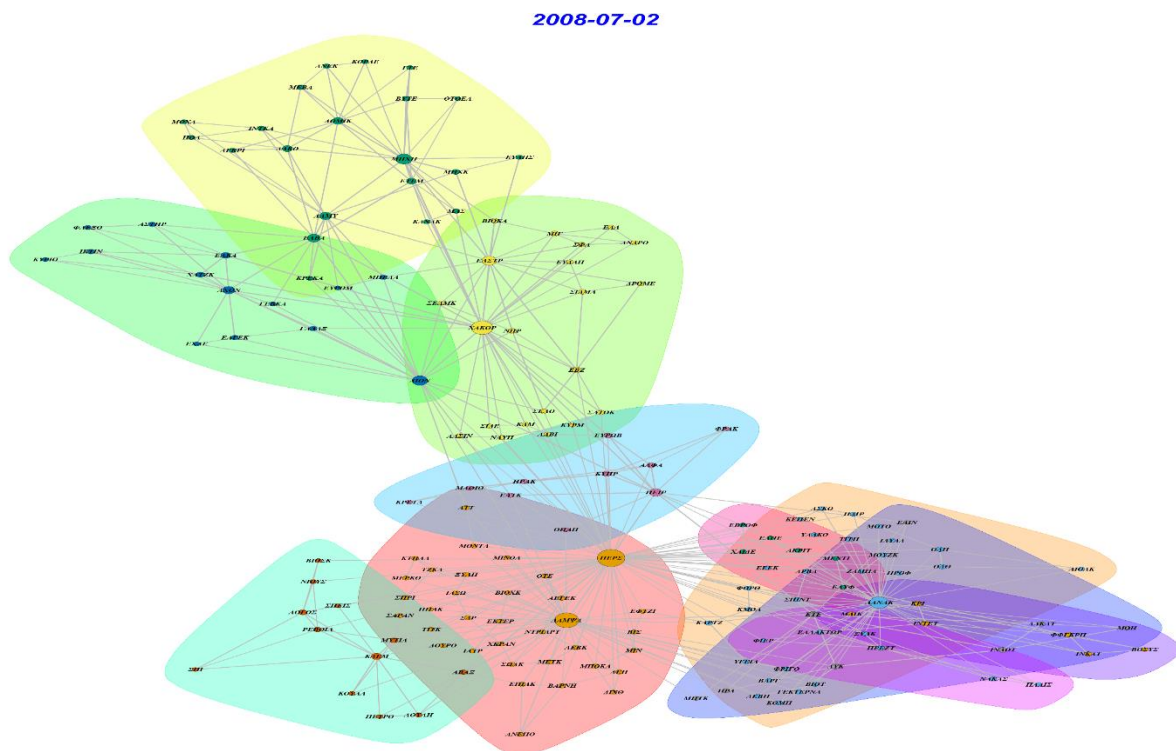


Εικόνα 46: Κοινότητες της πρώτης χρονικής περιόδου

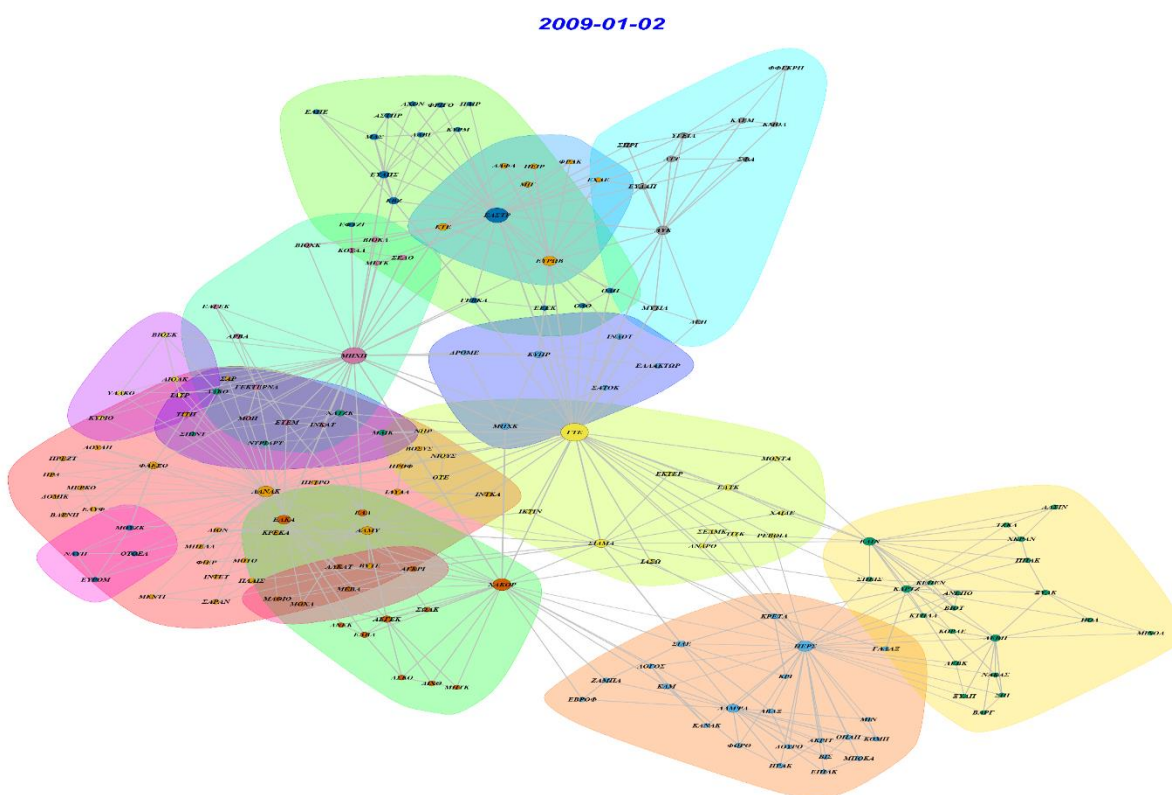
2008-01-02



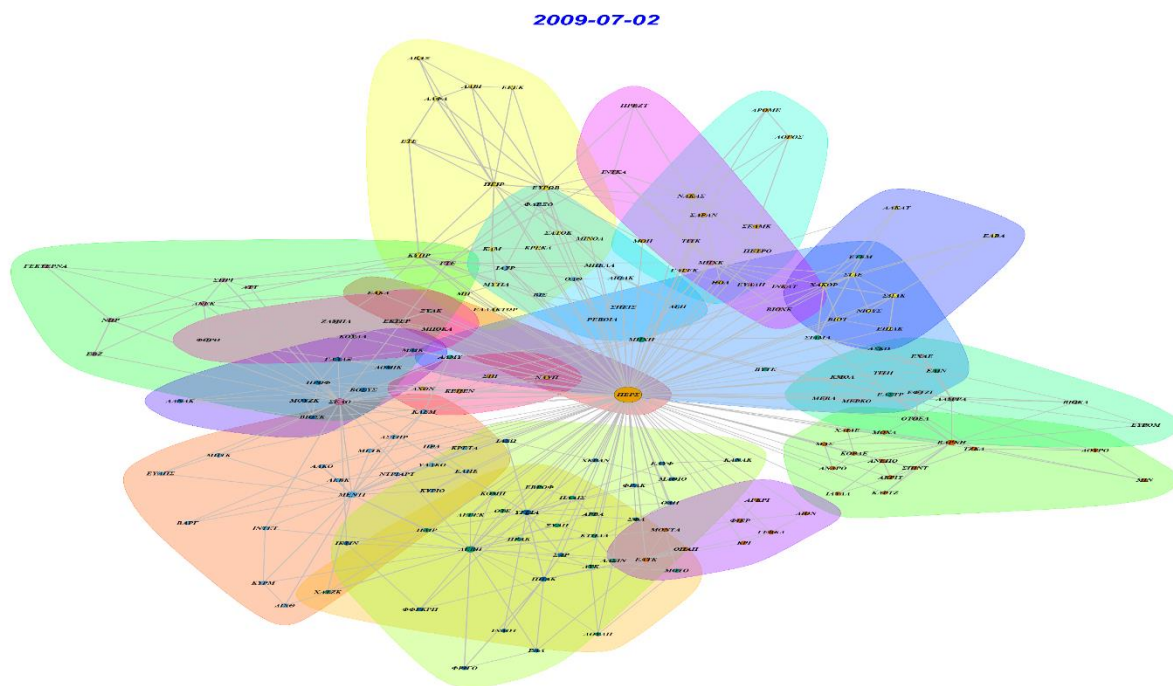
Εικόνα 47: Κοινότητες της δεύτερης χρονικής περιόδου



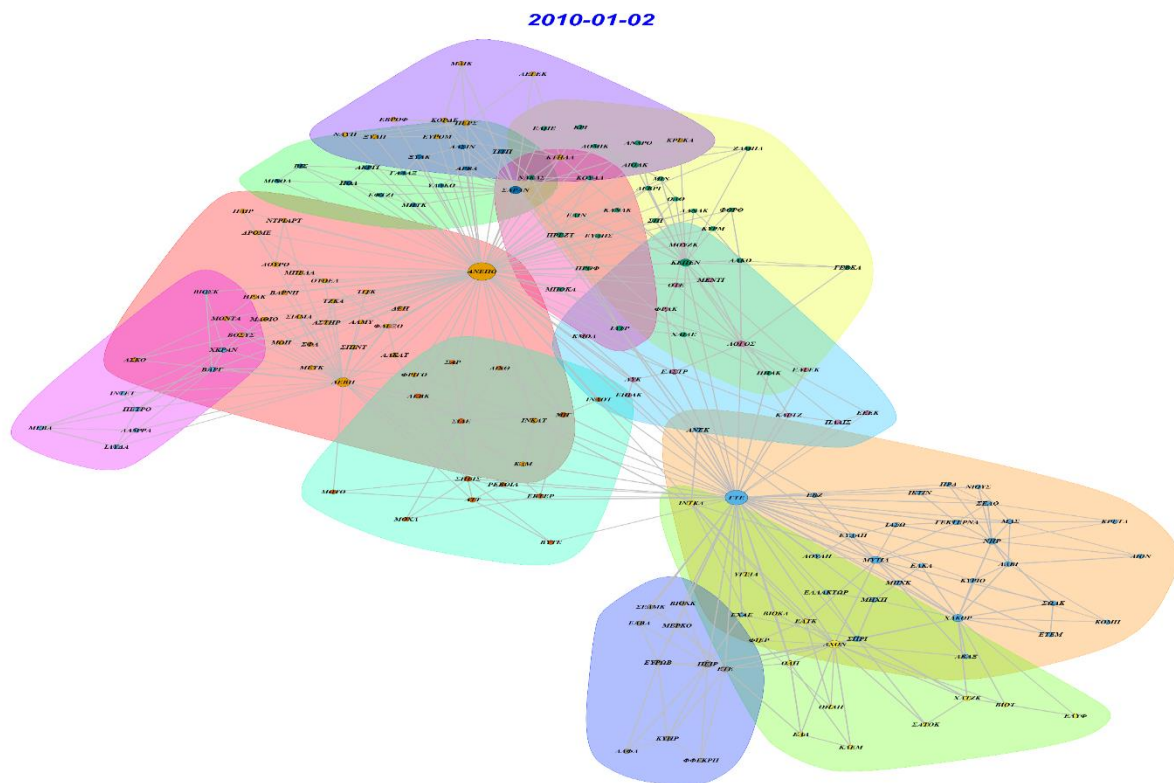
Εικόνα 48: Κοινότητες της τρίτης χρονικής περιόδου



Εικόνα 49: Κοινότητες της τέταρτης χρονικής περιόδου

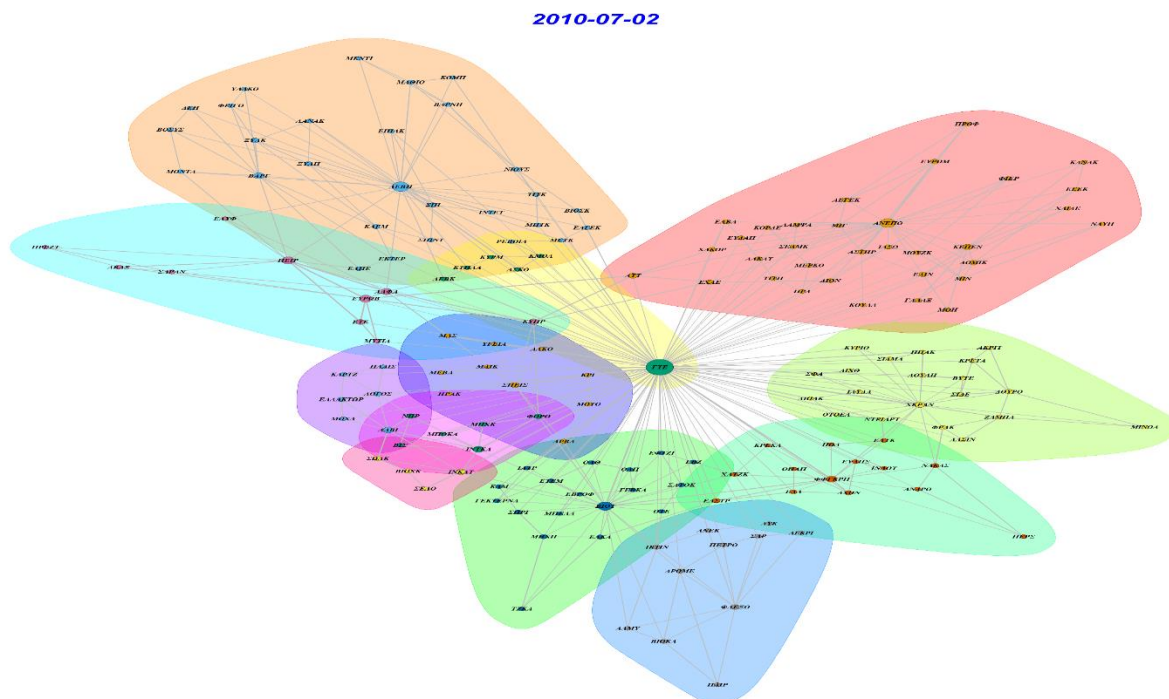


Εικόνα 50: Κοινότητες της πέμπτης χρονικής περιόδου

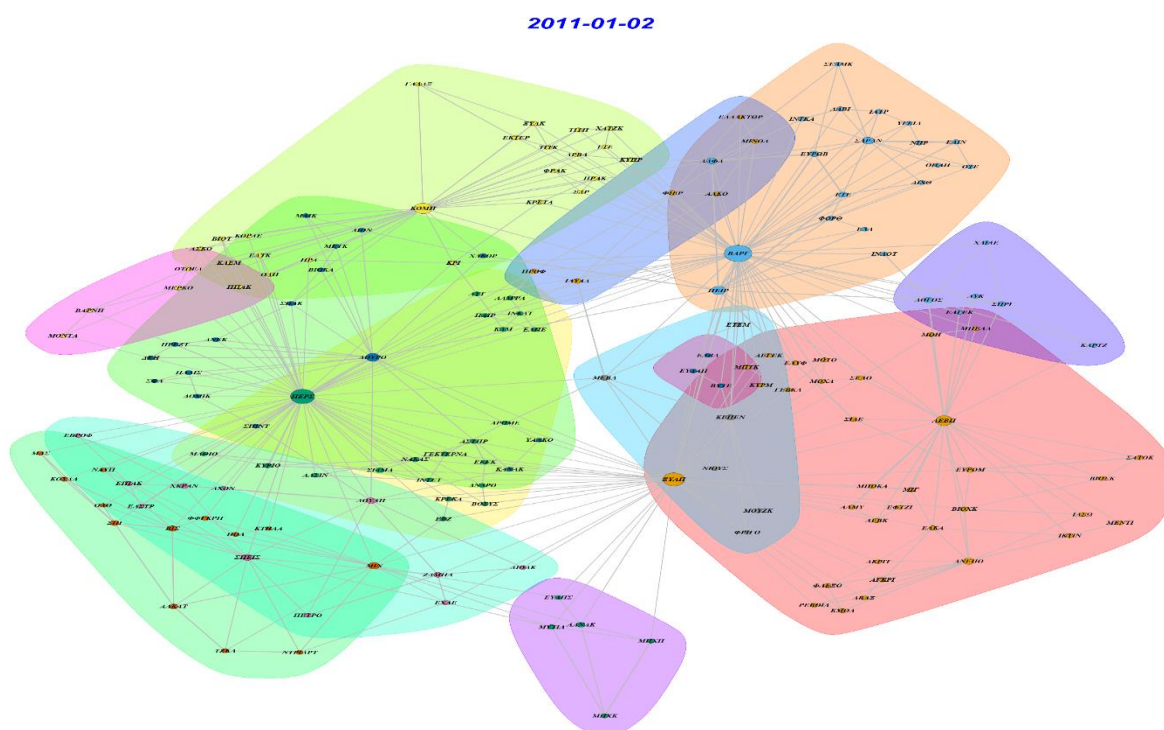


Εικόνα 51: Κοινότητες της έκτης χρονικής περιόδου

Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011



Εικόνα 52: Κοινότητες της έβδομης χρονικής περιόδου



Εικόνα 53: Κοινότητες της όγδοης χρονικής περιόδου

6.9.1 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

Στους επόμενους Πίνακες δίνονται τα αποτελέσματα συγκρίσεων που πραγματοποιήθηκαν με βάση των τριών δεικτών, της διακύμανσης της πληροφορία (variation of information, VI), της κανονικοποιημένης αμοιβαίας πληροφορίας (normalized mutual Information, NMI) και του adjusted Rand index (Adj Rand). Συγκεκριμένα, στο πίνακα 11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έπειτα από τη σύγκριση των διαδοχικών χρονικών περιόδων.

Διαδοχικές Χρ. Περ.	VI	NMI	Adj Rand
1-2	0.237943838	0.17520079	-0.00163399
2-3	0.256804657	0.1541592930	-0.0008333014
3-4	0.270138674	0.20184091	0.01377067
4-5	0.254097334	0.264486460	0.009656479
5-6	0.256318493	0.24267259	0.02017468
6-7	0.271776797	0.18782458	0.01988421
7-8	0.254795151	0.179149987	-0.006640328

Πίνακας 3: Αποτελέσματα συγκρίσεων διαδοχικών περιόδων ως προς τις κοινότητες

Με βάση τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι οι κοινότητες μεταξύ των διαδοχικών κλάσεων είναι ανόμοιες καθώς οι τιμές του VI κυμαίνονται από 0.23 ως 0.27. Γενικά παρατηρείται ότι με το πέρασμα των χρόνων οι κοινότητες έτειναν να είναι πιο όμοιες με εξαίρεση το 2^ο εξάμηνο του 2008 με το 1^ο εξάμηνο του 2009, όπου η κρίση άρχισε να εκτείνεται στην Ελλάδα. Αντίστοιχα, παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και από το NMI με ακόμα μικρότερες, όμως, τιμές. Οι αρνητικές τιμές του Adj Rand είναι ένδειξη για την μη καταλληλότητα λόγω της εξάρτησης από τη μηδενική υπόθεση της υπεργεωμετρικής κατανομής του μέτρου αυτού. Γενικά, όμως οι τιμές του είναι πολύ κοντά στο 0 κάτι που δείχνει ανεξαρτησία μεταξύ των κοινοτήτων.

Στη συνέχεια οι Πίνακες 4 μέχρι 10 αφορούν την σύγκριση κάθε χρονικής περιόδου με τις υπόλοιπες. Διευκρινίζεται ότι η 1^η χρονική περίοδος συγκρίνεται με τις υπόλοιπες 6. Η 2^η όμως καθώς έχει ήδη συγκριθεί με την 1^η της απομένουν 5 ακόμα συγκρίσεις. Συνεπώς, για την 7^η περίοδο αρκεί μία μόνο σύγκριση με την 8^η χρονική περίοδο. Ενώ για την 8^η δεν απαιτείται καμία σύγκριση.

	VI	NMI	Adj Rand
1-2	0.237943838	0.17520079	-0.00163399
1-3	0.253196362	0.182978721	0.001383311
1-4	0.238956959	0.2070099891	0.0006153151
1-5	0.240490672	0.250792748	0.006507338
1-6	0.220641289	0.159784295	-0.005573821
1-7	0.231586807	0.172327106	-0.009640173
1-8	0.244126492	0.194836145	0.002238482

Πίνακας 4: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για τη πρώτη περίοδο

	VI	NMI	Adj Rand
2-3	0.256804657	0.1541592930	-0.0008333014
2-4	0.270752512	0.21103041	0.01473861
2-5	0.217675664	0.200356207	-0.005185941
2-6	0.251109108	0.16058697	0.01381462
2-7	0.269480087	0.181941648	0.008513647
2-8	0.26234768	0.183446223	0.002270275

Πίνακας 5: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για τη δεύτερη περίοδο

	VI	NMI	Adj Rand
3-4	0.270138674	0.20184091	0.01377067
3-5	0.233941195	0.2089995698	-0.0004524962
3-6	0.260740787	0.162110667	0.009679601
3-7	0.289733849	0.19573054	0.01562832
3-8	0.296489817	0.21263534	0.01303552

Πίνακας 6: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για τη τρίτη περίοδο

	VI	NMI	Adj Rand
4-5	0.254097334	0.264486460	0.009656479
4-6	0.237352095	0.178131681	-0.006366897
4-7	0.255078564	0.197953947	0.005294398
4-8	0.238167137	0.188811660	-0.006000653

Πίνακας 7: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για τη τέταρτη περίοδο

	VI	NMI	Adj Rand
5-6	0.256318493	0.24267259	0.02017468
5-7	0.275726579	0.26306136	0.03081599
5-8	0.21522812	0.209850310	-0.007257857

Πίνακας 8: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για τη πέμπτη περίοδο

	VI	NMI	Adj Rand
6-7	0.271776797	0.18782458	0.01988421
6-8	0.263559437	0.18805962	0.01193879

Πίνακας 9: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για την έκτη περίοδο

	VI	NMI	Adj Rand
7-8	0.254795151	0.179149987	-0.006640328

Πίνακας 10: Αποτελέσματα συγκρίσεων όλων των περιόδων ως προς τις κοινότητες για την έβδομη περίοδο

Τέλος, ο Πίνακας 11 περιέχει τις συγκρίσεις των κοινοτήτων με τους κλάδους ανά χρονική περίοδο.

Χρ. Περίοδος	VI	NMI	Adj Rand
1	0.255476480	0.213393759	0.009669215
2	0.255000861	0.182300244	-0.002376052
3	0.282263762	0.20359356	0.01460655
4	0.277989374	0.23748074	0.02235898
5	0.235215116	0.235912442	-0.000523116
6	0.272811209	0.20502513	0.01732778
7	0.252305771	0.183351230	0.002326005
8	0.263592879	0.20469602	0.01064474

Πίνακας 11: Αποτελέσματα συγκρίσεων κοινοτήτων με κλάδους ανά περίοδο

Μέσα από τις συγκρίσεις που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε ότι τα δίκτυα σε σχέση με τις κοινότητες είναι αρκετά ανάμοια μεταξύ τους και ότι οι κοινότητες μεταξύ τους είναι ανεξάρτητες, είτε συγκρίναμε κάθε δίκτυο με όλα τα υπόλοιπα είτε συγκρίναμε τους κλάδους.

Όσον αφορά τις συγκρίσεις των κοινοτήτων με βάση τον κλάδο θεωρείται λογική η ύπαρξη ανομοιοτητας καθώς σύμφωνα με τους πίνακες που εμφάνιζαν πόσες μετοχές από κάθε κλάδο ανήκουν σε κάθε κοινότητα δεν είχε εμφανιστεί κάποιο μοτίβο.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το φιλτράρισμα του πλήρους δικτύου με τη χρήση ΕΔΖ και ΕΜΦΓ, οδήγησε σε δίκτυα με κατανομή βαθμών τη δυναμοκατανομή, επομένως σε δίκτυα με χαρακτηριστικά ανομοιογένειας και κόμβους-ομδαλούς. Αν και οι τιμές του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης φανέρωσαν ότι τα μέτρα κεντρικότητας όπως υπολογίστηκαν από τους τρεις τύπους δικτύων δεν μπορούν να χαρακτηριστούν συνεπή, σε κάποιες περιπτώσεις βρέθηκε μεταξύ τους μέτρια προς ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση. Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτό οφειλόταν σε συγκεκριμένες μετοχές οι οποίες διατηρούσαν την πρώτη ή σχεδόν πρώτη θέση σε κάποιο ή σε όλα τα μέτρα κεντρικότητας στο πλήρες δίκτυο, στο ΕΜΦΓ και στο ΕΔΖ.

Σημαντική περίοδος θεωρείται το 2009 όπου τα αποτελέσματα που προέκυψαν αλλάζαν αρκετά τη μέχρι τότε εικόνα που είχε σχηματιστεί. Συγκεκριμένα, στα καθολικά μετρά παρατηρήθηκε μία έντονη διαφοροποίηση συγκριτικά με τις προηγούμενες και επόμενες χρονιές. Ενώ στα μέτρα κεντρικότητας άλλαξε η εικόνα όσον αφορά τους κλάδους των μετοχών που είχαν κυρίαρχη θέση μέσα στα δίκτυα. Να τονιστεί επίσης ότι τις τελευταίες χρονικές περιόδους μετά την είσοδο της χώρας στο ΔΝΤ το ΕΔΖ έδινε αρκετά διαφορετική πληροφορία συγκριτικά με το πλήρες δίκτυο και το ΕΜΦΓ, σε ορισμένες περιπτώσεις τα αποτελέσματα του ήταν εξολοκλήρου διαφορετικά.

Σύμφωνα με τον εντοπισμό πραγματικών γεγονότων, παρατηρείται ότι τις πρώτες χρονιές κεντρικές θέσεις είχαν μετοχές από των κλάδο των Πρώτων Υλών, Κατασκευών και Υλικά Κατασκευών και Βιομηχανικών Προϊόντων, τρεις κλάδοι με παρεμφερές αντικείμενο και αρκετές συνεργασίες μεταξύ τους. Ενώ στις μετέπειτα χρονιές και όσο βάδιζε η χώρα προς την κρίση με αρχή το 2^ο εξάμηνο του 2009, μετά τις εκλογές και την ανακοίνωση ότι το έλλειμμα της Ελλάδας θα κυμανθεί στο 12,7% του ΑΕΠ, άρχισαν να εμφανίζονται σε πρώτες θέσεις μετοχές από το κλάδο των Τραπεζών.

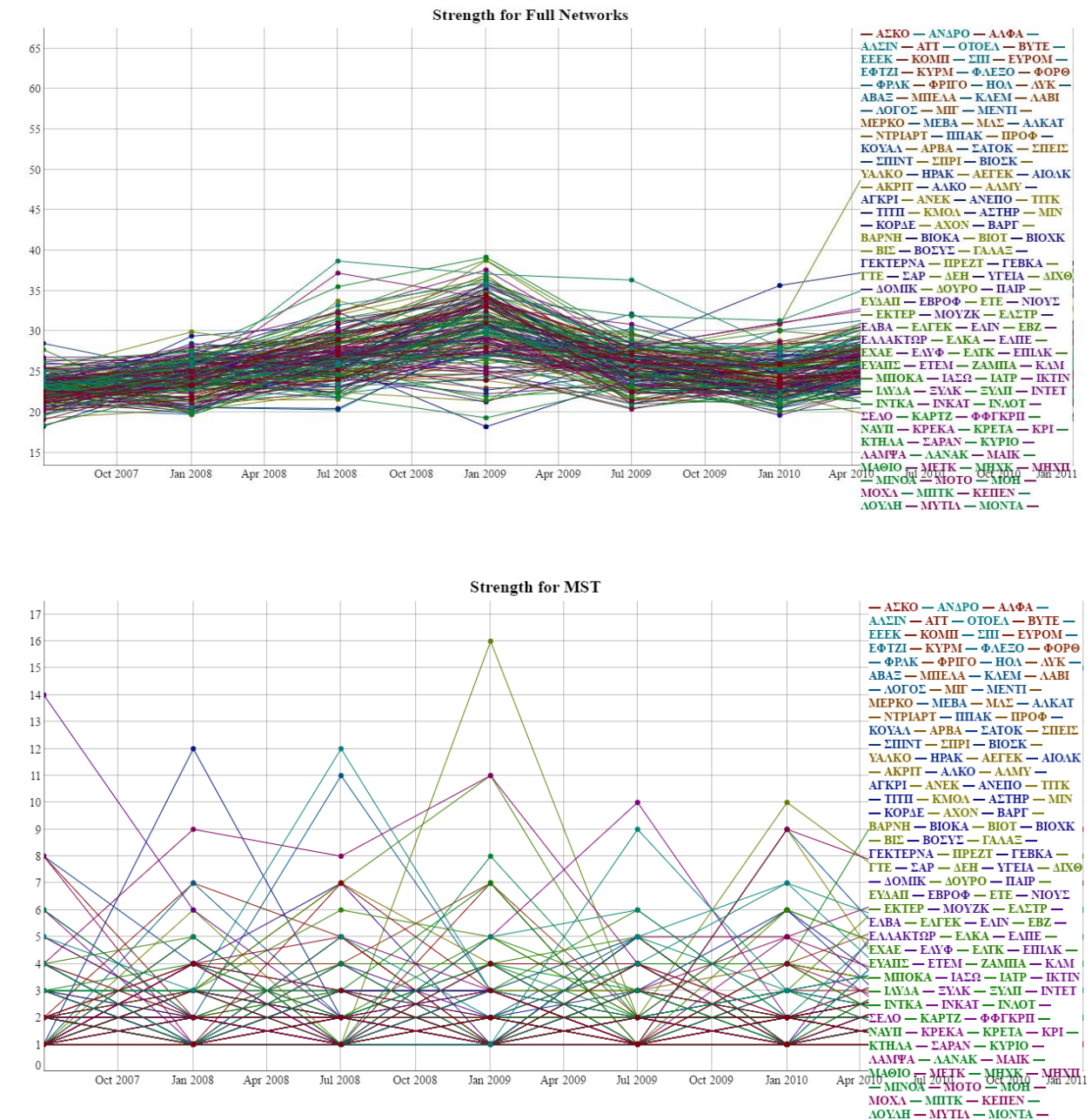
Όσον αφορά τις κοινότητες στο ΕΜΦΓ, παρατηρείται η τάση να δημιουργούνται μεταξύ ανόμοιων κλάδων, εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις στις οποίες κάποια κοινότητα χαρακτηρίζεται κυρίως από μετοχές ενός κλάδου και μια περίπτωση που μια μικρή κοινότητα αποτελούνταν από τρεις μετοχές ενός κλάδου. Τέλος φάνηκε ότι ο διαμερισμός των 8 δικτύων σε κοινότητες

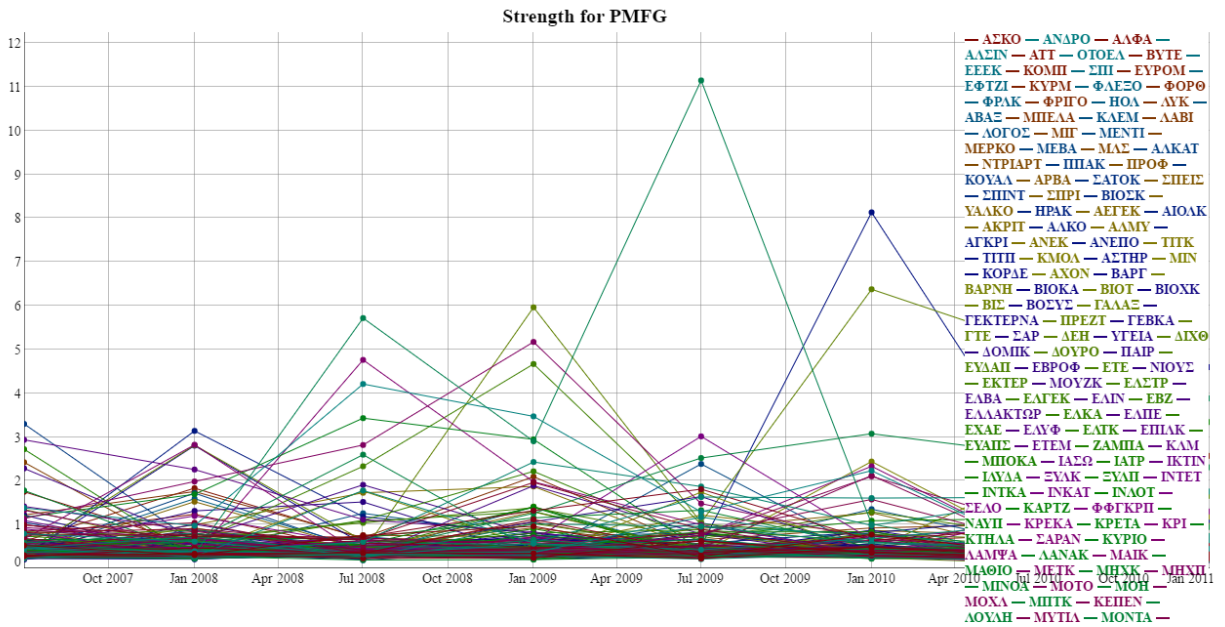
διαφοροποιείται ανά εξάμηνο, είτε θεωρήσουμε διαδοχικά εξάμηνα είτε οποιαδήποτε στη χρονική περίοδο μελέτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

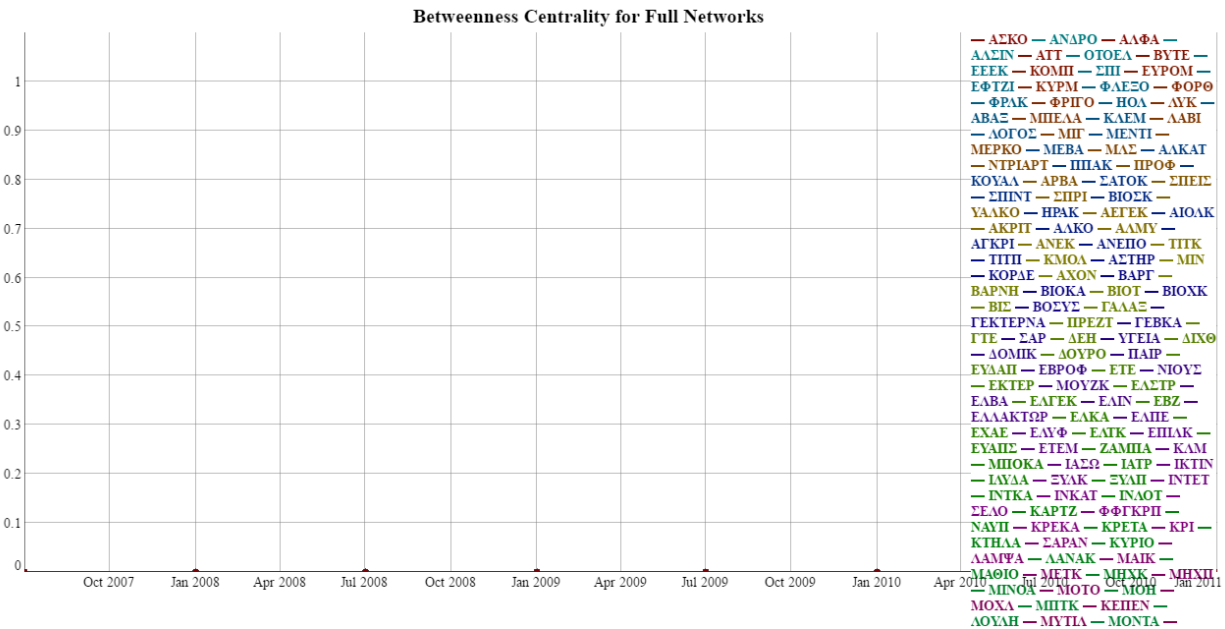
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΕΣ

Κεντρικότητα ισχύος

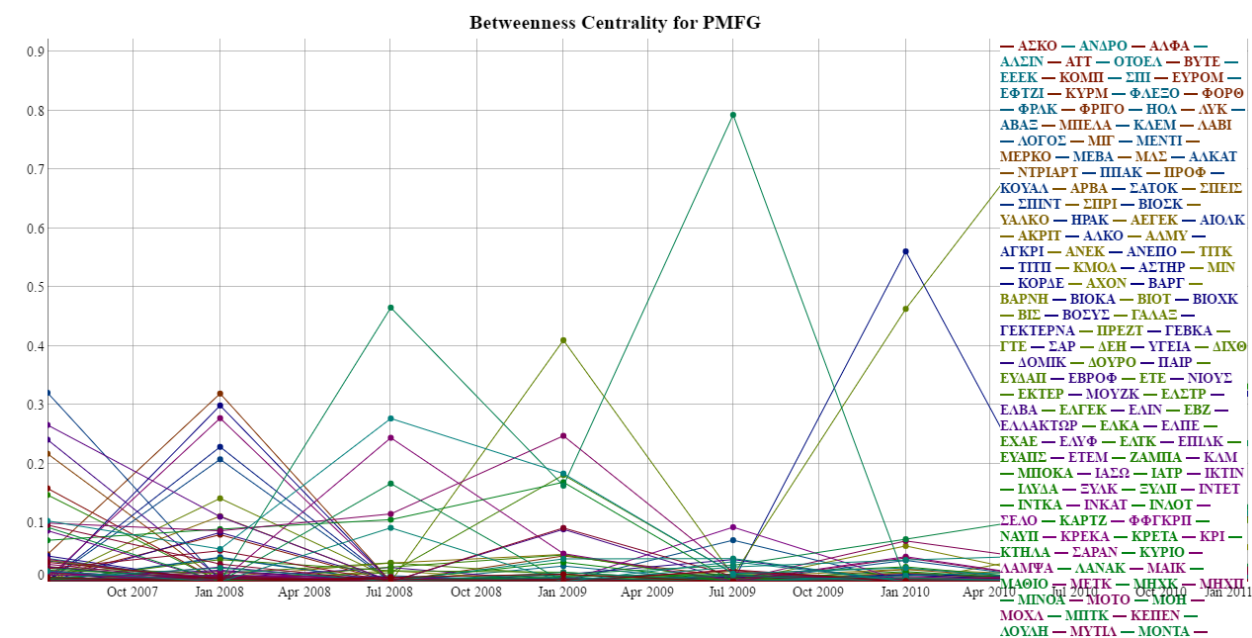
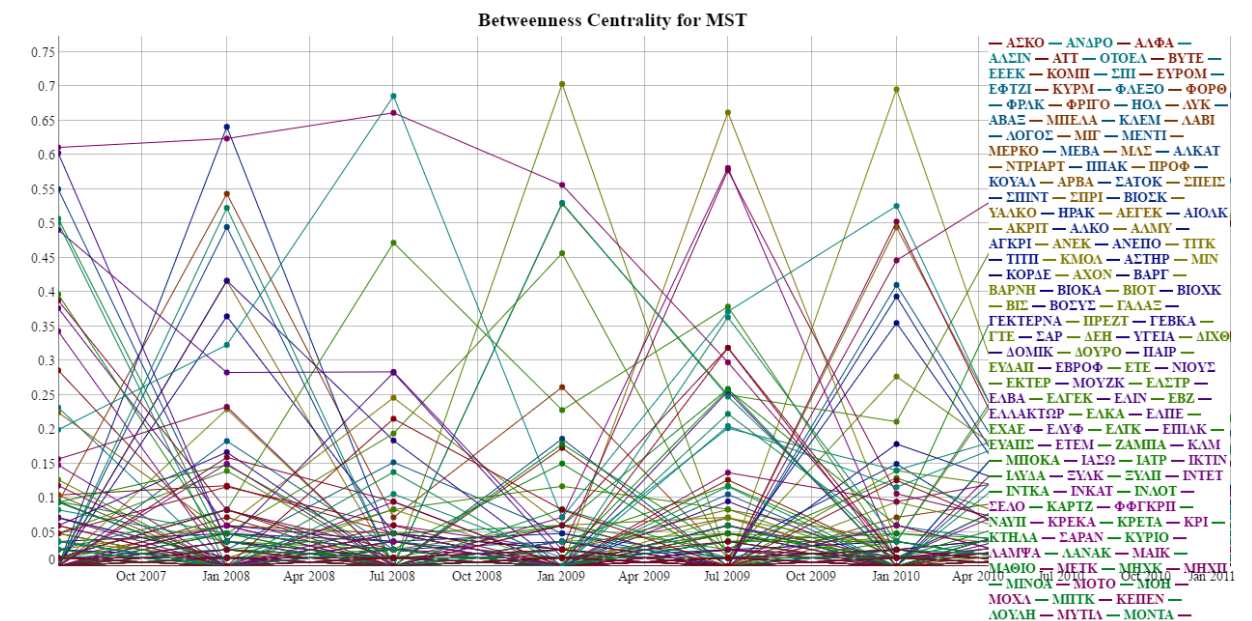




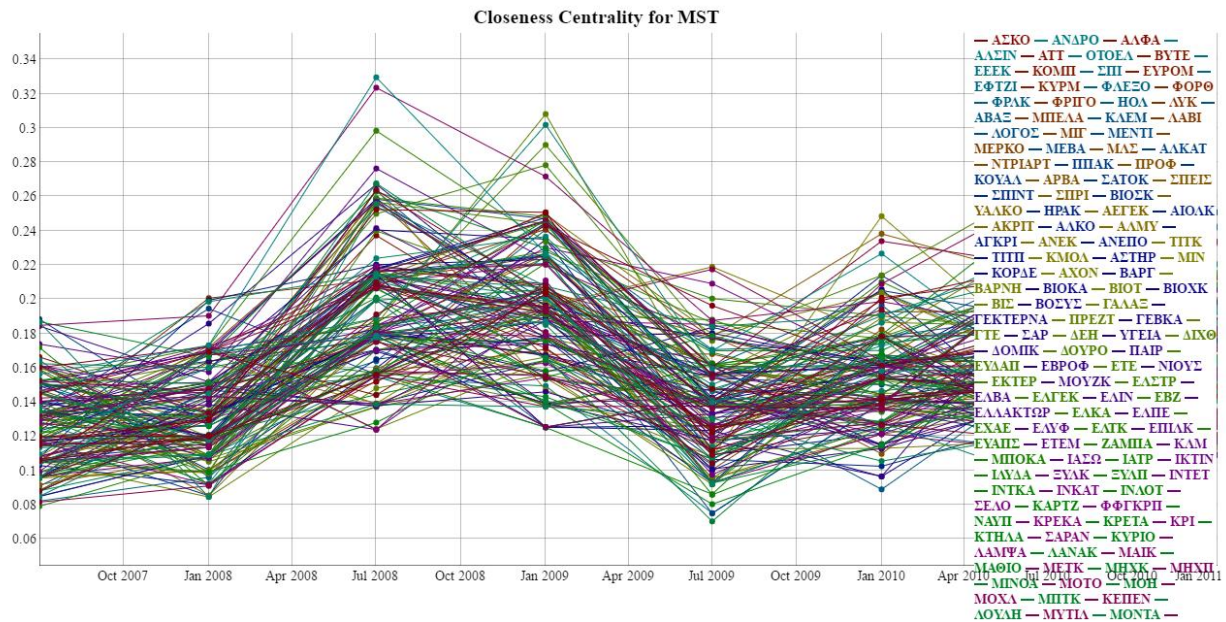
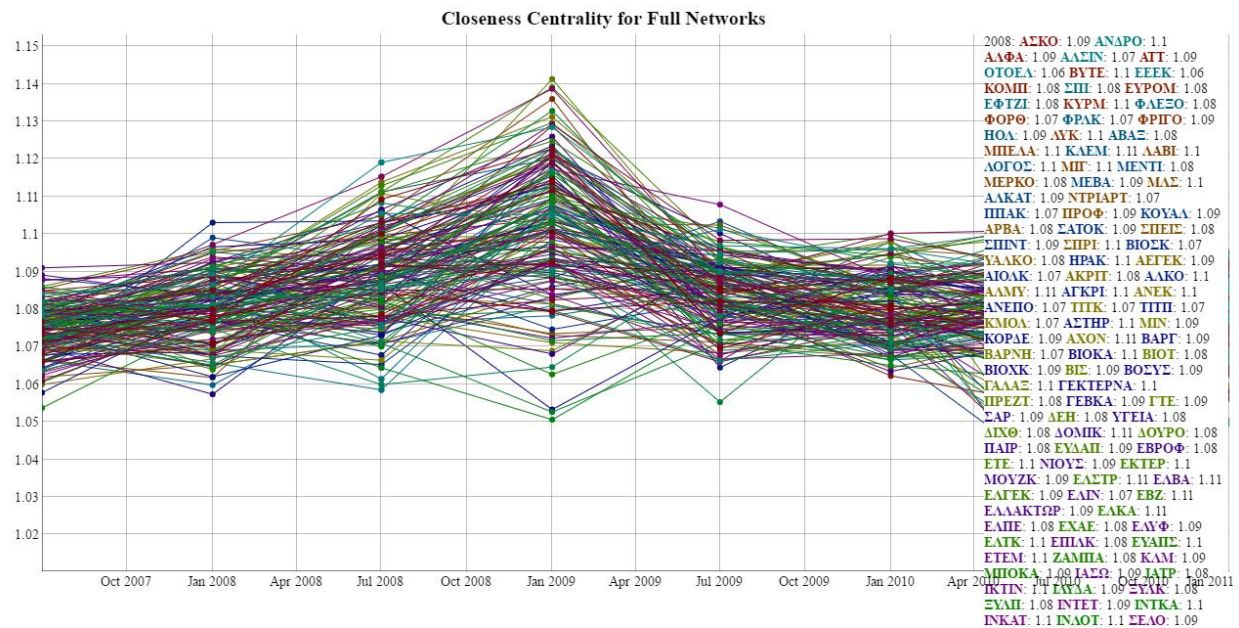
Διαμεσότητα



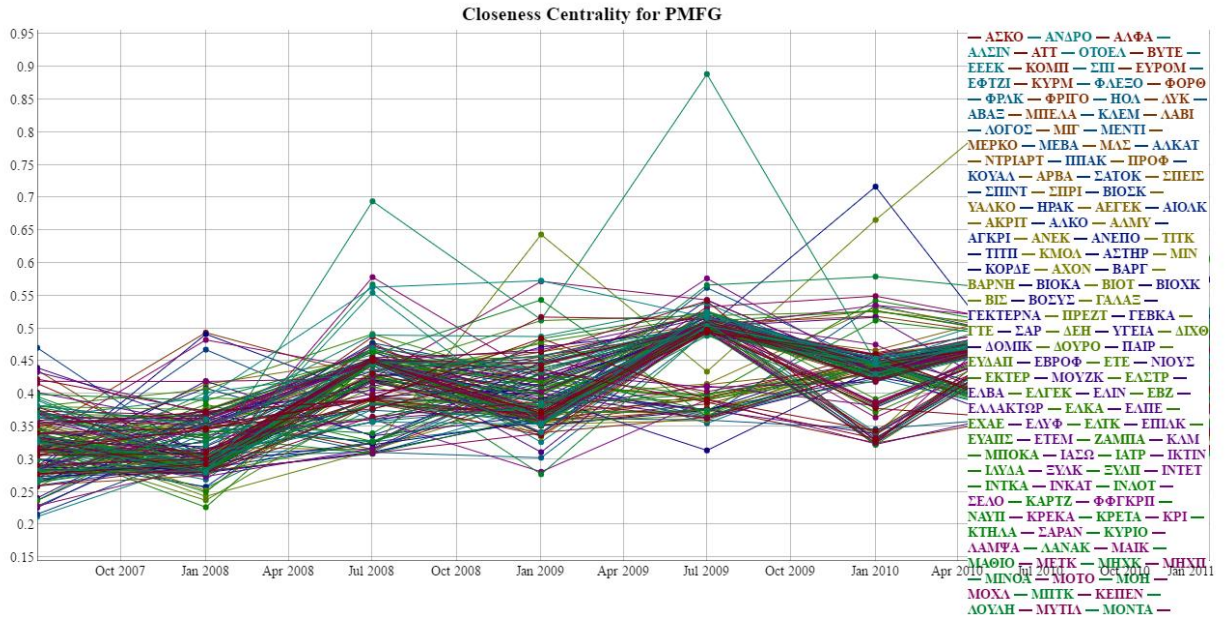
Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011



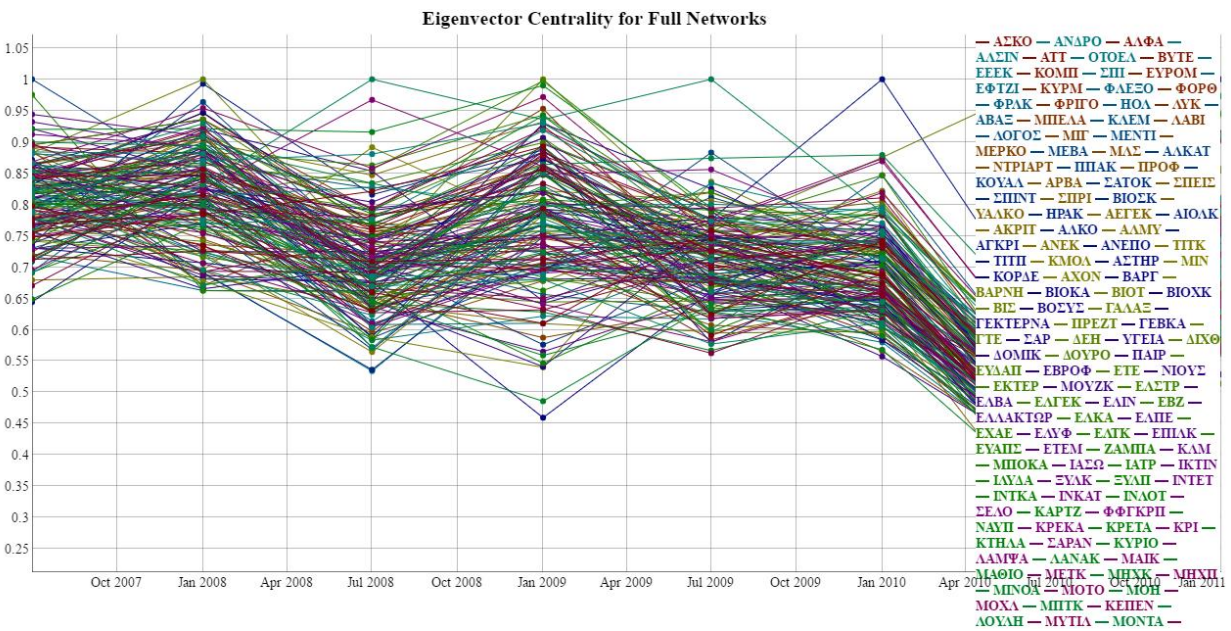
Κεντρικότητα εγγύτητας

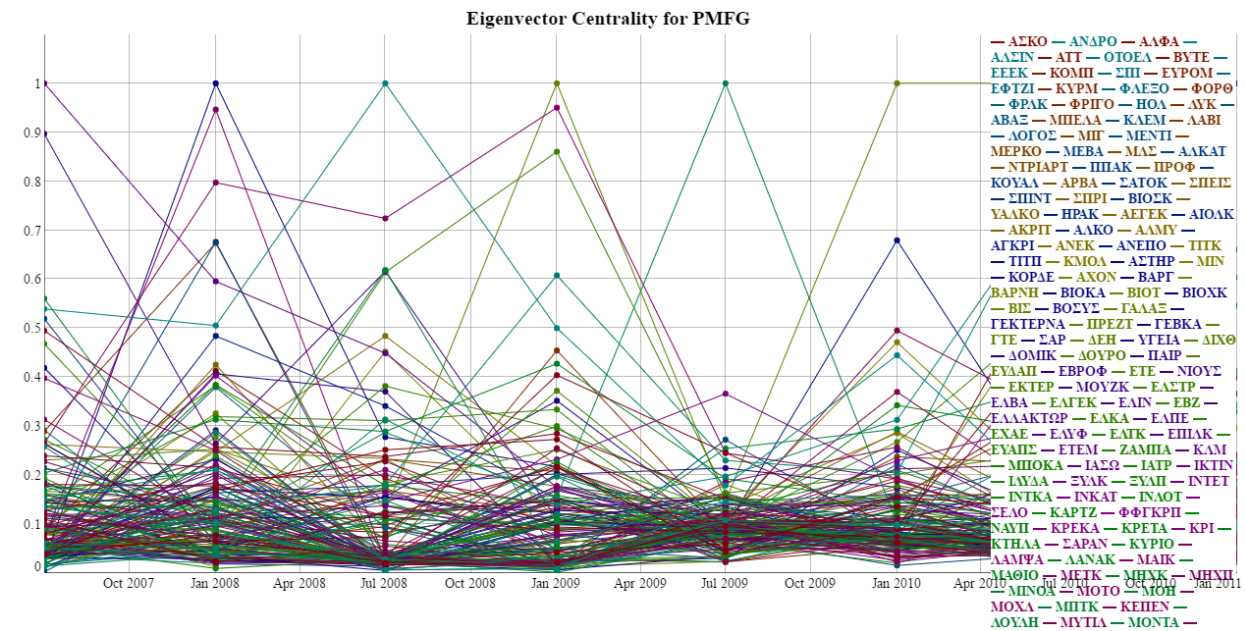
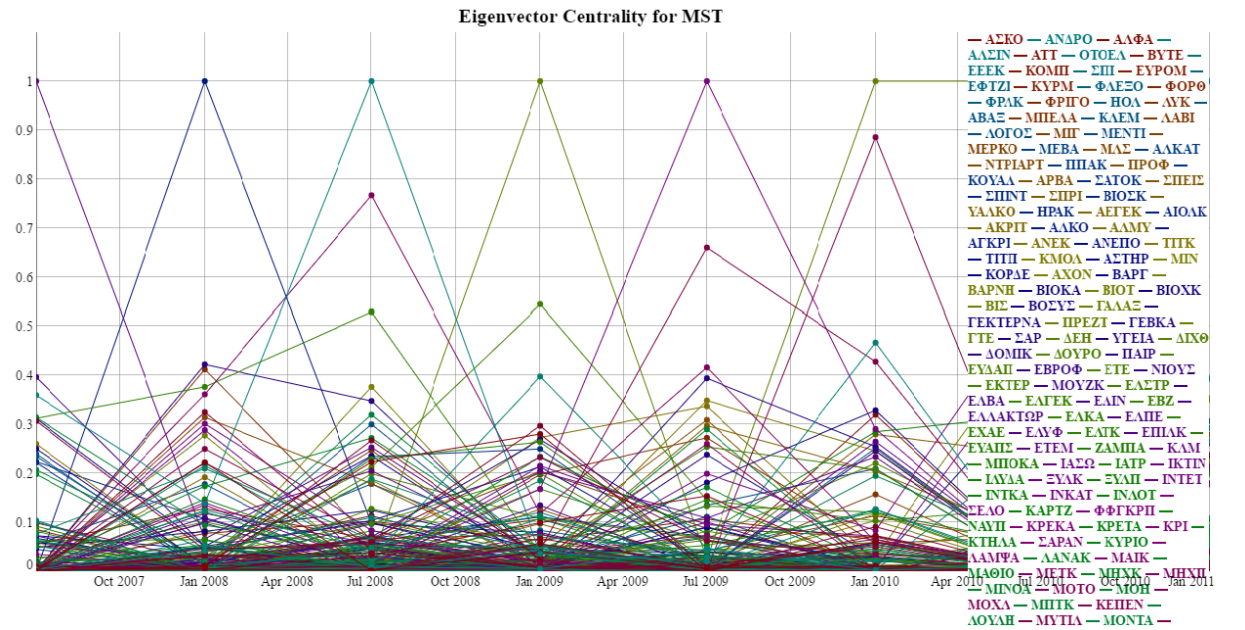


Η Εξέλιξη του Οικονομικού Δικτύου του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών από το 2007 ως το 2011

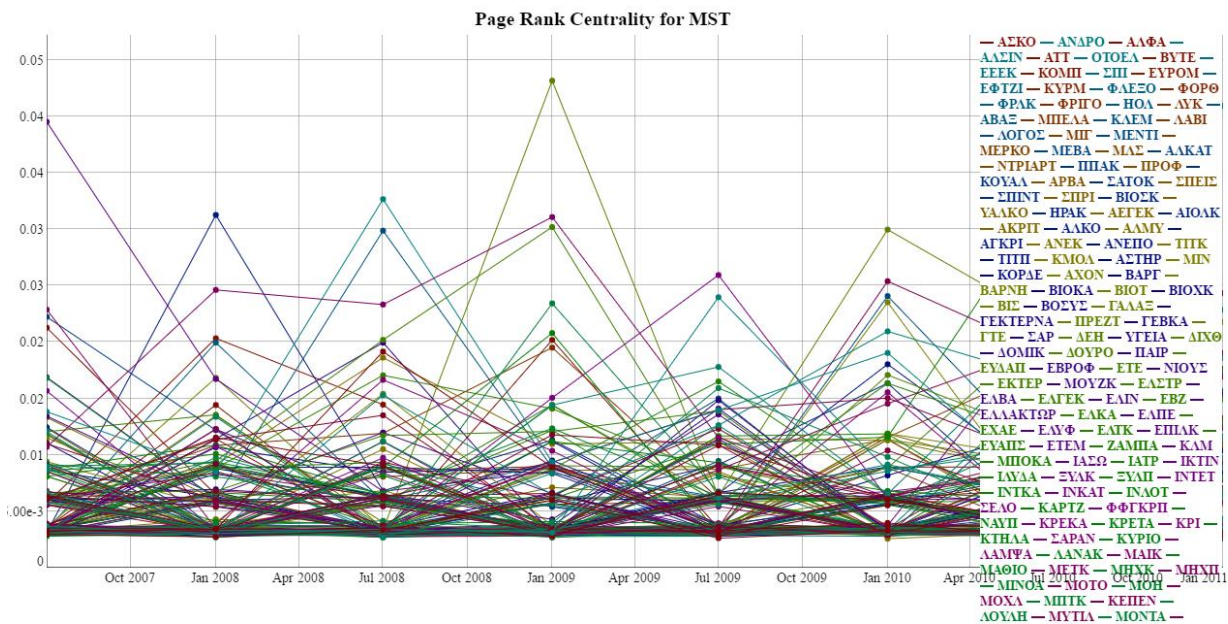
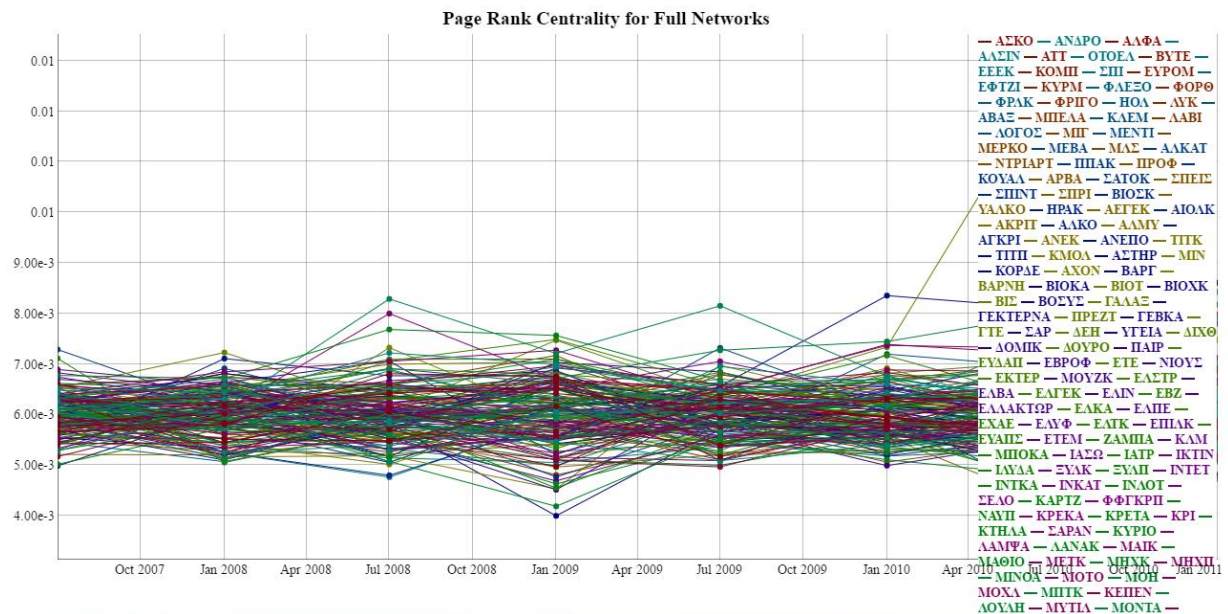


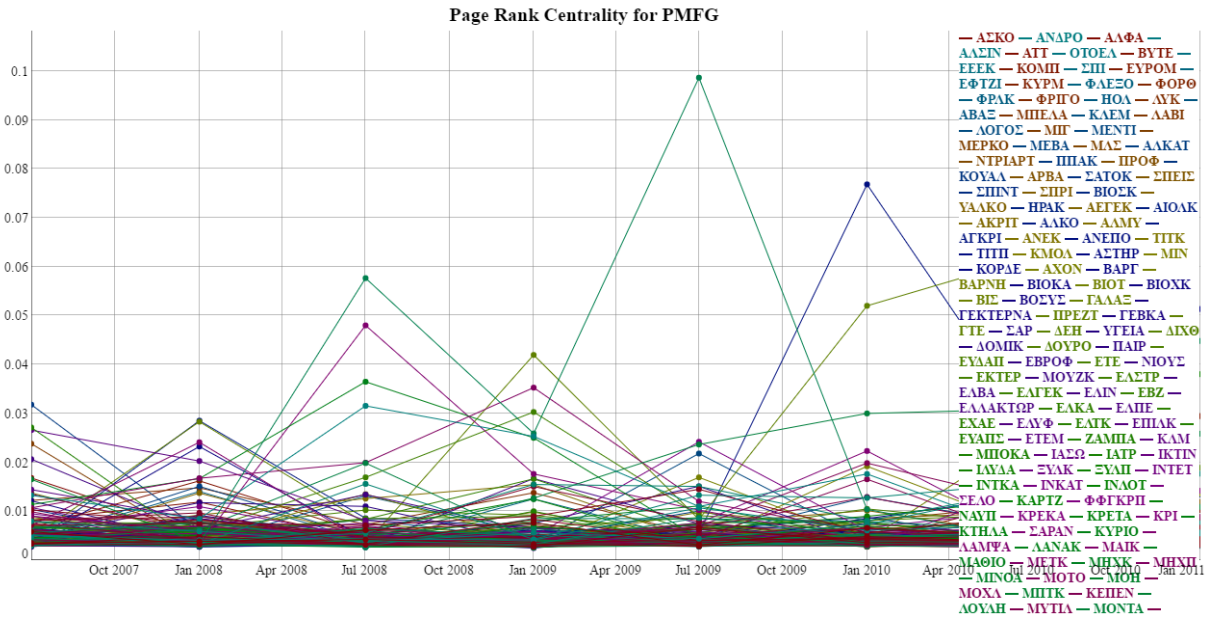
Ιδιοκεντρικότητα





Κεντρικότητα Page Rank





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΕΣ

ΑΑ	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΜΕΤΟΧΗ	ΚΛΑΔΟΣ
1	A.S. A.E. (ΚΟ)	ΑΣΚΟ	ΕΜΠΟΡΙΟ
2	ALPHA TRUST - ΑΝΔΡΟΜΕΔΑ Α.Ε.Ε.Χ. (ΚΟ)	ΑΝΔΡΟ	ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
3	ALPHA ΤΡΑΠΕΖΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΛΦΑ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
4	ALSINCO Α.Ε.Ε. ΕΙΔΩΝ ΕΝΔ.-ΥΠΟΔ.(ΚΟ)	ΑΛΣΙΝ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
5	ATTICA BANK ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ (ΚΟ)	ΑΤΤ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
6	AUTOHELLAS Α.Τ.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΟΤΟΕΛ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
7	BYTE COMPUTER ΑΒ.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΒΥΤΕ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
8	COCA-COLA Ε.Ε.Ε. Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΕΕΚ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
9	COMPUCON ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Η/Υ ΑΒΕΕ (ΚΟ)	ΚΟΜΠ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
10	CPI Α. Ε. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ (ΚΟ)	ΣΠΙ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
11	EUROMEDICA Α.Ε. ΠΑΡΟΧΗΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ (ΚΟ)	ΕΥΡΟΜ	ΥΓΕΙΑ
12	F.G. EUROPE Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΦΤΖΙ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
13	F.H.L. Η.ΚΥΡΙΑΚΙΔΗΣ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΚΥΡΜ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
14	FLEXOPACK Α.Ε.Β.Ε.Π. (ΚΟ)	ΦΛΕΞΟ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
15	FORTHNET Α.Ε. (ΚΟ)	ΦΟΡΘ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
16	FOURLIS Α.Ε.ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΟ)	ΦΡΑΚ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
17	FRIGOGLASS Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΦΡΙΓΟ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
18	HELLAS ONLINE ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΗΟΛ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
19	INFORM Π. ΛΥΚΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΛΥΚ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
20	J. & P. - ΑΒΑΞ Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΒΑΞ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
21	JUMBO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ (ΚΟ)	ΜΠΕΛΑ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ

22	KLEEMAN HELLAS A.B.E.E. (ΚΟ)	ΚΛΕΜ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
23	LAVIPHARM A.E. (ΚΟ)	ΛΑΒΙ	ΥΓΕΙΑ
24	Logismos ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΛΟΓΟΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
25	MARFIN INVESTMENT GROUP A.E. ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΟ)	ΜΙΓ	ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
26	MEDICON ΕΛΛΑΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ (ΚΟ)	ΜΕΝΤΙ	ΥΓΕΙΑ
27	MERMEREN KOMBINAT A.D. PRILEP (ΕΛΠ)	ΜΕΡΚΟ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
28	MEVACO ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΜΕΒΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
29	MLS ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΜΛΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
30	NEXANS ΕΛΛΑΣ Α. Β. Ε. (ΚΟ)	ΑΛΚΑΤ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
31	NUTRIART A.B.E.E. (ΚΟ)	ΝΤΡΙΑΡΤ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
32	PAPERPACK - ΤΣΟΥΚΑΡΙΔΗΣ Ι. Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΠΠΑΚ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
33	PROFILE A.E.B.E. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ (ΚΟ)	ΠΡΟΦ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
34	QUALITY AND RELIABILITY A.B.E.E.(ΚΟ)	ΚΟΥΑΛ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
35	S & B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΡΒΑ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
36	SATO A.E. ΕΙΔΩΝ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΚΑΙ ΣΠΙΤΙΟΥ (ΚΟ)	ΣΑΤΟΚ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
37	SPACE HELLAS A.E. (ΚΟ)	ΣΠΕΙΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
38	SPIDER Ν.ΠΕΤΣΙΟΣ & ΥΙΟΙ Α.Ε.(ΚΟ)	ΣΠΙΝΤ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
39	SPRIDER STORES A.E.B.E. ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ - ΚΤΗΜΑΤΙΚΗ (ΚΟ)	ΣΠΡΙ	ΕΜΠΟΡΙΟ
40	UNIBIOS A.E. ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΟ)	ΒΙΟΣΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
41	YALCO - ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Α.Ε. (ΚΑ)	ΥΑΛΚΟ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
42	Α.Γ.Ε.Τ. ΗΡΑΚΛΗΣ (ΚΟ)	ΗΡΑΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

43	ΑΕΓΕΚ (ΚΟ)	ΑΕΓΕΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
44	ΑΙΟΛΙΚΗ Α.Ε.Ε.Χ. (ΚΟ)	ΑΙΟΛΚ	ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
45	ΑΚΡΙΤΑΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΚΡΙΤ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
46	ΑΛΚΟ ΕΛΛΑΣ ΑΒΕΕ (ΚΟ)	ΑΛΚΟ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
47	ΑΛΟΥΜΥΛ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΛΜΥ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
48	ΑΛΦΑ ΓΚΡΙΣΙΝ ΣΥΣΤ. ΙΣΧ. & ΕΛΕΓ. ΠΕΡΙΒ. Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΓΚΡΙ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
49	ΑΝΕΚ Α.Ε. (ΚΟ)	ΑΝΕΚ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
50	ΑΝΕΚ Α.Ε. (ΠΟ 96)	ΑΝΕΠΟ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
51	ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ (ΚΟ)	ΤΙΤΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
52	ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ (ΠΟ)	ΤΙΤΠ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
53	ΑΡΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΡΑΜΟΛΕΓΚΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΚΜΟΛ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
54	ΑΣΤΗΡ ΠΑΛΑΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ Α.Ξ.Ε. (ΚΟ)	ΑΣΤΗΡ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
55	ΑΦΟΙ Ι. & Β. ΛΑΔΕΝΗΣ Α.Ε. "ΜΙΝΕΡΒΑ" (ΚΑ)	ΜΙΝ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
56	ΑΦΟΙ Χ. ΚΟΡΔΕΛΛΟΥ Α.Ε.Β.Ε. (ΚΑ)	ΚΟΡΔΕ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
57	ΑΧΟΝ Α.Ε. ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΟ)	ΑΧΟΝ	ΥΓΕΙΑ
58	ΒΑΡΑΓΚΗΣ Α.Ε.Β.Ε.Π.Ε. (ΚΟ)	ΒΑΡΓ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
59	ΒΑΡΒΑΡΕΣΟΣ Α.Ε. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΝΗΜΑΤΟΥΡΓΕΙΑ (ΚΑ)	ΒΑΡΝΗ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
60	ΒΙΟΚΑΡΠΕΤ Α.Ε. ΒΙΟΜ. & ΕΜΠΟΡ.ΕΠΙΧΕΙΡ. (ΚΟ)	ΒΙΟΚΑ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
61	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΒΙΟΤΕΡ Α.Ε. (ΚΟ)	ΒΙΟΤ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
62	ΒΙΟΧΑΛΚΟ Ε.Β. ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΙ ΑΛΟΥΜ. (ΚΑ)	ΒΙΟΧΚ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
63	ΒΙΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΒΙΣ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

64	ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ SYSTEMS Α.Ε. (ΚΟ)	ΒΟΣΥΣ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
65	ΓΑΛΑΞΙΔΙ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΓΑΛΑΞ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
66	ΓΕΚ ΤΕΡΝΑ Α.Ε. ΣΥΜ/ΧΩΝ, ΑΚΙΝΗΤΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ (ΚΟ)	ΓΕΚΤΕΡΝΑ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
67	ΓΕΚΕ Α.Ε. (ΚΑ)	ΠΡΕΖΤ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
68	ΓΕΝ. ΕΜΠΟΡΙΟΥ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ (ΚΟ)	ΓΕΒΚΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
69	ΓΕΝΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΓΤΕ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
70	ΓΡ. ΣΑΡΑΝΤΗΣ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΣΑΡ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
71	ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΕ (ΚΟ)	ΔΕΗ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ
72	ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟ & ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ ΥΓΕΙΑ (ΚΟ)	ΥΓΕΙΑ	ΥΓΕΙΑ
73	ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΔΙΧΘ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
74	ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΔΟΜΙΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
75	ΔΟΥΡΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΔΟΥΡΟ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
76	Ε. ΠΑΙΡΗΣ Α.Β.Ε.Ε ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ (ΚΟ)	ΠΑΙΡ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
77	Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΥΔΑΠ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ
78	ΕΒΡΟΦΑΡΜΑ ΑΒΕΕ - ΒΙΟΜ/ΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (ΚΟ)	ΕΒΡΟΦ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
79	ΕΘΝΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΤΕ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
80	ΕΙΔΗΣΕΟΦΩΝΙΚΗ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΝΙΟΥΣ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
81	ΕΚΤΕΡ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΚΤΕΡ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
82	ΕΛ. Δ. ΜΟΥΖΑΚΗΣ Α.Ε.Β.Ε.Μ. & Ε. (ΚΑ)	ΜΟΥΖΚ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
83	ΕΛΑΣΤΡΟΝ Α.Ε.Β.Ε. - ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ (ΚΟ)	ΕΛΣΤΡ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
84	ΕΛΒΑΛ Α.Ε ΒΙΟΜ/ΝΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓ. ΑΛΟΥΜ. (ΚΑ)	ΕΛΒΑ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

85	ΕΛΓΕΚΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΓΕΚ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
86	ΕΛΙΝΟΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΩΝ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΙΝ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ
87	ΕΛΛ. ΒΙΟΜ. ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. (ΚΑ)	ΕΒΖ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
88	ΕΛΛΑΚΤΩΡ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΛΑΚΤΩΡ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
89	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΚΑ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
90	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΠΕ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ
91	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑ Α.Ε. ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΟ)	ΕΧΑΕ	ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
92	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΥΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΥΦ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
93	ΕΛΤΡΑΚ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΛΤΚ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
94	ΕΠΙΛΕΚΤΟΣ ΚΛΩΣ/ΡΓΙΑ Α.Ε.Β.Ε. (ΚΟ)	ΕΠΙΛΚ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
95	ΕΤ. ΥΔΡΕΥΣΗΣ & ΑΠΟΧ. ΘΕΣ/ΚΗΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΥΑΠΣ	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ
96	ΕΤΕΜ Α.Ε. (ΚΑ)	ΕΤΕΜ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
97	ΖΑΜΠΑ Α.Ε. (ΚΑ)	ΖΑΜΠΑ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
98	Ι. ΚΛΟΥΚΙΝΑΣ - Ι. ΛΑΠΠΑΣ ΤΕΧΝ. & ΕΜΠΟΡ.Α.Ε. (ΚΟ)	ΚΛΜ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
99	Ι. ΜΠΟΥΤΑΡΗΣ & ΥΙΟΣ HOLDING Α.Ε. (ΚΑ)	ΜΠΟΚΑ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
100	ΙΑΣΩ Α.Ε. (ΚΟ)	ΙΑΣΩ	ΥΓΕΙΑ
101	ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΘΗΝΩΝ Ε.Α.Ε. (ΚΟ)	ΙΑΤΡ	ΥΓΕΙΑ
102	ΙΚΤΙΝΟΣ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.(ΚΟ)	ΙΚΤΙΝ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
103	ΙΛΥΔΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΙΛΥΔΑ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
104	ΙΝΤΕΡΓΟΥΝΤ-ΞΥΛΕΜΠΟΡΙΑ Α.Τ.Ε.Ν.Ε. (ΚΟ)	ΞΥΛΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
105	ΙΝΤΕΡΓΟΥΝΤ-ΞΥΛΕΜΠΟΡΙΑ Α.Τ.Ε.Ν.Ε. (ΠΟ)	ΞΥΛΠ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
106	ΙΝΤΕΡΤΕΚ Α.Ε. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΤΕΧΝ/ΓΙΕΣ (ΚΟ)	ΙΝΤΕΤ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
107	ΙΝΤΡΑΚΟΜ Α.Ε. ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΟ)	ΙΝΤΚΑ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

108	ΙΝΤΡΑΚΟΜ ΚΑΤ. Α.Ε.ΤΕΧΝ. ΕΡΓ. & ΜΕΤ.ΚΑΤ. (ΚΟ)	ΙΝΚΑΤ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
109	ΙΝΤΡΑΛΟΤ Α.Ε. (ΚΟ)	ΙΝΛΟΤ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
110	ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΕΙΑ ΣΕΛΟΝΤΑ Α.Ε.Γ.Ε. (ΚΟ)	ΣΕΛΟ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
111	ΚΑΡΑΤΖΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΚΑΡΤΖ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
112	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ ΑΦΟΡΟΛ. ΕΙΔΩΝ Α.Ε. (ΚΟ)	ΦΦΓΚΡΠ	ΕΜΠΟΡΙΟ
113	ΚΛΩΣΤΟΨΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΑ)	ΝΑΥΠ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
114	ΚΡΕ.ΚΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΚΡΕΚΑ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
115	ΚΡΕΤΑ ΦΑΡΜ ΑΒΕΕ (ΚΟ)	ΚΡΕΤΑ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
116	ΚΡΙ-ΚΡΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΚΡΙ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
117	ΚΤΗΜΑ ΚΩΣΤΑ ΛΑΖΑΡΙΔΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΚΤΗΛΑ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
118	ΚΥΛΙΝΔΡΟΜΥΛΟΙ Κ. ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΣΑΡΑΝ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
119	ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΚΥΡΙΟ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
120	ΛΑΜΨΑ Α.Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΩΝ (ΚΟ)	ΛΑΜΨΑ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
121	ΛΑΝΑΚΑΜ Α.Ε. (ΚΟ)	ΛΑΝΑΚ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
122	Μ. Ι. ΜΑΪΛΛΗΣ Α.Ε.Β.Ε. (ΚΟ)	ΜΑΙΚ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
123	ΜΑΘΙΟΣ ΠΥΡΙΜΑΧΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΜΑΘΙΟ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
124	ΜΕΤΚΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΜΕΤΚ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
125	ΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΜΗΧΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
126	ΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε. (ΠΟ)	ΜΗΧΠ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
127	ΜΙΝΩΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ Α.Ν.Ε. (ΚΟ)	ΜΙΝΟΑ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
128	ΜΟΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗ Α.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΜΟΤΟ	ΕΜΠΟΡΙΟ

129	ΜΟΤΟΡ ΟΪΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛ. ΚΟΡΙΝΘΟΥ ΑΕ (ΚΟ)	ΜΟΗ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ
130	ΜΟΧΛΟΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΜΟΧΛ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
131	ΜΠΗΤΡΟΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ Α. Ε. (ΚΟ)	ΜΠΤΚ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
132	ΜΥΛΟΙ ΚΕΠΕΝΟΥ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΚΕΠΕΝ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
133	ΜΥΛΟΙ ΛΟΥΛΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΛΟΥΛΗ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
134	ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ Α.Ε. ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧ/ΩΝ (ΚΟ)	ΜΥΤΙΑ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
135	Ν. ΒΑΡΒΕΡΗΣ-MODA BAGNO Α.Ε. (ΚΟ)	ΜΟΝΤΑ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
136	Ν. ΛΕΒΕΝΤΕΡΗΣ Α.Ε. (ΚΑ)	ΛΕΒΚ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
137	Ν. ΛΕΒΕΝΤΕΡΗΣ Α.Ε.(ΠΑ)	ΛΕΒΠ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
138	ΝΗΡΕΥΣ ΙΧΘ/ΓΕΙΕΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΝΗΡ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
139	ΝΤΙΟΝΙΚ Α.Ε.Β.Ε. (ΚΟ)	ΔΙΟΝ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
140	ΟΠΑΠ ΑΕ (ΚΟ)	ΟΠΑΠ	ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ
141	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΟΣ ΘΕΣ/ΚΗΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΟΛΘ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
142	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΟΛΠ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
143	ΟΤΕ Α.Ε. (ΚΟ)	ΟΤΕ	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
144	ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΑΒΕΕΑ - ΔΡΟΜΕΑΣ (ΚΟ)	ΔΡΟΜΕ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
145	ΠΕΡΣΕΥΣ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΙΔ. ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ Α.Β.Ε.Ε. (ΚΟ)	ΠΕΡΣ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
146	ΠΕΤΡΟΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ (ΚΟ)	ΠΕΤΡΟ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
147	ΠΛΑΙΣΙΟ COMPUTERS Α.Ε.Β.Ε. (ΚΟ)	ΠΛΑΙΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
148	ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΗ Α.Τ.Ε. (ΚΟ)	ΠΡΔ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
149	ΡΕΒΟΪΛ Α.Ε.Ε.Π (ΚΟ)	ΡΕΒΟΙΑ	ΕΜΠΟΡΙΟ
150	ΣΕΛΜΑΝ Α.Ε.(ΚΟ)	ΣΕΛΜΚ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
151	ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε. (ΠΡΩΗΝ ΕΡΛΙΚΟΝ) (ΚΟ)	ΣΙΔΕ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

152	ΣΙΔΗΡΕΜΠΟΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΣΙΔΜΑ Α.Ε. (ΚΟ)	ΣΙΔΜΑ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
153	ΣΤΕΛΙΟΣ ΚΑΝΑΚΗΣ ΑΒΕΕ (ΚΟ)	ΚΑΝΑΚ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
154	ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ Α.Ε.Β.Ε. (ΚΟ)	ΣΦΑ	ΕΜΠΟΡΙΟ
155	ΣΩΛΗΝΟΥΡΓΕΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ Α.Ε. (ΚΟ)	ΣΩΛΚ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
156	ΣΩΛΗΝΟΥΡΓΕΙΑ ΤΖΙΡΑΚΙΑΝ ΠΡΟΦΙΛ Α.Ε. (ΚΑ)	ΤΖΚΑ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
157	ΤΡΑΠΕΖΑ ΕΦΓ EUROBANK ΕΡΓΑΣΙΑΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΕΥΡΩΒ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
158	ΤΡΑΠΕΖΑ ΚΥΠΡΟΥ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΤΑΙΡΙΑ ΛΙΜΙΤΕΔ (ΚΟ)	ΚΥΠΡ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
159	ΤΡΑΠΕΖΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ Α.Ε. (ΚΟ)	ΠΕΙΡ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
160	ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΚΟ)	ΕΛΛ	ΤΡΑΠΕΖΕΣ
161	ΥΙΟΙ Ε.ΧΑΤΖΗΚΡΑΝΙΩΤΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΧΚΡΑΝ	ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ
162	ΦΙΕΡΑΤΕΞ ΑΦΟΙ ΑΝΕΖΟΥΛΑΚΗ Α.Ε. (ΚΟ)	ΦΙΕΡ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ
163	ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΝΑΚΑΣ (ΚΟ)	ΝΑΚΑΣ	ΕΜΠΟΡΙΟ
164	ΧΑΙΔΕΜΕΝΟΣ Α.Ε.Β.Ε. (ΚΟ)	ΧΑΙΔΕ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
165	ΧΑΛΚΟΡ Α.Ε (ΠΡΩΗΝ ΒΕΚΤΩΡ) (ΚΑ)	ΧΑΚΟΡ	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
166	ΧΑΤΖΗΓΩΑΝΝΟΥ (ΚΟ)	ΧΑΤΖΚ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ

Πίνακας 1: Δεδομένα

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	5	2	1	3	1	1	2	2	2	2	1	2	0
ΕΜΠΟΡΙΟ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	3	2	4	0	3	4	3	1	3	0	1	1	0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	6	4	3	0	2	1	1	1	2	0	1	0	0
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	0	3	4	1	0	0	0	0	0	2	4	0	3
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	1	1	1	2	0	1	1	0	1	2	0	0	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	4	2	0	2	2	2	2	0	0	1	0	0	0
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	2	0	0	2	0	1	0	2	0	0	1	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	5	1	2	2	5	1	2	0	0	3	0	0	0
ΥΓΕΙΑ	0	1	1	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Πίνακας 2: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για την πρώτη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	3	4	3	3	5	3	1	0	0	1	0	1
ΕΜΠΟΡΙΟ	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	5	4	2	6	3	4	1	0	0	0	0	0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	2	1	3	4	2	2	1	1	2	0	2	1
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	3	3	1	2	4	1	1	1	0	0	1	0
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	3	1	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	2	5	3	0	3	0	1	0	0	1	0	0
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	0	0	4	0	2	1	0	0	0	0	1	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	3	5	3	2	0	1	0	1	3	2	0	1
ΥΓΕΙΑ	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0

Πίνακας 3: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για την δεύτερη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	4	6	1	0	4	3	1	2	2	0	1
ΕΜΠΟΡΙΟ	1	2	0	1	0	1	0	0	1	1	0
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	5	3	4	3	1	2	2	1	1	2	1
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	6	5	0	5	2	0	1	0	0	1	1
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	4	2	5	4	0	1	0	1	0	0	0
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	3	0	2	0	2	0	1	1	0	1	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	0	4	5	0	0	4	0	0	1	1	0
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	1	0	1	1	0	0	4	1	0	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	7	3	2	3	2	1	1	0	1	0	1
ΥΓΕΙΑ	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 4: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για τη τρίτη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	4	1	2	3	5	2	2	2	0	0	2	0	0	1
ΕΜΠΟΡΙΟ	1	0	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	3	4	3	5	1	2	3	0	0	2	0	1	0	1
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	6	4	2	0	1	0	1	0	1	2	1	1	2	0
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	2	1	4	1	1	4	2	1	0	0	1	0	0	0
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	1	2	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	6	3	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	0	0	0	1	0	1	0	1	4	1	0	0	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	3	7	3	1	2	1	2	1	0	0	1	0	0	0
ΥΓΕΙΑ	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0

Πίνακας 5: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για τη τέταρτη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	1	2	2	0	3	3	0	1	1	3	0	2	2	3	1	0	0
ΕΜΠΟΡΙΟ	0	0	1	0	2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	0	2	3	3	2	2	1	1	1	0	1	1	2	1	3	2	0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	0	2	2	1	3	3	0	2	1	1	0	1	2	1	0	1	1
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	0	3	2	1	0	2	0	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	0	2	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	0	1	2	0	0	2	0	0	2	1	1	0	1	1	1	2	1
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	0	0	0	5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	1	3	3	2	2	0	3	1	2	0	0	0	1	1	0	1	1
ΥΓΕΙΑ	0	1	0	1	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 6: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για τη πέμπτη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	7	3	4	3	1	0	2	1	1	2	0
ΕΜΠΟΡΙΟ	2	1	0	0	0	2	0	1	0	0	1
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	6	7	2	1	3	2	0	1	2	1	0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	4	0	3	5	3	1	3	0	1	1	0
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	4	4	1	0	2	2	1	2	1	0	0
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	3	2	0	1	1	1	0	0	0	1	1
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	0	2	3	1	1	2	2	0	0	2	2
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	0	1	0	1	0	1	0	5	0	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	1	5	3	0	2	1	3	0	4	1	1
ΥΓΕΙΑ	0	2	0	2	0	0	1	0	1	0	1
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0

Πίνακας 7: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για την έκτη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	3	6	0	1	4	1	0	4	2	1	1	1
ΕΜΠΟΡΙΟ	0	1	1	1	1	2	0	0	1	0	0	0
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	5	7	1	1	4	0	1	1	1	2	1	1
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	4	5	0	4	3	1	1	3	0	0	0	0
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	4	2	1	2	2	1	1	1	2	0	0	1
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	3	0	0	3	0	2	1	1	0	0	0	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	2	3	0	2	0	1	0	1	2	2	2	0
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	1	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	4	1	2	5	2	2	1	0	1	0	2	1
ΥΓΕΙΑ	2	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 8: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για την έβδομη χρονική περίοδο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	4	0	2	3	4	3	1	3	0	3	0	1	0
ΕΜΠΟΡΙΟ	2	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	8	1	4	7	1	0	0	0	1	0	2	1	0
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ & ΑΕΡΙΟ	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ & ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΓΑΘΑ	4	1	2	3	3	2	2	1	1	0	1	1	0
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	5	0	1	2	2	1	1	1	1	0	1	1	1
ΤΑΞΙΔΙΑ & ΑΝΑΨΥΧΗ	1	2	3	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	1	2	1	1	1	4	1	0	2	1	0	0	1
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΑΠΕΖΕΣ	0	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΤΡΟΦΙΜΑ & ΠΟΤΑ	3	3	4	3	1	2	3	1	0	1	0	0	0
ΥΓΕΙΑ	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 9: Πλήθος μετοχών σε κάθε κοινότητα για την όγδοη χρονική περίοδο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Books

Barrat, A., et al. (2004). "The architecture of complex weighted networks." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **101**(11): 3747-3752.

Birch, J., et al. (2016). "Analysis of correlation based networks representing DAX 30 stock price returns." Computational Economics **47**(4): 501-525.

Bondy, J. and U. Murty (2008). Graph theory (graduate texts in mathematics), Springer New York.

Costa, L. d. F., et al. (2007). "Characterization of complex networks: A survey of measurements." Advances in physics **56**(1): 167-242.

De Nooy, W., et al. (2011). Exploratory social network analysis with Pajek, Cambridge University Press.

Fiedor, P. (2014). "Mutual Information Rate-Based Networks in Financial Markets." arXiv preprint arXiv:1401.2548.

Fortunato, S. (2010). "Community detection in graphs." Physics reports **486**(3): 75-174.

Freeman, L. C. (1978). "Centrality in social networks conceptual clarification." Social networks **1**(3): 215-239.

Gol'dshtein, V., et al. (2004). "Vulnerability and hierarchy of complex networks." arXiv preprint cond-mat/0409298.

Gross, J. L. and J. Yellen (2004). Handbook of graph theory, CRC press.

Hausser, J. and K. Strimmer (2009). "Entropy inference and the James-Stein estimator, with application to nonlinear gene association networks." Journal of Machine Learning Research **10**(Jul): 1469-1484.

Kolaczyk, E. D. and G. Csárdi (2014). Statistical analysis of network data with R, Springer.

Meilă, M. (2003). Comparing clusterings by the variation of information. Learning theory and kernel machines, Springer: 173-187.

Memmel, C., et al. (2012). Contagion in the interbank market with stochastic loss given default, Citeseer.

Rosen, K. H. (1999). Handbook of discrete and combinatorial mathematics, CRC press.

Wagner, S. and D. Wagner (2007). Comparing clusterings: an overview, Universität Karlsruhe, Fakultät für Informatik Karlsruhe.

Μωυσιάδης, Χ. Θ. (2002). Συνδυαστική Απαρίθμηση Η τέχνη να μετράμε χωρίς μέτρημα, Ζήτη.

Journal Articles

Albert, R. and A.-L. Barabási (2002). "Statistical mechanics of complex networks." Reviews of modern physics **74**(1): 47.

Clauset, A., et al. (2009). "Power-law distributions in empirical data." SIAM review **51**(4): 661-703.

Kolmogorov, A. (1968). "Logical basis for information theory and probability theory." IEEE Transactions on Information Theory **14**(5): 662-664.

Kolyva Machaira, F., et al. (2015). "Μαθηματική στατιστική."

Lacasa, L., et al. (2015). "Network structure of multivariate time series." Scientific reports **5**.

Lancichinetti, A. and S. Fortunato (2009). "Community detection algorithms: a comparative analysis." Physical Review E **80**(5): 056117.

Latora, V. and M. Marchiori (2001). "Efficient behavior of small-world networks." Physical review letters **87**(19): 198701.

Mantegna, R. N. (1999). "Hierarchical structure in financial markets." The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems **11**(1): 193-197.

Newman, M. E. (2003). "Mixing patterns in networks." Physical Review E **67**(2): 026126.

Newman, M. E. (2003). "The structure and function of complex networks." SIAM review **45**(2): 167-256.

Philippatos, G. C. and C. J. Wilson (1972). "Entropy, market risk, and the selection of efficient portfolios." Applied Economics **4**(3): 209-220.

- Rand, W. M. (1971). "Objective criteria for the evaluation of clustering methods." Journal of the American Statistical association **66**(336): 846-850.
- Rosvall, M., et al. (2009). "The map equation." The European Physical Journal Special Topics **178**(1): 13-23.
- Rosvall, M. and C. T. Bergstrom (2008). "Maps of random walks on complex networks reveal community structure." Proceedings of the National Academy of Sciences **105**(4): 1118-1123.
- Salter-Townshend, M., et al. (2012). "Review of statistical network analysis: models, algorithms, and software." Statistical Analysis and Data Mining **5**(4): 243-264.
- Shannon, C. (1948). "A mathematical theory of communication, bell System technical Journal 27: 379-423 and 623-656." Mathematical Reviews (MathSciNet): MR10, 133e.
- Shrout, P. E. and J. L. Fleiss (1979). "Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability." Psychological bulletin **86**(2): 420.
- Strehl, A. and J. Ghosh (2002). "Cluster ensembles---a knowledge reuse framework for combining multiple partitions." Journal of Machine Learning Research **3**(Dec): 583-617.
- Strong, S. P., et al. (1998). "Entropy and information in neural spike trains." Physical review letters **80**(1): 197.
- Tabak, B. M., et al. (2010). "Topological properties of stock market networks: The case of Brazil." Physica A: Statistical Mechanics and its Applications **389**(16): 3240-3249.
- Tumminello, M., et al. (2005). "A tool for filtering information in complex systems." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **102**(30): 10421-10426.
- Vu, V. Q., et al. (2007). "Coverage-adjusted entropy estimation." Statistics in medicine **26**(21): 4039-4060.
- Yeo, G. and C. B. Burge (2004). "Maximum entropy modeling of short sequence motifs with applications to RNA splicing signals." Journal of computational biology **11**(2-3): 377-394.
- You, T., et al. (2015). "Network Analysis of the Shanghai Stock Exchange Based on Partial Mutual Information." Journal of Risk and Financial Management **8**(2): 266-284.
- Zhou, R., et al. (2013). "Applications of entropy in finance: A review." Entropy **15**(11): 4909-4931.

Κολυβά-Μαχαίρα, Φ. and Ε. Μπόρα-Σέντα (1998). "Στατιστική: θεωρία και εφαρμογές." εκδόσεις ΖΗΤΗ 22.

Conference Proceedings

Aste, T., et al. (2005). Correlation filtering in financial time series. SPIE Third International Symposium on Fluctuations and Noise, International Society for Optics and Photonics.

Web pages

Capital.gr. "ETEM (KA) (ETEM)." Retrieved 2016, December 2, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%95%CE%A4%CE%95%CE%9C?symbols=%CE%95%CE%A4%CE%95%CE%9C&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "NEXANS ΕΛΛΑΣ (ΑΛΚΑΤ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/quote/%CE%91%CE%9B%CE%9A%CE%91%CE%A4>.

Capital.gr. "PAPERPACK." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%A0%CE%A0%CE%91%CE%9A?symbols=%CE%A0%CE%A0%CE%91%CE%9A&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "ΑΛΚΟ ΕΛΛΑΣ (ΑΛΚΟ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%91%CE%9B%CE%9A%CE%9F?symbols=%CE%91%CE%9B%CE%9A%CE%9F&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "BIOTEP (BIOT)." Retrieved December 4, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%A4?symbols=%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%A4&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "ΓΕΝΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ (ΓΤΕ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%93%CE%A4%CE%95?symbols=%CE%93%CE%A4%CE%95&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "ΕΛΑΣΤΡΟΝ (ΚΟ) (ΕΛΣΤΡ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/quote/%CE%95%CE%9B%CE%A3%CE%A4%CE%A1>.

Capital.gr. "ΕΛΒΑΛ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ (ΚΑ) (ΕΛΒΑ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%95%CE%9B%CE%92%CE%91>.

Capital.gr. "ΜΗΧΑΝΙΚΗ (ΠΟ) (ΜΗΧΠ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/quote/%CE%9C%CE%97%CE%A7%CE%A0>.

Capital.gr. "ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΤΡΑΠΕΖΑ (ΠΕΙΡ)." Retrieved December 4, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%A0%CE%95%CE%99%CE%A1?symbols=%CE%A0%CE%95%CE%99%CE%A1&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "ΣΕΛΟΝΤΑ (ΣΕΛΟ)." Retrieved December 4, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%A3%CE%95%CE%9B%CE%9F?symbols=%CE%A3%CE%95%CE%9B%CE%9F&type=history&interval=all>.

Capital.gr. "ΧΑΛΚΟΡ (ΚΑ) (ΧΑΚΟΡ)." Retrieved December 2, 2016, from <http://www.capital.gr/finance/chart/history/%CE%A7%CE%91%CE%9A%CE%9F%CE%A1?symbols=%CE%A7%CE%91%CE%9A%CE%9F%CE%A1&type=history&interval=all>.