



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 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ
ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ
ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ,
ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ
2015**

Γεωργία Μανώλα

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

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Βασίλης Καραγιάννης, Διδάκτορας Μαθηματικών

Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 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 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ
ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ
ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015**

Γεωργία Μανώλα

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

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Βασίλης Καραγιάννης, Διδάκτορας Μαθηματικών

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή την Σεπτεμβρίου 2016.

.....
Ιωάννης Αντωνίου
Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....
Βασίλης Καραγιάννης
Διδάκτορας Μαθηματικών

.....
Πολυχρόνης Μουσιιάδης
Καθηγητής Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2016

.....

Γεωργία Π. Μανώλα

Πτυχιούχος Μαθηματικός Α.Π.Θ.

Copyright © Γεωργία Π. Μανώλα, 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

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η εξέλιξη του οικονομικού δικτύου των γενικών δεικτών των χρηματιστηρίων αξιών για δεκαοκτώ χώρες της Ευρώπης (με την Ελλάδα), έντεκα της Ασίας, επτά χώρες της Αμερικανικής ηπείρου, δυο της Ωκεανίας, μιας της Αφρικής, και τέλος της Ρωσίας (Ευρασία). Οι παρατηρήσεις χωρίστηκαν σε χρονικά παράθυρα διάρκειας 6 μηνών χωρίς επικάλυψη. Σε κάθε παράθυρο, κάθε γενικός δείκτης αποτέλεσε μια κορυφή και κάθε ακμή που συνδέει δυο κορυφές χαρακτηρίστηκε από την τιμή του συντελεστή συσχέτισης του Pearson, που υπολογίστηκε μεταξύ των χρονοσειρών των λογαριθμημένων αποδόσεων (logarithmic returns) ως ένα μέτρο ομοιότητας (similarity measure). Μετασχηματίζοντας το συγκεκριμένο μέτρο ομοιότητας σε συνάρτηση απόστασης δημιουργήθηκε μια σειρά από Πλήρη Σταθμισμένα Δίκτυα. Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση αυτών των δικτύων στηρίχθηκαν στη δημιουργία και εξέλιξη του Ελαχίστου Δένδρου Ζεύξης (MST), του Επίπεδου Μέγιστα Φιλτραρισμένου Γραφήματος (PMFG), τον υπολογισμό των μέτρων κεντρικότητας (centrality measures), των καθολικών μέτρων (global indices), του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης (ICC), την εύρεση των κοινοτήτων (community structure), τον εντοπισμό των κλικών (cliques) και τη σύγκριση των Πινάκων Συσχετίσεων που αντιστοιχούν στα δίκτυα που μελετήθηκαν ενώ τα αποτελέσματα ερμηνεύτηκαν με βάση συγκεκριμένα οικονομικά γεγονότα και σχέσεις μεταξύ των χωρών (γεωγραφική περιοχή, οικονομικές/νομισματικές ενώσεις-συνεργασίες, αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες) που έλαβαν μέρος κατά τη χρονική αυτή περίοδο.

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

ABSTRACT

This thesis studied the evolution of the financial network of the general indices of stock exchanges for eighteen European countries (with Greece included), eleven in Asia, seven in American continent, two in Oceania, one in Africa, and finally Russia (Eurasia). The time series, which were used, were divided 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 the Pearson's correlation coefficient, calculated between the time series of the logarithmic returns as a measure of similarity. Transforming 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 and comparing the correlation matrices corresponding to the networks which were studied. The results were interpreted based on specific economic events and relations between countries (geographical region, economic / monetary union-cooperation, developed and developing countries) that took place during this period.

KEY WORDS: Financial network, Pearson's Correlation Coefficient, Minimum Spanning Tree, Planar Maximally Filtered Graph, centrality measures, global indices, community structure, ICC, cliques.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ ΚΑΙ ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Πολύπλοκα Συστήματα και Δίκτυα” για τις γνώσεις που μου παρείχαν κατά το διάστημα της φοίτησης μου και ιδιαίτερα τον κ. Ιωάννη Αντωνίου και τον κ. Βασίλη Καραγιάννη για την πολύτιμη βοήθεια τους καθ’ όλη τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας διατριβής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συμφοιτητή μου κ. Μιχάλη Βαμβακάρη για την αξιοσημείωτη συνεισφορά του στη διατριβή μέσω των οικονομικών γνώσεων που μου παρείχε και μέσω της παροχής των δεδομένων. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση τους και να αφιερώσω αυτή τη διατριβή στον αγαπημένο μου παππού, Γιώργο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
2. ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ	17
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ-ΔΙΚΤΥΟΥ	17
2.2 ΓΕΙΤΟΝΕΣ ΚΟΡΥΦΗΣ-ΒΑΘΜΟΣ	19
2.3 ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ-ΚΥΚΛΟΙ-ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	19
2.4 ΑΠΟΣΤΑΣΗ.....	20
2.5 ΥΠΟΓΡΑΦΗΜΑ-ΔΕΝΔΡΟ-ΚΛΙΚΑ-ΚΟΡΥΦΗ ΤΟΜΗ & BI-COMPONENT.....	21
2.6 ΓΕΝΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ	22
2.7 ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΔΕΝΔΡΟ ΖΕΥΞΗΣ	23
2.8 ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΓΙΣΤΑ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΟ ΓΡΑΦΗΜΑ	25
3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ	27
3.1 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	27
3.1.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ-ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	28
3.1.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	28
3.1.3 ΕΥΠΑΘΕΙΑ	29
3.1.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ.....	30
3.2 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	31
3.2.1 ΒΑΘΜΙΚΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ-ΣΘΕΝΟΣ	31
3.2.2 ΙΔΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ	32
3.2.3 ΒΑΘΜΙΚΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ PAGE	33
3.2.4 ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ	34
3.2.5 ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ.....	35
3.3 ΔΟΜΗ ΣΕ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	35

3.3.1 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ INFOMAP	36
3.3.2 ΜΕΤΡΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ.....	37
3.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	38
3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	40
4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	41
4.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	41
4.2 ΓΕΝΙΚΟΣ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΤΟΧΩΝ.....	42
4.3 ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΧΡΗΜΑΤΗΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ	42
4.4 ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ	43
4.5 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ.....	43
4.6 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	45
4.7 ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	47
5. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 37 ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 3/1/2005-16/2/2015	49
5.1 ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	49
5.1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	49
5.1.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ-ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ	50
5.1.3 ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	51
5.1.4 ΔΙΕΘΝΕΣ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ	52
5.2 ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΚΡΙΣΕΩΝ	52
5.3 ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	62
5.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	62
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	65
6.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΑΘΜΙΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ	65
6.2 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	66
6.2.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ	66

6.2.2 ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	68
6.2.3 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	69
6.2.4 ΕΥΠΑΘΕΙΑ	71
6.2.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ	72
6.2.6 ΚΟΙΝΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥ ΚΟΝΤΙΝΑ ΣΗΜΕΙΑ ΣΤΑ ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	77
6.3 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	81
6.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	83
6.5 ΚΛΙΚΕΣ (ΕΜΦΓ)	87
6.6 ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ.....	88
6.6.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ	88
6.6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ	90
6.7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ	97
6.8 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.....	97
7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ	99
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	103
8.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α (ΠΙΝΑΚΕΣ)	103
8.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β (ΕΙΚΟΝΕΣ).....	112
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	153

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα πολύπλοκο σύστημα αποτελείται από πολλά «άτομα» τα οποία αλληλεπιδρούν, εμφανίζοντας συλλογικότητα που αν και εξαρτάται από τα ίδια τα «άτομα» δεν μπορεί να μελετηθεί από τη μεμονωμένη τους συμπεριφορά, για το λόγο αυτό η αναπαράστασή του γίνεται με τη μορφή ενός δικτύου (Newman 2011). Ένα τέτοιο σύστημα αποτελεί η διεθνής χρηματιστηριακή αγορά, η μελέτη της οποίας βασίζεται στην έννοια του δικτύου δηλαδή στην τοπολογία ή «γεωγραφία» που αναπαριστά την πληροφορία του ποιος αλληλεπιδρά με ποιόν (Newman 2011, Tittmann 2010). Πέρα από τη στατική αναπαράσταση του δικτύου της χρηματιστηριακής αγοράς μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, η χρηματιστηριακή αγορά αποτελεί ένα εξελισσόμενο πολύπλοκο σύστημα, επομένως η παρακολούθηση της εξέλιξης των χρονικά στατικών δικτύων είναι αναγκαία (Onnela 2002).

Τα δεδομένα των χρηματιστηριακών δεικτών διαμορφώνονται από τις διακυμάνσεις των τιμών τους στο χρόνο και περιγράφονται με την έννοια της χρονοσειράς η οποία αποτελεί τη βασική πληροφορία για κάθε «άτομο» - δείκτη. Η αλληλεπίδραση μεταξύ δεικτών στην παρούσα διατριβή ποσοτικοποιείται με χρήση του συντελεστή συσχέτισης του Pearson (συνάρτηση ομοιότητας) και το μετασχηματισμό του σε συνάρτηση απόστασης (Mantegna, 1999). Αναπαριστώντας τους δείκτες ως κόμβους (nodes), ή κορυφές (vertices) όπως αλλιώς ονομάζονται, την αλληλεπίδραση ως ακμές (links ή edges) και τη συσχέτιση μεταξύ τους ως μέτρο ομοιότητας της αλληλεπίδρασης, η Θεωρία Γραφημάτων αποτελεί τη βάση για τη μελέτη αυτών των πολύπλοκων συστημάτων. Το πρόβλημα που προκύπτει άμεσα μέσω της προηγούμενης αναπαράστασης, είναι ότι το Γράφημα ή Δίκτυο (όπως ταυτόσημα θα χρησιμοποιούνται οι δυο έννοιες στην παρούσα διατριβή), είναι Πλήρες, δηλαδή κάθε κορυφή του αλληλεπιδρά με όλους τους υπόλοιπους. Επομένως η ανάγκη εξεύρεσης μαθηματικών εργαλείων με στόχο τη διαβάθμιση της πληροφορίας ή αλλιώς την ιεράρχιση των σταθμισμένων ακμών (weighted edges) που καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των χρηματιστηριακών προϊόντων, είναι εμφανής και αποτελεί πεδίο συνεχούς έρευνας για τους ερευνητές όπως είναι οι Mantegna, Onnela, Tumminello, Di Matteo, Pozzi, Aste, Sarmäki, Lacasa και αρκετοί άλλοι. Η απόσταση μεταξύ των κορυφών, όπως ήδη

αναφέρθηκε παραπάνω, έχει άμεση σχέση με την έννοια του Ελαχίστου Δένδρου Ζεύξης της Θεωρία Γραφημάτων μέσω του οποίου επιλύθηκαν πραγματικά προβλήματα (Bondy and Murty, 1982, 2008). Στα οικονομικά δίκτυα αποτέλεσε και συνεχίζει να αποτελεί κύριο εργαλείο (Mantegna, 1999) ιεράρχησης μεταξύ των κορυφών τους. Σε συνδυασμό με την έννοια του γένους (genus) ενός γραφήματος, η προηγούμενη έννοια επεκτάθηκε στις εφαρμογές μέσω της κατασκευής του Επίπεδου Μέγιστα Φιλτραρισμένου Γραφήματος (PMFG) το οποίο περιέχει το Ελάχιστο Δένδρο Ζεύξης ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την ύπαρξη μέχρι και 4-κλικών με την προϋπόθεση το δίκτυο να παραμένει επίπεδο (δηλαδή γένους 0), Tumminello et al. 2005. Οι προηγούμενες διαδικασίες διαφοροποιούν τους δείκτες-κορυφές σε κεντρικούς και περιφερειακούς (Pozzi et al. 2012), προσδίδοντάς τους έτσι διαφορετικούς ρόλους (ιδιαίτερα για την περίπτωση δημιουργίας χαρτοφυλακίων). Η ιεράρχηση αυτή επεκτείνεται και στην περίπτωση των γενικών δεικτών των χωρών που μελετώνται στην παρούσα διατριβή. Η ιεράρχηση της πληροφορίας του Πίνακα Συσχετίσεων μεταξύ των λογαριθμημένων αποδόσεων των δεικτών μέσω των δυο προηγούμενων ειδικών Γραφημάτων αποτελεί τη βάση υπολογισμού του πλήθους καθολικών και τοπικών μέτρων (όπως χαρακτηρίζονται τα μέτρα κεντρικότητας για κάθε κορυφή), Townshend et al. 2012.

Η μελέτη της εξέλιξης των αγορών (evolution) ως μια χρονική σειρά δικτύων που δημιουργούνται από τη μεταβολή των λογαριθμημένων αποδόσεων των χρηματιστηριακών προϊόντων, βασίζεται σε δυο κυρίως κατηγορίες δημιουργίας Χρονικών Παράθυρων. Η πρώτη, που κυρίως έχει ως στόχο τη μελέτη της δυναμικής που αναπτύσσει ένα επιλεγμένο χαρτοφυλάκιο μετοχών χρησιμοποιεί χρονικές περιόδους με αλληλοεπικάλυψη (Onnela 2002, Onnela et al. 2004, Bonanno et al. 2004, Tibely et al. 2006, Heimo et al. 2009 κ.α.), ενώ η δεύτερη που μελετά την εξέλιξη ή και συγκρίνει τις διαφορές μεταξύ των διακεκριμένων χρονικών περιόδων, στηρίζεται σε μια προκαθορισμένη διαμέριση της χρονικής περιόδου μελέτης χωρίς επικάλυψη (Lacasa et al. 2015, κ.α.). Στην παρούσα διατριβή εφαρμόζεται η δεύτερη μέθοδος ενώ αμέσως παρακάτω δίνονται περιληπτικά τα κεφάλαια που αναπτύσσονται.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιέχεται μια μικρή εισαγωγή, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά του ορισμού του δικτύου και άλλων εννοιών σχετικών με αυτό, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τη στατιστική ανάλυση των δικτύων, στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται τα οικονομικά δίκτυα και ο τρόπος δημιουργίας τους, στο πέμπτο κεφάλαιο

γίνεται αναφορά στα δεδομένα και ποια είναι τα χαρακτηριστικά αυτών, στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν και στο έβδομο κεφάλαιο υπάρχει ένας μικρός επίλογος που συνοψίζει τα αποτελέσματα και οδηγεί σε κάποια συμπεράσματα.

Η ανάλυση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στη διατριβή έγινε με κώδικες που δημιουργήθηκαν στα λογισμικά MATLAB και R. Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν στην R είναι: snow, snowfall, R.Matlab, Matrix, vcd, zoo, lattice, grDevices, grid, igraph, xlsx, xts, stats, PerformanceAnalytics, RColorBrewer, dygraphs, ape, base, corrgram, ggplot2, Cairo, matlabr, plotly, shape, psych, psy.

2. ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ

Το πρόβλημα των γεφυρών του Königsberg, δηλαδή της εύρεσης μιας πορείας που να τις περιλαμβάνει όλες από μια φορά, λυμένο από τον Euler στα 1735 θεωρείται ιστορικά το γενέθλιο πρόβλημα Της Θεωρίας Γραφημάτων. Η λύση του βασίστηκε στη θέση των αντικειμένων χωρίς να λαμβάνει υπόψη τη γεωμετρική τους απόσταση, "analysis situs" (δηλ. ανάλυση της θέσης όπως αρχικά ονομάστηκε). Η εξέλιξη της νέας αυτής θεωρίας βρήκε εφαρμογές στη Χημεία, στον Ηλεκτρισμό, στο χρωματισμό των χαρτών σε προβλήματα βελτιστοποίησης διαδρομών ακόμη και σε παιχνίδια (Μωυσιάδης 2002). Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα συνδέθηκε με κοινωνιολογικά προβλήματα, κατά τη δεκαετία του 1950 συνδυάστηκε με τη Θεωρία Πιθανοτήτων ενώ κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών μέσα από εμπειρικές μελέτες ένα πλήθος πολύπλοκων συστημάτων, κοινωνιολογικών, οικολογικών, βιολογικών, οικονομικών, του διαδικτύου (WWW) κλπ. μελετήθηκε μέσα από την αναπαράστασή του ως δίκτυο-γράφημα (Newman, 2003). Αποτέλεσμα των μελετών αυτών είναι η επέκταση παλαιών εννοιών και η ανάπτυξη νέων (πχ στα τυχαία δίκτυα, random graphs, Newman, 2003) καθώς και η ανακάλυψη ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν τα πραγματικά δίκτυα. Έτσι δημιουργήθηκε ένα πλήθος παραλλαγών των τυχαίων δικτύων (Albert & Barabasi 2002) με βάση των ιδιοτήτων του «μικρού κόσμου» (small world, Watts. & Strogatz, 1998) και της «επιλεκτικής σύνδεσης» (preferential attachment, Albert & Barabasi 2002).

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ-ΔΙΚΤΥΟΥ

Ένα απλό γράφημα (simple graph) G ή $G(V, E)$, ορίζεται ως ζεύγος δυο συνόλων, ένα σύνολο V που συνήθως ονομάζεται σύνολο κορυφών-κόμβων (vertices, nodes, κλπ), και ένα σύνολο $E \subseteq [V]^2$ ($[V]^2$ συμβολίζει το σύνολο των 2-υποσυνόλων του V) που ονομάζεται σύνολο ακμών (edges, links, κλπ.). Το πλήθος των κορυφών συμβολίζεται με $N = |V|$ και των ακμών με $M = |E|$. Αναλυτικότερα, 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). Αν επιπλέον το γράφημα προερχόμενο από ένα πραγματικό πολύπλοκο σύστημα (όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο) συνοδεύεται από ποιοτικά ή ποσοτικά χαρακτηριστικά των κορυφών του ή και των ακμών του τότε κυρίως καλείται *δίκτυο* (Newman, 2003). Όπως αναφέρθηκε ήδη, στην παρούσα διατριβή οι δυο έννοιες θα ταυτίζονται.

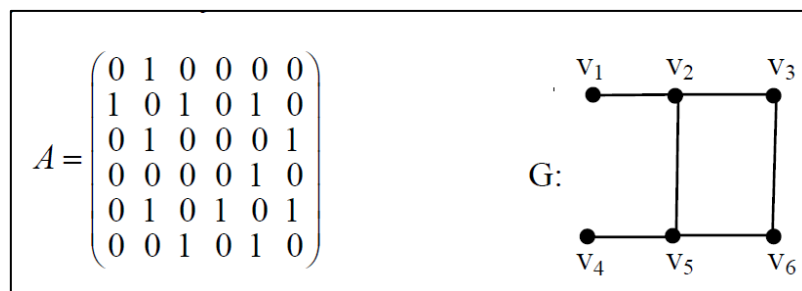
Όταν το σύνολο των ακμών του γραφήματος περιέχει και διατεταγμένα ζεύγη της μορφής $e_{ij} = (v_i, v_j)$ τότε αυτό ονομάζεται *κατευθυνόμενο* (directed graph). Αν σε κάθε ακμή (κατευθυνόμενου ή όχι γραφήματος), αντιστοιχίσουμε έναν πραγματικό αριθμό, τότε το γράφημα καλείται *σταθμισμένο* (weighted). Τα βάρη μπορούν να παρασταθούν ως μια συνάρτηση $w: E(G) \rightarrow \mathbb{R}$ (Μωυσιάδης 2002).

Για κάθε μη κατευθυνόμενο δίκτυο ορίζεται ο *Πίνακας Συνδέσεων* A :

$$A = (a_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{αν } e_{ij} \in E(G) \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}. \text{ Αντίστοιχα για κάθε μη κατευθυνόμενο και σταθμισμένο}$$

δίκτυο ορίζεται ο *Σταθμισμένος Πίνακας Συνδέσεων* W :

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



Εικόνα 1: Ένα απλό γράφημα και ο Πίνακας Συνδέσεων (Μωυσιάδης 2002).

Τέλος, *γράφημα-αστέρι* (star graph) είναι το γράφημα του οποίου μια κορυφή είναι γειτονική προς όλες τις υπόλοιπες και δεν υπάρχουν άλλες γειτνιάσεις. Αυτά τα γραφήματα χρησιμοποιούνται στη μοντελοποίηση δικτύων υπολογιστών με τοπολογία αστέρα.

2.2 ΓΕΙΤΟΝΕΣ ΚΟΡΥΦΗΣ-ΒΑΘΜΟΣ

Δύο κορυφές που συνδέονται με ακμή καλούνται *άμεσα συνδεδεμένες* ή *γείτονες* ή *γειτονικές* (neighbors). Οι ακμές με άκρο μια κορυφή v ονομάζονται *προσπίπτουσες ακμές* της κορυφής (incident edges). Το σύνολο των προσπιπτουσών ακμών ή των γειτόνων μιας 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 $\delta(G) \leq \Delta(G)$.

Στην περίπτωση του κατευθυνόμενου γραφήματος, για κάθε κορυφή u ορίζεται ως *Εξω-βαθμός*, $d_{out}(u)$ ή d_u^{out} ή k_u^{out} , το πλήθος των ακμών που ξεκινούν από την u και ως *Εσω-βαθμός*, $d_{in}(u)$ ή d_u^{in} ή k_u^{in} , το πλήθος των ακμών που καταλήγουν στην u . (Μωυσιάδης 2002, Bondy & Murty 1982 και 2008)

2.3 ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ-ΚΥΚΛΟΙ-ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι επόμενες βασικές έννοιες παρουσιάζονται από το βιβλίο του Μωυσιάδη 2002. Μία ακολουθία διαδοχικών κορυφών μαζί με τις ακμές που τις συνδέουν, δηλαδή μία ακολουθία της μορφής $v_1 \{v_1, v_2\} v_2 \{v_2, v_3\} v_3 \{v_3, v_4\} \dots \{v_{n-1}, v_n\} v_n$ όπου κάποιες από τις κορυφές ή ακμές επαναλαμβάνονται, λέγεται *περίπατος* (walk ή chain). Ένας περίπατος του οποίου όλες οι ακμές (όχι αναγκαστικά οι κορυφές) είναι διαφορετικές λέγεται *διαδρομή* (trail). Ένας περίπατος του οποίου όλες οι κορυφές (άρα και οι ακμές) είναι διαφορετικές, λέγεται *μονοπάτι* (path). Αν οι κορυφές που αποτελούν την αρχή και το τέλος ενός περιπάτου, διαδρομής ή μονοπατιού, συμπίπτουν, δηλαδή αν $v_n = v_1$, τότε έχουμε αντίστοιχα, *κλειστό περίπατο*, *κλειστή διαδρομή* και *κύκλο* (cycle ή circuit). Ένα μονοπάτι μήκους n θα συμβολίζεται P_n ενώ ένας κύκλος μήκους n θα συμβολίζεται αντίστοιχα C_n . *Βρόχος* (loop) καλείται η ακμή που συνδέει μια κορυφή με τον εαυτό της. Στην παρούσα διατριβή μελετώνται απλά, μη κατευθυνόμενα δίκτυα, σταθμισμένα ή όχι τα οποία δεν περιέχουν βρόχους.

Αν για κάθε ζεύγος κορυφών $v, u \in V(G)$ υπάρχει ένας τουλάχιστον περίπατος που τις συνδέει, τότε το γράφημα λέγεται *συνδεδετικό*. Αλλιώς λέγεται *μη-συνδεδετικό* ή *ασυνδεδετικό*. Ένα μη συνδεδετικό γράφημα αποτελείται από *συνιστώσες* (components).

2.4 ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Μήκος (length) περιπάτου, διαδρομής, μονοπατιού ή κύκλου λέγεται το πλήθος των ακμών του. Το μονοπάτι με το μικρότερο μήκος που συνδέει δύο κορυφές, λέγεται *γεωδαισιακό μονοπάτι* (geodesic path) (Newnam 2003, Bondy & Murty, 2008) και το πλήθος των ακμών του *γεωδαισιακή* (geodesic distance). Το μήκος της γεωδαισιακής μεταξύ δύο κορυφών $i, j \in V(G)$ ορίζει την *απόσταση* (distance) μεταξύ των κορυφών αυτών (Newnam 2003, Gross et al., 2003) και συμβολίζεται με d_{ij} . Η απόσταση d_{ij} όπως ορίστηκε ικανοποιεί τις επόμενες τρεις βασικές ιδιότητες για οποιεσδήποτε τρεις κορυφές $i, j, k \in V(G)$ ενός συνδεδετικού γραφήματος: $d_{ij} \geq 0, d_{ij} = 0 \Leftrightarrow i \equiv j, d_{ik} + d_{kj} \geq d_{ij}$ (τριγωνική ανισότητα).

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

Μια γενίκευση της έννοιας της απόστασης προέρχεται από τις περιπτώσεις που λόγω της χρήσης της Ευκλείδειας απόστασης στο Σταθμισμένο Πίνακα Συνδέσεων η τριγωνική ανισότητα δεν ισχύει. Στην περίπτωση αυτή ορίζεται η *subdominal ultrametric distance* ($d^<$, Rammal 1986) η οποία αντικαθιστά την τριγωνική ανισότητα με την $d_{ij}^< \leq \max\{d_{i,i+1}^<\}, 1 \leq i \leq n-1$, όπου $\{i, i+1\} \in P_{ij}$ με P_{ij} το μονοπάτι που συνδέει τις κορυφές i, j και το οποίο προκύπτει με χρήση του Ελαχίστου Δένδρου Ζεύξης, έννοια που θα περιγραφεί σε επόμενη παράγραφο.

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

Έστω ένα γράφημα $G(V, E)$. Ένα γράφημα $G' = (V', E')$ ονομάζεται *υπογράφημα* (subgraph) του G αν 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 2003). Στην περίπτωση που το σύνολο 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 επιπλέον τα σύνολα V και V' ταυτίζονται ενώ το E' είναι γνήσιο υποσύνολο του E τότε ορίζεται ένα *υπογράφημα ζεύξης* του G (spanning subgraph).

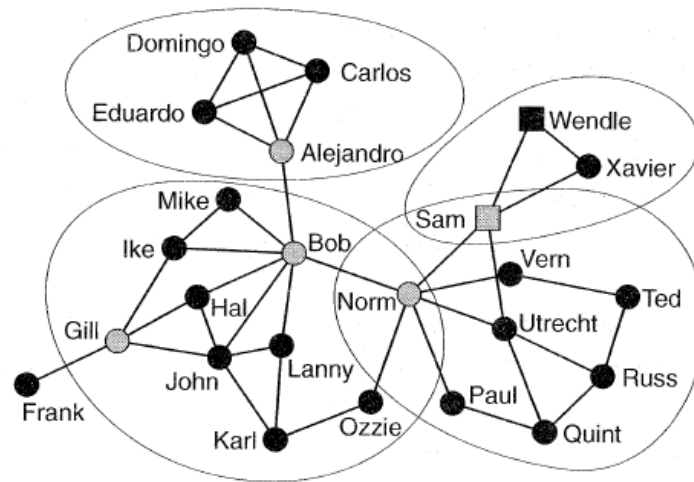
Ένα συνδετικό απλό γράφημα n κορυφών χωρίς κύκλους ονομάζεται *δένδρο* (tree) και συμβολίζεται T_n . Το πλήθος των ακμών ενός δένδρου είναι ίσο με $n-1$ (Μουσιιάδης 2002).

Ένα γράφημα ονομάζεται *επίπεδο* (planar) αν μπορεί να σχεδιαστεί στο επίπεδο χωρίς οι ακμές του να διασταυρώνονται.

Κλίκα (Clique) ή αλλιώς *Πλήρες Γράφημα* (complete graph) n κορυφών K_n ονομάζεται κάθε απλό γράφημα στο οποίο υπάρχει ακμή μεταξύ κάθε ζεύγους κορυφών του. Έτσι η κλίκα K_n περιέχει όλες τις $\binom{n}{2} = \frac{(n-1)n}{2}$ επιτρεπτές ακμές (Μουσιιάδης 2002).

Μια κορυφή v ενός γραφήματος $G(V, E)$, ονομάζεται *σημείο τομής* (articulation point ή cut-vertex) αν η διαγραφή της από το σύνολο V αυξάνει τουλάχιστον κατά μια τις συνιστώσες του γραφήματος. Αντίστοιχα *γέφυρα* (bridge) ονομάζεται κάθε ακμή του γραφήματος αν η διαγραφή της από το σύνολο E αυξάνει τουλάχιστον κατά μια τις συνιστώσες γραφήματος (Μουσιιάδης 2002).

Bi-component (ή block) ενός γραφήματος $G(V, E)$, είναι ένα μέγιστο συνδετικό υπογράφημα με τουλάχιστον τρεις κορυφές, το οποίο δεν περιέχει σημεία τομής (Batagelj et al., 2011). Ένα σημείο τομής συνδέει πάντα διαφορετικά Bi-component ή και γέφυρες.



Εικόνα 2: Ένα επίπεδο (μπορεί να σχεδιαστεί χωρίς διασταυρώσεις ακμών) συνδετικό απλό γράφημα στο οποίο φαίνονται: 4 σημεία τομής (γκρι κύκλοι και ένα τετράγωνο), μια κλίκα (αυτή με σημείο τομής τον Alejandro), 2 γέφυρες (ακμές Alejandro-Bob και Frank-Gill) και 4 bi-components (Batagelj et al., 2011).

2.6 ΓΕΝΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

Προσανατολιζόμενη επιφάνεια (orientable surface) ορίζεται ως κάθε επιφάνεια που μπορεί να ληφθεί από μια σφαίρα προσθέτοντας λαβές-χερούλια (by adding handles) ή αλλιώς κάθε επιφάνεια που δεν περιέχει καμία λωρίδα του Mobius (Mobius band). Το μέγιστο πλήθος ανεξάρτητων λαβών που βρίσκονται σε μια προσανατολιζόμενη επιφάνεια καλείται *γένος* αυτής (genus of an orientable surface) και η επιφάνεια γένους g συμβολίζεται S_g (Rosen et al. 2000).

Το *γένος* g ενός συνδετικού γραφήματος είναι ο ελάχιστος αριθμός λαβών που πρέπει να έχει μια προσανατολιζόμενη επιφάνεια S_g ώστε σχεδιάζοντας πάνω σε αυτή το γράφημα να μη διασταυρώνονται οι ακμές του (Rosen et al. 2000). Το γένος ενός γραφήματος αποτελεί μια από τις αναλλοίωτες των ισόμορφων γραφημάτων (δυο απλά γραφήματα είναι ισόμορφα όταν υπάρχει μια 1-1 αντιστοιχία των κορυφών του ενός με τις κορυφές του άλλου τέτοια ώστε δυο κορυφές του ενός να είναι συνδεδεμένες αν και μόνο αν οι αντίστοιχές τους στο άλλο γράφημα είναι επίσης συνδεδεμένες (Rosen et al. 2000)).

Σχετικά με την τοπολογία ενός δικτύου το γένος του αποτελεί ένα δείκτη της πολυπλοκότητάς του (Aste et al. 2005). Τα δένδρα και τα επίπεδα γραφήματα έχουν γένος ίσο με 0 και αποτελούν την απλούστερη μορφή ιεράρχησης της πληροφορίας ενός Πλήρους Σταθμισμένου Δικτύου έχοντας ως βάση στοιχεία της Θεωρίας Γραφημάτων.

2.7 ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΔΕΝΔΡΟ ΖΕΥΞΗΣ

Η έννοια του δένδρου ως ειδικό γράφημα επίλυσης πραγματικών προβλημάτων εμφανίζεται σε πλήθος εφαρμογών όπως, τα οργανογράμματα που είναι ιεραρχικά δένδρα με ρίζα (rooted tree), γενεαλογικά δένδρα (directed), δυαδικά δένδρα διαχείρισης πληροφορίας, δένδρα προτεραιότητας σε υπολογιστικά συστήματα, δένδρα βελτιστοποίησης σε διαχείριση κόστους, κλπ (Rosen et al. 2000). Ειδικότερα ένα *δένδρο ζεύξης* (spanning tree) ενός γραφήματος G , N κορυφών, είναι ένα δένδρο που περιέχει όλες τις κορυφές του G και $N-1$ από τις ακμές του, έχοντας γένος 0. Για ένα πολύπλοκο σύστημα χρηματιστηριακών δεδομένων ένας από τους στόχους είναι η επιλογή των σημαντικότερων σχέσεων μεταξύ μετοχών με την προϋπόθεση ότι περιγράφουν με τον καλύτερο τρόπο τη συλλογική συμπεριφορά του ίδιου του συστήματος (Aste et al. 2005). Για να επιτευχθεί αυτό, το προηγούμενο σύστημα αναπαρίσταται ως ένα Πλήρες Σταθμισμένο Δίκτυο με τις μετοχές ως κορυφές και σταθμισμένες ακμές αυτές που ορίζονται από τον υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης του Pearson μεταξύ των χρονοσειρών των λογαριθμημένων αποδόσεών τους (δηλαδή το δίκτυο που προκύπτει από το Σταθμισμένο Πίνακα Συνδέσεων με στοιχεία τις τιμές των συντελεστών γραμμικής συσχέτισης και 0 στη διαγώνιο) (Mantegna, 1999). Στη συνέχεια, ο προηγούμενος πίνακας μετασχηματίζεται (όπως θα παρουσιαστεί σε επόμενη παράγραφο) σε Πίνακα Αποστάσεων έτσι ώστε μεγαλύτερες τιμές ομοιότητας να αντιστοιχούν σε μικρότερες αποστάσεις. Τότε το *Ελάχιστο Δένδρο Ζεύξης* ή αλλιώς ΕΔΖ (minimum spanning tree or MST) του Πλήρους Σταθμισμένου Δικτύου κατασκευάζεται ως εξής: (α) Οι αποστάσεις ιεραρχούνται από τη μικρότερη στη μεγαλύτερη, (β) επιλέγεται η ακμή με την ελάχιστη απόσταση και τοποθετείται στο κενό από ακμές γράφημα, (γ) η διαδικασία συνεχίζεται με επιλογή της επόμενης μικρότερης απόστασης, με την προϋπόθεση ότι δεν δημιουργείται κύκλος και συνεχίζεται μέχρι να έχουν επιλεγεί

$N-1$ ακμές. Επιπλέον, η παρατήρηση ότι κάθε ακμή του αποτελεί γέφυρα σε συνδυασμό με το θεώρημα του Miller (Miller, 1985) ότι, το γένος ενός γραφήματος είναι ίσο με το άθροισμα των γενών των 2-συνδετικών συνιστωσών του (μέγιστο υπογράφημα που γίνεται μη συνδετικό με την αφαίρεση 2 τουλάχιστον κορυφών του), αποδεικνύει ότι, σε κάθε βήμα της κατασκευής του ΕΔΖ και της κατασκευής ενός γραφήματος G_g γένους g , αν υπάρχει τουλάχιστον ένα μονοπάτι που συνδέει δυο κορυφές του ενός τότε υπάρχει μονοπάτι που συνδέει τις κορυφές αυτές και στο άλλο, Tumminello et al. 2005. Έτσι το ΕΔΖ αποτελεί το πρώτο βήμα ιεράρχησης της πληροφορίας για το Πλήρες Δίκτυο που προκύπτει από τον Πίνακα Συσχετίσεων μεταξύ των μετοχών (Mantegna, 1999, Tumminello et al. 2005). Όμως η χρήση του θα πρέπει να γίνεται με προσοχή αφού η προϋπόθεση να μην υπάρχει κύκλος επιτρέπει ακμές μεγαλύτερης απόστασης να προκαλούν μεταβολή στην αρχική ιεράρχηση του Πλήρους Δικτύου (Birch et al. 2015).

Η κατασκευή του ΕΔΖ μπορεί να επιτευχθεί είτε με τον αλγόριθμο του Kruskal είτε με τον αλγόριθμο του Prim (δέχεται και αρνητικές τιμές). Οι ψευδοκώδικες των δυο αλγορίθμων δίνονται στις Εικόνες 3 και 4. Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος Prim (κατάλληλος για δίκτυα με βάρη).

```

begin Kruskal;
    sort edges so that  $w(e_1) \leq \dots w(e_k)$ ;
    LIST =  $\emptyset$ ;
    while  $|LIST| < N-1$  do
        begin
            if the next edge  $e_i$  does not create a cycle then add it to LIST
        end;
    end;

```

Εικόνα 3: Ο αλγόριθμος του Kruskal για το Ελάχιστο Δένδρο Ζεύξης.

```
begin Prim;  
     $S = \{v_1\};$   
    repeat  
        find the minimum weight  $e_{ij}$  in  $S \cap \bar{S}$   
        add  $e_{ij}$  to the tree and add  $v_j$  to  $S$   
    until  $|S| = N$ ;  
end;  
height
```

Εικόνα 4: Ο αλγόριθμος του Prim για το Ελάχιστο Δένδρο Ζεύξης.

2.8 ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΓΙΣΤΑ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΕΝΟ ΓΡΑΦΗΜΑ

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, το γένος ενός γραφήματος αποτελεί ένα δείκτη της πολυπλοκότητάς του. Τα γραφήματα γένους 0 είναι επίπεδα γραφήματα που μπορούν να σχεδιαστούν στην επιφάνεια μιας σφαίρας. Το ΕΔΖ ενός Πλήρους Σταθμισμένου Δικτύου N κορυφών αποτέλεσε το πρώτο αυτού του είδους και λόγω της ιδιότητάς του να υπάρχει σε κάθε γράφημα γένους g που κατασκευάζεται έπειτα από ιεράρχηση των αποστάσεων των ακμών του Πλήρους Δικτύου προέκυψε η επέκτασή του στο επίπεδο γράφημα που το περιέχει. Αυτό ονομάστηκε *Επίπεδο Μέγιστο Φιλτραρισμένο Γράφημα* ή αλλιώς ΕΜΦΓ (Planar maximally filtered graph or PMFG), Aste et al. 2005, Tumminello et al. 2005. Η κατασκευή του αποτελεί προέκταση της κατασκευής του ΕΔΖ, δηλαδή επιλέγεται η επόμενη ακμή ελαχίστου μήκους με την προϋπόθεση ότι διατηρείται η επιπεδότητα του γραφήματος. Για ένα γράφημα γένους g το πλήθος των ακμών του είναι το πολύ ίσο με $3(N - 2 + 2g)$, επομένως για το ΕΜΦΓ που είναι επίπεδο γράφημα γένους 0 το πλήθος των ακμών του είναι ίσο με $3(N - 2)$. Αποδεικνύεται (Birch et al., 2015) ότι σε ένα μέγιστο επίπεδο γράφημα με N κορυφές το μέγιστο πλήθος 3-κλικών είναι ίσο με $3N - 8$. Το ΕΜΦΓ περιέχει $3(N - 2)$ ακμές

επομένως χρησιμοποιώντας τη φόρμουλα του Euler (Μωυσιάσης 2002), το πλήθος των επιφανειών του f υπολογίζεται ίσο με :

$$N - |E| + f = 2 \Leftrightarrow N - 3(N - 2) + f = 2 \Leftrightarrow f = 2N - 4$$

Το γεγονός αυτό το καθιστά το αμέσως επόμενο σημαντικό εργαλείο ιεραρχικού φιλτραρίσματος της πληροφορίας ενός Πλήρους Σταθμισμένου Δικτύου με τον περιορισμό όμως ότι μεγάλο πλήθος 3-κλικών αποκλείεται από την κατασκευή του, κάτι που παρατηρήθηκε από τους ερευνητές (Tumminello et al. 2005, Aste et al. 2005, Birch et al., 2015). Έτσι η κάλυψη του επιπέδου με 4-κλίκες και 3-κλίκες που τις συνδέουν 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 et al. 2005), θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή (Birch et al., 2015).

3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η στατιστική ανάλυση των δικτύων είναι πιο κοντά στην περιγραφική στατιστική παρά στον έλεγχο υποθέσεων (αν και μοντέλα της πολυμεταβλητής ανάλυσης όπως η ανάλυση κατά συστάδες ή ανάλυση κυρίων συνιστωσών κλπ. έχουν χρησιμοποιηθεί), με κύρια εργαλεία που προέρχονται από τη Θεωρία Γραφημάτων όπως αυτή έχει εξελιχθεί και εμπλουτιστεί με έννοιες που προέκυψαν από τις επιστήμες της κοινωνιολογίας, της βιολογίας της φυσικής κλπ. (Kolaczyk, 2009). Η προσπάθεια μοντελοποίησης των πραγματικών δικτύων με τη χρήση τυχαίων γραφημάτων, τα οποία λαμβάνουν υπόψη την κατανομή των ακμών, των τριγώνων και άλλων ειδικών υπογραφημάτων όπως τα Block Models κ.α. έχει συνεισφέρει επίσης σε ένα πλήθος ειδικών στατιστικών μοντέλων (Townshend et al., 2012). Στην παρούσα διατριβή θα χρησιμοποιηθούν μέτρα που χαρακτηρίζουν συνολικά τα δίκτυα (καθολικά μέτρα), μέτρα που χαρακτηρίζουν τοπικά τις κορυφές των δικτύων (μέτρα κεντρικότητας) καθώς και στατικές μέθοδοι σχετικές με την ανάλυση κατά συστάδες, έλεγχος συνέπειας, σύγκριση πινάκων ομοιότητας.

3.1 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Ένα *καθολικό μέτρο* (Global (Single-valued) Statistics, Brandes 2005), αντιστοιχεί σε ένα γράφημα G μια μοναδική αριθμητική τιμή που αντιπροσωπεύει κάποια ιδιότητα του γραφήματος, πχ το πλήθος των κορυφών, των ακμών, των 3-κλικών κλπ. Οι ιδιότητες πηγάζουν από την τοπολογία του γραφήματος και έχουν σχέση είτε με την απόσταση είτε με τις δομικές του ιδιότητες (πχ ο συντελεστής σύμπλεξης) Στην παρούσα διατριβή θα υπολογιστούν τα καθολικά μέτρα της μέσης απόστασης, της διαμέτρου, της αποδοτικότητας, της ευπάθειας και του συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των κορυφών με την έννοια της *assortativity*.

3.1.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ- ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ

Μέση απόσταση (mean distance) ενός απλού, μη κατευθυνόμενου δικτύου ορίζεται η μέση τιμή όλων των γεωδαισιακών μεταξύ των κορυφών του δικτύου, πιο συγκεκριμένα

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

όπου N είναι το πλήθος των κορυφών του δικτύου και d_{ij} είναι η γεωδαισιακή μεταξύ των κορυφών i και j (Newman, 2003). Ο ορισμός ισχύει και στην περίπτωση που το δίκτυο είναι σταθμισμένο με την απόσταση μεταξύ των κορυφών, οπότε η γεωδαισιακή υπολογίζεται ως το μονοπάτι των ακμών με το ελάχιστο άθροισμα αποστάσεων (Costa, 2007).

Διάμετρος (diameter) ενός γραφήματος είναι η μεγαλύτερη από τις γεωδαισιακές που υπολογίζονται μεταξύ όλων των ζευγών των κορυφών ενός δικτύου (Newman, 2003).

Τα δίκτυα με την ιδιότητα του «μικρόκοσμου» χαρακτηρίζονται από μικρές μέσες αποστάσεις και μικρές διαμέτρους. Επομένως οι κόμβοι του δικτύου «ανταλλάσσουν» την πληροφορία με την οποία χαρακτηρίζονται «εύκολα», όποιας μορφής και να είναι αυτή. Στα δίκτυα των γενικών χρηματιστηριακών δεικτών ένα αρνητικό γεγονός (shock) μπορεί εύκολα να εξαπλωθεί όταν το δίκτυο χαρακτηρίζεται από την ιδιότητα του «μικρόκοσμου» ή αντίστροφα, όταν παρατηρηθεί η ιδιότητα του «μικρόκοσμου», τότε είναι πιθανό να έχει ήδη συμβεί ένα τέτοιο γεγονός στην περίοδο που μελετάται.

3.1.2 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η *αποδοτικότητα* (efficiency) όπως αναφέρεται, ορίζεται ως ο αρμονικός μέσος των σταθμισμένων γεωδαισιακών (Latora et al., 2001)

$$E = \frac{1}{N(N+1)} \sum_{i \neq j} \frac{1}{d_{ij}} \quad (2).$$

Αν και έχει ιδιαίτερη αξία σε μη συνδεδετικά δίκτυα ως εκτιμητής της μέσης απόστασης είναι κάτι παραπάνω από αυτό. Αν η μέση απόσταση σε συνδεδετικό δίκτυο δείχνει την «ευκολία» διάδοσης της πληροφορίας μεταξύ των κορυφών του, η αποδοτικότητα ως αρμονικός μέσος δείχνει την «ταχύτητα» διάδοσης της πληροφορίας μεταξύ των κορυφών του (Latora et al., 2001). Επιπλέον μεγάλες τιμές της αποδοτικότητας όπως και αντίστοιχα μικρές τιμές της μέσης απόστασης δείχνουν χαρακτηριστικά του «μικρόκοσμου» (Latora et al., 2001), και για το λόγο αυτό έχουν ιδιαίτερο ρόλο και στα δίκτυα που ερευνώνται στην παρούσα διατριβή, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

3.1.3 ΕΥΠΑΘΕΙΑ

Η ιεράρχηση των κορυφών ενός δικτύου συνδέεται άμεσα με τις θέσεις που κατέχουν στο δίκτυο. Κορυφές μεγάλου βαθμού ενώ από τη μια χαρακτηρίζονται ως *ομφαλοί* (hubs) από την άλλη μπορεί να αποτελούν τα κρίσιμα από άποψη κατάρρευσης του δικτύου σημεία (Gol'dshtein et al., 2005). Ένας τρόπος εντοπισμού τέτοιων κρίσιμων κορυφών σε ένα δίκτυο, είναι ο υπολογισμός της ευπάθειάς τους. Ως *ευπάθεια* (vulnerability) της κορυφής i ορίζεται η ποσότητα V_i

$$V_i = \frac{E - E_i}{E} \quad (3),$$

όπου E είναι η αποδοτικότητα του αρχικού δικτύου και E_i είναι η αποδοτικότητα του δικτύου που προκύπτει με την αφαίρεση της κορυφής i και όλων των ακμών της. Έχοντας ιεραρχήσει τις κορυφές του δικτύου ως προς την ευπάθειά τους, η κορυφή με τη μέγιστη ευπάθεια καθορίζει και την τιμή της ευπάθειας του συνολικού δικτύου, δηλαδή

$$V = \max_i V_i \quad (4).$$

Στα δίκτυα των γενικών χρηματιστηριακών δεικτών ο υπολογισμός της ευπάθειας και η παρακολούθησή της εξέλιξής της εν μέσω κρίσεων μπορεί να συνεισφέρει είτε στην αποκάλυψη είτε στην κατανόηση οικονομικών γεγονότων, κάτι που αποτελεί άμεσο στόχο της διατριβής.

3.1.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ

Συνήθως οι πληροφορίες που έχουμε για ένα δίκτυο χαρακτηρίζουν τις κορυφές του με διάφορους τύπους δεδομένων-κατηγορίες. Παράδειγμα στα κοινωνικά δίκτυα υπάρχει καταγραφή του φύλου, της οικονομικής κατάστασης, της εκπαίδευσης, της φυλής, κλπ κάτι που αναδεικνύει διαφορετικούς τύπους-κατηγορίες κορυφών, (assortative mixing or homophily, Newman 2003). Έτσι οι κορυφές θεωρούνται ομοιογενείς αν ανήκουν στην ίδια κατηγορία και ετερογενείς αν ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες.

Υπό αυτήν την έννοια ο συντελεστής *assortativity κορυφών* (assortativity coefficient) είναι ένας συντελεστής που δείχνει αν κορυφές ίδιας ή διαφορετικής κατηγορίας συνδέονται μεταξύ τους, συμβολίζεται με r και ισχύει $-1 \leq r \leq 1$. Εάν $r = -1$ στο δίκτυο όλες οι ακμές συνδέουν κορυφές διαφορετικής κατηγορίας, εάν $r = 0$ οι ακμές συνδέουν τυχαίας κατηγορίας κορυφές ενώ τέλος, εάν $r = 1$ οι ακμές συνδέουν κορυφές της ίδιας κατηγορίας. Ο τύπος υπολογισμού του συντελεστή είναι

$$r = \frac{Tre - \|e^2\|}{1 - \|e^2\|} \quad (5),$$

όπου Tre είναι το ίχνος του πίνακα e , $\|e^2\|$ είναι το άθροισμα όλων των στοιχείων του πίνακα e^2 ενώ ο πίνακας e δίνεται από τη σχέση

$$e = \frac{E}{\|E\|} \quad (6),$$

όπου E είναι ο πίνακας με στοιχεία E_{ij} τα οποία δηλώνουν το πλήθος των ακμών που συνδέουν κορυφές της κατηγορίας i με κορυφές της κατηγορίας j . Ο πίνακας e είναι η κανονικοποιημένη μορφή του πίνακα E και τα στοιχεία e_{ij} δηλώνουν το ποσοστό των ακμών ανάμεσα σε κορυφές της κατηγορίας i και της κατηγορίας j (Newman, 2003). Στη μελέτη των γενικών χρηματιστηριακών δεικτών οι πληροφορίες που διαφοροποιούν τους τύπους-κατηγορίες των κορυφών προέρχονται από τη γεωγραφική περιοχή, την οικονομική ένωση-συνεργασία, και άλλα που θα αναπτυχθούν παρακάτω. Επομένως, αποτελεί ενδιαφέρον στοιχείο ο υπολογισμός του συγκεκριμένου συντελεστή και η

παρακολούθηση της εξέλιξής του αφού συνδυάζει την τοπολογία του δικτύου και την εξέλιξή της με ουσιαστικά δεδομένα που διαμορφώνουν τις αγορές.

3.2 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

Διαισθητικά η έννοια της κεντρικότητας των κορυφών ενός δικτύου G υποδηλώνει ένα είδος ιεράρχησης ως προς τη σημαντικότητά τους που εκφράζεται μέσω μιας αριθμητικής τιμής για κάθε μια από αυτές. Ως έννοια σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να εκφραστεί μοναδικά, αν και διάφοροι ερευνητές έχουν προσπαθήσει να τις ταξινομήσουν με βάση έννοιες όπως η απόσταση, η ροή, ο έλεγχος κλπ (Kolaczyk, 2009). Στην παρούσα διατριβή, τα μέτρα που θα χρησιμοποιηθούν, προκύπτουν από δυο ειδών σταθμισμένα δίκτυα. Το πρώτο είδος σταθμίζεται με βάση την απόσταση d_{ij} , μεταξύ των κορυφών (όπως έχει ήδη οριστεί), επομένως μικρότερη απόσταση δηλώνει κορυφές που συνδέονται λόγω μεγάλης τιμής του συντελεστή συσχέτισης. Το δεύτερο είδος σταθμίζεται με βάση την τιμή $w_{ij} = \frac{1}{d_{ij} + 1}$, όπου d_{ij} η απόσταση όπως έχει οριστεί και επομένως μικρότερες τιμές δηλώνουν κορυφές που συνδέονται λόγω μικρής τιμής του συντελεστή συσχέτισης. Με βάση τα δυο προηγούμενα είδη τα μέτρα που υπολογίστηκαν είναι: η βαθμική κεντρικότητα (χωρίς στάθμιση), το σθένος με βάρος w_{ij} , η ιδιοκεντρικότητα με βάρος w_{ij} , η βαθμική κεντρικότητα Page με βάρος w_{ij} , η ενδιάμεση κεντρικότητα με βάρος d_{ij} , και η κεντρικότητα εγγύτητας με βάρος d_{ij} . Παράλληλα με τον ορισμό για κάθε ένα από τα προηγούμενα μέτρα θα δίνεται και η αντίστοιχη ερμηνεία του ρόλου τους στη δομή του δικτύου.

3.2.1 ΒΑΘΜΙΚΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ-ΣΘΕΝΟΣ

Η *βαθμική κεντρικότητα* (degree centrality) μιας κορυφής i είναι ίση με το βαθμό της. Η κανονικοποιημένη βαθμική κεντρικότητα που αντιστοιχεί στο ποσοστό των

κορυφών που είναι γείτονες της i κορυφής, επί του συνόλου των εν δυνάμει γειτόνων της ορίζεται ως

$$\frac{\delta_G(v)}{N-1} \quad (7),$$

όπου N είναι το πλήθος των κορυφών του δικτύου που μελετάται (Wasserman et al., 1994). Η χρήση της είναι ιδιαίτερα σημαντική όταν πρόκειται να συγκριθούν δίκτυα διαφορετικού πλήθους κορυφών.

Για τα σταθμισμένα δίκτυα υπολογίζεται εκτός της βαθμικής κεντρικότητας και το *σθένος* (strength), το οποίο ορίζεται ως το άθροισμα των βαρών των ακμών των κορυφών. Το σθένος της κορυφής i ορίζεται ως εξής

$$s_i = \sum_j w_{ij} \quad (8),$$

όπου w_{ij} είναι το βάρος της ακμής που ενώνει τις κορυφές i και j . (Barrat et al., 2004). Τα δίκτυα που συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη έχουν βάρη στο ίδιο διάστημα πραγματικών αριθμών, ίσο πλήθος κορυφών, επομένως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι και το σθένος κανονικοποιημένο.

Σε κάθε τύπο δικτύου η βαθμική κεντρικότητα όπως και το σθένος είναι ένας δείκτης που σχετίζεται με την έννοια του ομφαλού (hub), δηλαδή κορυφών με πολύ μεγάλο πλήθος γειτόνων με τις οποίες μπορεί να έχουν ή όχι και ισχυρές ταυτόχρονα σχέσεις (σθένος). Όμως σε αρκετές περιπτώσεις το μέτρο αυτό δηλώνει «κυριαρχία» αφού δε λαμβάνει υπ' όψιν τις σχέσεις μεταξύ των γειτονικών κορυφών ενός ομφαλού. Ο χαρακτηρισμός αυτός παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και στα δίκτυα των γενικών χρηματιστηριακών δεικτών που μελετώνται.

3.2.2 ΙΔΙΟΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ

Η *ιδιοκεντρικότητα* (eigenvector centrality) στηρίζεται στην ιδέα ότι η σημαντικότητα μιας κορυφής εξαρτάται και από τη σημαντικότητα (και όχι μόνο το πλήθος) των γειτόνων της (Kolaczyk, 2009).

Αν x_i συμβολίζει την κεντρικότητα της κορυφής i και $\Gamma(i)$ το σύνολο των γειτόνων της τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι η x_i είναι ανάλογη προς τις κεντρικότητες των γειτόνων της (Bonacich, 1987). Αν η αναλογία αυτή εκφραστεί με τη σχέση $x_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j \in \Gamma(i)} w_{ij} x_j$ και αυτή με τη σειρά της στην εξίσωση πινάκων $\lambda x = Wx$, τότε x είναι ένα ιδιοδιάνυσμα του W (ο Σταθμισμένος Πίνακας Συνδέσεων $W = (w_{ij})$, του δικτύου όπως ορίστηκε προηγούμενα) και λ η αντίστοιχη ιδιοτιμή. Από το θεώρημα Perron-Frobenius για συμμετρικούς πίνακες, αποδεικνύεται ότι ο αριθμός λ αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη ιδιοτιμή του W με ιδιοδιάνυσμα το x . Οι συντεταγμένες του x περιέχουν τις ιδιοκεντρικότητες των κορυφών του δικτύου.

Η ιεράρχηση των κορυφών με το μέτρο της ιδιοκεντρικότητας σε αρκετές περιπτώσεις πραγματικών δικτύων αναδεικνύει ομφαλούς που δεν κυριαρχούν επί των γειτόνων τους αλλά αποτελούν μέρος πυκνών σημείων στα δίκτυα φανερώνοντας «συνεργασία». Η εύρεση τέτοιων κορυφών στα δίκτυα των γενικών χρηματιστηριακών δεκτών αποτελεί έναν από τους σκοπούς της παρούσης εργασίας.

3.2.3 ΒΑΘΜΙΚΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ PAGE

Η *βαθμική κεντρικότητα Page* (pagerank) αποτελεί μια επέκταση της ιδιοκεντρικότητας και αναπτύχθηκε με στόχο την ιεράρχηση των σελίδων σύμφωνα με την επισκεψιμότητά τους στο WWW (επομένως αφορά κυρίως κατευθυνόμενα δίκτυα). Σύμφωνα με τους δημιουργούς Sergey Brin and Lawrence Page (Brin and Page, 1998, Maarten van Steen, 2010), υποτίθενται τα εξής:

Μια σελίδα A δέχεται επίσκεψη από τις σελίδες $T_1, T_2, \dots, T_n$ (επομένως έχει έσω-βαθμό ίσο με n). Λαμβάνοντας υπόψη ότι οποιοσδήποτε επισκέπτης (κινούμενος τυχαία από σελίδα σε σελίδα χωρίς να επιστρέφει στις προηγούμενες) κάποια στιγμή αλλάζει σελίδα, η πιθανότητα d να συμβεί αυτό για τη συγκεκριμένη σελίδα, ονομάστηκε *παράγοντας απόσβεσης* (damping factor) με τιμές από 0 έως 1. Συνήθως δίνεται η τιμή 0.85. Αν $C(T_k)$ συμβολίζει τις σελίδες με τις οποίες συνδέεται η σελίδα T_k , (δηλαδή τον

έξω-βαθμό της) , με $k = 1, 2, 3, \dots, n$, τότε η βαθμική κεντρικότητα Page της σελίδας A , δίνεται από την αναδρομική σχέση:

$$pagerank(A) = (1-d) + d \cdot \sum_{k=1, \dots, n} \frac{pagerank(T_k)}{C(T_k)} \quad (9) .$$

Είναι φανερή η ομοιότητα που παρουσιάζει η παραπάνω αναδρομική σχέση με τον τρόπο που περιγράφηκε η ιδέα της ιδιοκεντρικότητας (επιπρόσθετα στον υπολογισμό της θα χρησιμοποιηθεί η ισχύς της κάθε κορυφής ως βάρος). Η διαφοροποίηση βρίσκεται στην εισαγωγή του τυχαίου παράγοντα απόσβεσης. Τυχαίοι παράγοντες όμως επηρεάζουν τις αγορές και δημιουργούν ευκαιρίες για δείκτες να αποτελέσουν ομφαλούς κάποια χρονική στιγμή, επομένως η σημασία του υπολογισμού της βαθμικής κεντρικότητας Page στα δίκτυα που μελετώνται είναι μεγάλη.

3.2.4 ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ

Τα προηγούμενα μέτρα κεντρικότητας βασίζονταν στο πλήθος και στην ισχύ των γειτόνων των κορυφών καθώς και στην τοπολογία που δημιουργείται γύρω από τους γείτονες των κορυφών. Η *ενδιάμεση κεντρικότητα* (betweenness centrality) μιας κορυφής i βασίζεται στο πλήθος των γεωδαισιακών που συνδέουν κάθε ζεύγος κορυφών με την προϋπόθεση ότι διέρχονται από την κορυφή i . Ακριβέστερα υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο

$$b_i = \sum_{s \neq i \neq t} \frac{\sigma_{st}(i)}{\sigma_{st}} \quad (10) ,$$

όπου, $\sigma_{st}(i)$ είναι το πλήθος των σταθμισμένων γεωδαισιακών από την κορυφή s προς την κορυφή t που διέρχονται από την i και σ_{st} το πλήθος των γεωδαισιακών από την s στην t (Freeman, 1979). Όπως ήδη έχει αναφερθεί, τα δίκτυα έχουν ίσο πλήθος κορυφών, είναι σταθμισμένα αλλά στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η ποσότητα $\frac{2b_i}{(N-1)(N-2)}$ ως μια μορφή κανονικοποίησης (επομένως είναι πιθανό να βρεθούν τιμές μεγαλύτερες του 1). Αν τα προηγούμενα μέτρα αναδείκνυαν το κύρος (prestige) μιας

κορυφής, η ενδιάμεση κεντρικότητα αναδεικνύει το ρόλο της στη «διακίνηση της πληροφορίας». Στα φιλτραρισμένα Πλήρη οικονομικά Δίκτυα μέσω της κατασκευής του ΕΔΖ όπως και του ΕΜΦΓ, η ιεράρχηση ως προς τη ενδιάμεση κεντρικότητα αναμένεται να αναδείξει γενικούς δείκτες που έχουν παίξει κάποιον ιδιαίτερο ρόλο στις σχέσεις μεταξύ των υπολοίπων.

3.2.5 ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ

Το τελευταίο μέτρο κεντρικότητας σχετίζεται και αυτό με την απόσταση. Η *κεντρικότητα εγγύτητας* (closeness centrality) χαρακτηρίζει μια κορυφή ως προς το πόσο κοντά βρίσκεται στις υπόλοιπες του δικτύου και είναι αντιστρόφως ανάλογη του αθροίσματος των σταθμισμένων γεωδαισιακών μιας κορυφής από όλες τις άλλες. Για την ακρίβεια η κεντρικότητα εγγύτητας μιας κορυφής i υπολογίζεται ως εξής (Freeman, 1979)

$$c_i = \frac{1}{\sum_{i \neq j} d_{ij}} \quad (11),$$

όπου d_{ij} είναι η σταθμισμένη απόσταση μεταξύ των κορυφών i και j . Για να κανονικοποιηθεί αυτό το μέτρο πολλαπλασιάζεται με $N-1$ (και εδώ αξίζει να τονιστεί πως η κανονικοποίηση λόγω στάθμισης μπορεί να δώσει τιμές μεγαλύτερες του 1, όμως τα δίκτυα που συγκρίνονται έχουν ίδιο πλήθος κορυφών). Είναι ένα μέτρο που έχει άμεση σχέση με την ιδιότητα του «μικρόκοσμου» όπως έχει παρατηρηθεί σε πλήθος πραγματικών δικτύων και είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό για την παρατήρηση της εξέλιξης των δικτύων που μελετώνται μέσα στο χρόνο.

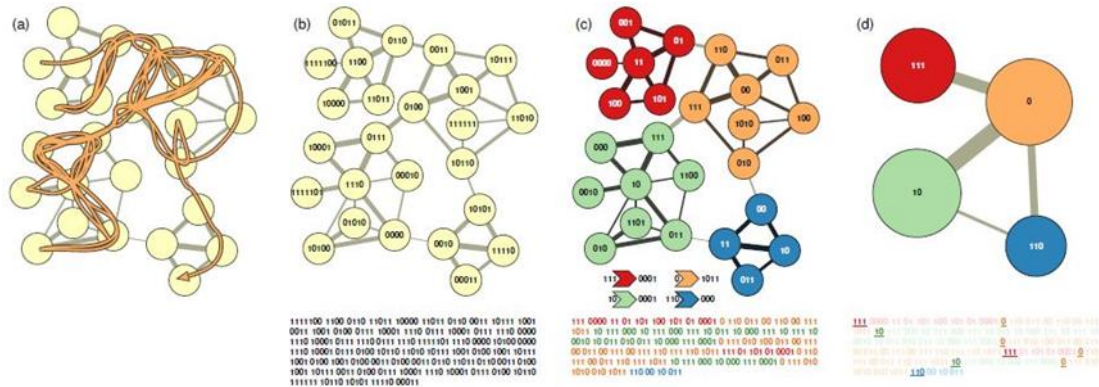
3.3 ΔΟΜΗ ΣΕ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Η ετερογένεια ως προς τη δομή, είναι μια ιδιότητα που έχει παρατηρηθεί σε πραγματικά δίκτυα που προέρχονται από διάφορους επιστημονικούς κλάδους. Αν τα

καθολικά μέτρα δίνουν μια γενική εικόνα ενός δικτύου, ενώ τα μέτρα κεντρικότητας χαρακτηρίζουν τοπικές ιδιότητες, η ταξινόμηση των κορυφών του δικτύου σε υπογραφήματα (ως διαμέριση ή με επικάλυψη) αποτελεί έναν ενδιάμεσο τρόπο χαρακτηρισμού του. Η διαδικασία εύρεσης αυτών των υπογραφημάτων καλείται *δομή σε κοινότητες* (community structure) και αποτελεί έναν από τους κύριους στόχους στη μελέτη των πραγματικών δικτύων. Η διαδικασία εύρεσης των κοινοτήτων στηρίζεται στην εύρεση υποσυνόλων κορυφών που συνδέονται πυκνότερα μεταξύ τους σε σχέση με τις κορυφές που δεν ανήκουν σε αυτά. Πληροφορίες για τη θεωρία γύρω από τους τρόπους εύρεσης των κοινοτήτων δίνονται από τους Fortunato S., 2010, Lancichinetti A., Fortunato S., 2010, Labatut, V., Balasque J.-M., 2012 και στις αναφορές που βρίσκονται εκεί, ενώ παραδείγματα που αφορούν στα οικονομικά δίκτυα δίνονται στις εργασίες των Vitali S., Battiston S., 2014, Barigozzi M., Fagiolo G., Mangioni G., 2011, Mahmoud et al., 2014 κα.

3.3.1 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ INFOMAP

Ο αλγόριθμος infomap αποτελεί έναν συνδυασμό της κωδικοποίησης ενός χάρτη και της διάχυσης της πληροφορίας μέσα από αυτόν. Ο χάρτης δείχνει τη θέση των πόλεων αλλά στις πόλεις τα ονόματα των δρόμων μπορεί να είναι κοινά μεταξύ διαφορετικών πόλεων. Οι Rosvall και Bergstrom (Rosvall et al. 2008, 2009) δημιούργησαν έναν αλγόριθμο που ονοματίζει τις κορυφές ενός δικτύου σε δυο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο δίνεται το όνομα των κοινοτήτων και στο δεύτερο το όνομα των κορυφών με χρήση τυχαίου περιπάτου και δυο διαφορετικών κωδικοποιήσεων Huffman (στο αλφάβητο: {0, 1}), Huffman, 1952. Η ιδέα πίσω από τη σκέψη αυτή είναι ότι, κατά τη διάρκεια ενός τυχαίου περιπάτου είναι πιθανότερο η διαδρομή να γίνεται μεταξύ κορυφών της ίδιας κοινότητας παρά μεταξύ κορυφών που ανήκουν σε διαφορετικές κοινότητες. Ο αλγόριθμος infomap αποδίδει τις κοινότητες χωρίς να επηρεάζεται από το μέγεθος και την πυκνότητα κάθε κοινότητας όπως άλλοι αλγόριθμοι (Lancichinetti A. και Fortunato S., 2010). Ένα παράδειγμα για το πώς λειτουργεί ο αλγόριθμος δίνεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5: Λειτουργία του αλγόριθμου Infomap (Rosvall et al. 2008).

3.3.2 ΜΕΤΡΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ

Μετά τον εντοπισμό των κοινοτήτων στα δίκτυα, το επόμενο βήμα είναι η σύγκριση αυτών των κοινοτήτων (σύγκριση συνεχόμενων κοινοτήτων ανά δύο) ως προς την ομοιότητα τους. Υπάρχουν διάφορα μέτρα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν γι' αυτόν τον σκοπό.

Η *variation of information* (Meila, 2003) μετράει την ποσότητα της πληροφορίας που κερδίζεται και χάνεται πηγαίνοντας από τις κοινότητες του ενός δικτύου στις κοινότητες του άλλου δικτύου. Υπάρχουν πολλές ιδιότητες του συγκεκριμένου μέτρου οι οποίες το καθιστούν πολύ ικανό. Η πιο σημαντική από αυτές είναι πως το μέτρο αυτό είναι μια πραγματική μετρική στο χώρο των συσταδοποιήσεων (Silke Wagner και Dorothea Wagner, 2007). Για την κανονικοποίηση αυτού του μέτρου, διαιρείται η τιμή του με τη μέγιστη τιμή που αυτό μπορεί να πάρει, δηλαδή τη $\log_2 N$, όπου N είναι το πλήθος των κορυφών του δικτύου. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του, τόσο περισσότερη πληροφορία αλλάζει μεταξύ των κοινοτήτων των δικτύων που συγκρίνονται.

Η *κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία* (normalized mutual information) είναι ένα μέτρο ομοιότητας το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στη σύγκριση κοινοτήτων δικτύων (Fred, Ana L.N., Jain, Anil K., 2003). Στην ουσία, με τη βοήθεια αυτού του μέτρου μελετάται, μέσω της εντροπίας, πόση κοινή πληροφορία περιέχεται στις κοινότητες των δικτύων. Εάν η τιμή του μέτρου είναι 0 τότε οι κοινότητες είναι ανόμοιες

στα δίκτυα, ενώ αν η τιμή είναι ίση με 1 οι κοινότητες είναι πανομοιότυπες στα υπό μελέτη δίκτυα.

Ο *Rand index* (Rand, William M., 1971) χρησιμοποιείται για τη σύγκριση κοινοτήτων δικτύων καθώς είναι ένα μέτρο ομοιότητας τους, όπως και η κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία. Το μέτρο αυτό εξαρτάται και από τον αριθμό των κοινοτήτων αλλά και από τον αριθμό των στοιχείων που συμμετέχουν (Silke Wagner και Dorothea Wagner, 2007).

Η αναμενόμενη τιμή του Rand index για δύο τυχαίες διαμερίσεις δεν μπορεί να πάρει μια σταθερή τιμή, π.χ. 0. Οι Hubert και Arabie, 1985, πρότειναν μια προσαρμογή αυτού του μέτρου η οποία προϋποθέτει μια γενικευμένη υπεργεωμετρική κατανομή ως τη μηδενική υπόθεση. Ο καινούριος δείκτης ονομάζεται *adjusted Rand index* και είναι η κανονικοποιημένη διαφορά του Rand index και της αναμενόμενης τιμής υπό τη μηδενική υπόθεση. Όταν η τιμή είναι 0 έχουμε τελείως διαφορετικές κοινότητες ενώ όταν η τιμή είναι 1 οι κοινότητες είναι πανομοιότυπες. Η σημαντικότητα αυτού του δείκτη πρέπει να τεθεί υπό αμφισβήτηση λόγω των ισχυρών υποθέσεων που γίνονται στην αρχή της κατανομής. Ο Melia αναφέρει πως κάποια ζευγάρια συσταδοποιήσεων μπορεί να δώσουν αρνητικές τιμές αυτού του δείκτη (Silke Wagner και Dorothea Wagner, 2007).

3.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Υποθέτουμε k κριτές που βαθμολογούν n διακεκριμένα άτομα. Ένας τρόπος να εκτιμηθεί το σφάλμα των κριτών είναι η εκτίμηση της αξιοπιστίας (reliability) των κρίσεων τους. Ο *συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης* (Intraclass correlation coefficient) παρουσιάζεται συχνά ως ένα τέτοιο μέτρο (Shrout S.P., Fleiss L.J., 1979). Οι Shrout S.P., Fleiss L.J., 1979, δίνουν τον πρόχειρο ορισμό: «ο συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης είναι η συσχέτιση μεταξύ μιας μέτρησης σε κάποιο άτομο του δείγματος (είτε μιας κρίσης είτε του μέσου όρου ενός δείγματος κρίσεων) και μιας επανάληψης στο ίδιο άτομο.

Η εκτίμηση του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης εξαρτάται από τον τρόπο που έχει γίνει ο σχεδιασμός μιας μελέτης και γίνεται με το μοντέλο της Ανάλυσης Διασποράς με τυχαίους ή όχι παράγοντες όπως περιγράφεται από τον τύπο

$$x_{ij} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ij} \quad (12),$$

όπου x_{ij} είναι η i^{th} βαθμολογία ($i=1, \dots, k$) στο j^{th} άτομο ($j=1, \dots, n$), μ είναι ο μέσος όρος των βαθμολογιών του συνολικού πληθυσμού, a_i είναι η διαφορά του μ από το μέσο όρο των βαθμολογήσεων του i^{th} κριτή, b_j είναι η διαφορά του μ από την αληθινή βαθμολογία (true score) του j^{th} ατόμου (δηλαδή ο μέσος όρος κατά μήκος πολλών επαναληπτικών βαθμολογιών του j^{th} ατόμου), $(ab)_{ij}$ είναι ο βαθμός στον οποίο ο i^{th} κριτής ξεφεύγει από τις συνηθισμένες του τάσεις για βαθμολόγηση όταν έρχεται αντιμέτωπος με το j^{th} άτομο και e_{ij} είναι το τυχαίο λάθος στη βαθμολόγηση του i^{th} κριτή για το j^{th} άτομο.

Στην παρούσα διατριβή, οι κριτές κρίνουν τα ίδια «άτομα», επομένως το μοντέλο έχει ως στόχο την εκτίμηση της συνέπειας (consistency) μεταξύ αυτών των κρίσεων. Στο μοντέλο ICC(3, 1), όπως συμβολίζεται από τους Shrout S.P., Fleiss L.J., 1979, οι κριτές θεωρούνται σταθερός και όχι τυχαίος παράγοντας. Ο τύπος που δίνει το συντελεστή είναι

$$\rho = \frac{\sigma_{T^2} - \sigma_{I^2} / (k-1)}{\sigma_{T^2} + \sigma_{I^2} + \sigma_{E^2}} \quad (13),$$

όπου k είναι το πλήθος των κριτών, σ_{T^2} είναι η διακύμανση μεταξύ δύο βαθμολογιών σε ένα άτομο, σ_{I^2} είναι η διακύμανση του $(ab)_{ij}$ και σ_{E^2} η διακύμανση του λάθους e_{ij} .

3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Στην παρούσα διατριβή, γίνεται διαμέριση των χρονολογικών δεδομένων σε χρονικά παράθυρα χωρίς το ένα να επικαλύπτει το άλλο. Με την υπόθεση αυτή σε κάθε χρονικό παράθυρο αντιστοιχεί ένας Πίνακας Συσχετίσεων μεταξύ των γενικών δεικτών. Ο Jennrich, R. I., 1970, για σύγκριση ή συγκρίσεις μεταξύ των πινάκων συσχετίσεων σε μια τέτοια περίπτωση πρότεινε το επόμενο στατιστικό

$$J = \sum_{i=1}^m J_i \quad (14),$$

$$\text{όπου} \quad J_i = \frac{1}{2} \text{Tr}(Z_i^2) - \Delta_i^t G^{-1} \Delta_i, \quad Z_i = \sqrt{T_i - 1} C_{pooled}^{-1} (C_i - C_{pooled}) ,$$

$$C_{pooled} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^m (T_i - 1), T = \sum_{i=1}^m (T_i - 1), \quad \text{είναι ο Ομαδοποιημένος (Pooled) Πίνακας}$$

Συσχετίσεων, Δ_i είναι το διάνυσμα στήλη όπου η j^{th} συνιστώσα είναι ίση με το j^{th} διαγώνιο στοιχείο του Z_i , το γενικό στοιχείο του G είναι $g(i, j) = \delta(i, j) + c_{pooled}(i, j) c_{pooled}^{-1}(i, j)$ με $\delta(i, j)$ να είναι το δέλτα του Κρόνεκερ (Kronecker's delta) και $c_{pooled}(i, j), c_{pooled}^{-1}(i, j)$ να είναι τα γενικά στοιχεία των C_{pooled} και C_{pooled}^{-1} αντίστοιχα.

Έδειξε πως το J είναι ασυμπτωτικά κατανομημένο σύμφωνα με μια X^2 κατανομή με βαθμούς ελευθερίας $(m-1)k, k = \frac{1}{2}n(n-1)$. Επομένως, για επίπεδο σημαντικότητας α , η δομή της συσχέτισης κατά μήκος όλων των χρονικών παραθύρων δηλώνεται ασταθής εάν το J υπερβαίνει μια τιμή αποκοπής $X^2_{\alpha; (m-1)k}$ (το $(1-\alpha)$ -th ποσοστημόριο της X^2 κατανομής με βαθμούς ελευθερίας $(m-1)k$). (Maman Abdurachman Djauhari and Siew Lee Gan, 2014).

4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Τα οικονομικά δίκτυα έχουν το χαρακτηριστικό πως οι πληροφορίες που μεταδίδονται μεταξύ των κορυφών είναι προσανατολιζόμενες κυρίως σε θέματα που αφορούν τα οικονομικά, λαμβάνοντας υπ' όψιν όμως πως πολλά θέματα και πληροφορίες που δεν αφορούν τα οικονομικά μπορεί να έχουν σοβαρές και σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις.

Το οικονομικό δίκτυο αποτελεί τον καθρέφτη των οικονομικών συσχετίσεων μεταξύ των κορυφών και επειδή μεταξύ αυτών μπορούν να αναπτυχθούν πολλαπλές άλλες συσχετίσεις με πολιτικό ή και κοινωνικό χαρακτήρα, αφού όλα αυτά είναι αλληλένδετα μεταξύ τους, το αποτέλεσμα θα είναι το τέλει οικονομικό δίκτυο να είναι διαμορφωμένο από γεγονότα που η φύση τους θα σχετίζεται άμεσα με οικονομικά θέματα αλλά έμμεσα και με πολιτικοκοινωνικά είδους ζητήματα.

4.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στο πως η Θεωρία Γραφημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνουν καλύτερα επεξηγήσιμες και κατανοητές οι χρηματιστηριακές αγορές. Μια από τις σημαντικότερες μελέτες έχει να κάνει με την ανάλυση των δικτύων που βασίζονται στη συσχέτιση. Τα δίκτυα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη και την κατανόηση των δυναμικών (dynamics) των χρηματοπιστωτικών αγορών και για τη μείωση της πολυπλοκότητας των οικονομικών σχέσεων. Στο τέλος της διατριβής, στο Παράρτημα Α, υπάρχει ο Πίνακας 1 που περιέχει μια σύντομη επισκόπηση για μερικές από τις πολλές ερευνητικές εργασίες που έχουν δημοσιευθεί τον τελευταίο καιρό σε αυτόν τον τομέα. Ορισμένες εργασίες έχουν αναπτύξει τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να σχηματίσουν τα δίκτυα με βάση τις συσχετίσεις και άλλες αναφέρουν εφαρμογές των μεθόδων σε διάφορες χρηματοπιστωτικές αγορές.

4.2 ΓΕΝΙΚΟΣ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΤΟΧΩΝ

Ένας γενικός χρηματιστηριακός δείκτης μετοχών ή γενικός χρηματιστηριακός δείκτης (συνθά αναφέρεται και ως δείκτης μετοχών ή απλά χρηματιστηριακός δείκτης) είναι μια μέτρηση της τιμής ενός τμήματος της χρηματιστηριακής αγοράς. Υπολογίζεται από τις τιμές επιλεγμένων μετοχών (τυπικά είναι δηλαδή ένας σταθμισμένος μέσος όρος) και μετριέται σε μονάδες. Είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται από επενδυτές και οικονομικούς διευθυντές για να περιγράψει την αγορά, και να συγκρίνει την απόδοση συγκεκριμένων επενδύσεων. Για παράδειγμα αν ο γενικός δείκτης πέρυσι ήταν στις 1000 μονάδες και φέτος είναι στις 2000 μονάδες, αυτό σημαίνει ότι κατά μέσο όρο οι τιμές όλων των μετοχών, όλων των εταιρειών, διπλασιάστηκαν. Η μεταβολή του γενικού δείκτη του χρηματιστηρίου μετριέται σε ποσοστό. Αν για παράδειγμα από τις 1000 μονάδες σε μία συνεδρίαση πήγε 1050, αυτό σημαίνει ότι ανέβηκε 50 μονάδες από τις 1000, άρα είχε άνοδο 5%.

4.3 ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Με λίγα και απλά λόγια, μια χρονοσειρά $\{x_t\}_{t=1}^n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ είναι μια ακολουθία αριθμών η οποία μας δείχνει το πως εξελίσσεται ένα φαινόμενο και είναι κατανομημένη σύμφωνα με τον χρόνο. Τα χρονικά διαστήματα μεταξύ αυτών των αριθμών συνήθως είναι ισαπέχοντα. Ένας πιο επίσημος ορισμός είναι ο εξής: μια χρονοσειρά η οποία έχει μήκος n και $x_1, \dots, x_n$ είναι τυχαίες μεταβλητές είναι η πραγματοποίηση μιας διαδικασίας $\{x_t\}_{t=1}^n$. Γενικά, αυτή η διαδικασία, θεωρείται στοχαστική αλλά μπορεί επίσης να είναι και ντετερμινιστική εάν κάθε φορά ξεκινάει από διαφορετική αρχική κατάσταση. Σε όλες τις περιπτώσεις, κάθε φορά παράγεται μια διαφορετική χρονοσειρά καθώς κάθε πραγματοποίηση της διαδικασίας είναι διαφορετική από την προηγούμενη φορά.

Όταν αναφερόμαστε σε χρονοσειρές χρηματιστηριακών δεικτών, οι τυχαίες μεταβλητές της χρονοσειράς είναι οι χρηματιστηριακοί δείκτες σε συγκεκριμένο χρόνο,

για παράδειγμα μπορεί να μελετάται μια χρονοσειρά των ημερήσιων ή εβδομαδιαίων τιμών κλεισίματος ενός ή περισσότερων γενικών χρηματιστηριακών δεικτών.

4.4 ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ

Η επιλογή των καταλληλότερων μεταβλητών στον τομέα των οικονομικών, πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς αυτό δεν είναι μια εύκολη και απλή διαδικασία. Ανάλογα με το τι μελέτη πρέπει να πραγματοποιηθεί κάθε φορά, πρέπει να επιλεχθούν με σωστό τρόπο οι ανάλογες μεταβλητές

Ως $P(t)$ ορίζεται η ημερήσια τιμή κλεισίματος ενός χρηματιστηριακού δείκτη σε χρόνο t (ημέρα) . Σπανίως χρησιμοποιείται αυτή η απόλυτη τιμή από μόνη της ως μεταβλητή. Υπάρχουν πιο κατάλληλες επιλογές για μεταβλητές. Ένας πολύ συνηθισμένος τρόπος για να μελετώνται οι δείκτες είναι μέσω των λογαριθμικών αποδόσεων, που ορίζονται ως ο λογάριθμος των διαφορών δύο συνεχόμενων τιμών ως

$$r(t) = \ln \frac{P(t + \Delta t)}{P(t)} = \ln P(t + \Delta t) - \ln P(t) = \ln P(1 + D(t)) \quad (15) .$$

Παρ'όλο που και οι λογαριθμικές αποδόσεις παρουσιάζουν κάποια προβλήματα, σε τέτοιου είδους περιπτώσεις είναι η πιο διαδεδομένο μεταβλητή που χρησιμοποιείται σε μελέτες και έρευνες. Επιπλέον, είναι εκτός των άλλων, και πολύ απλή για να χρησιμοποιηθεί ως προς το υπολογιστικό κομμάτι, κάτι πολύ σημαντικό που την κατοχυρώνει και ως την καταλληλότερη υποψήφια μεταβλητή. Επομένως, στην παρούσα διατριβή, οι λογαριθμικές αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών που χρησιμοποιούνται ορίζονται από την Εξίσωση 15 για όλους τους παραπάνω λόγους.

4.5 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Ένας τρόπος για να εντοπιστούν διαφορές και ομοιότητες στη συγχρονισμένη χρονική εξέλιξη των χρηματιστηριακών δεικτών είναι να μελετηθεί ανάμεσα σε δύο

χρηματιστηριακούς δείκτες i και j ο συντελεστής συσχέτισης ρ_{ij} . Οι συσχετίσεις μπορούν να υπολογιστούν από τις ημερήσιες λογαριθμικές αποδόσεις των τιμών όπως ορίζονται από την Εξίσωση 16. Η *λογαριθμική απόδοση* (logarithmic return) ενός χρηματιστηριακού δείκτη i γράφεται ως

$$r_i(t) = \ln P_i(t) - \ln P_i(t-1) \quad (16),$$

όπου το $P_i(t)$ αναφέρεται στην τιμή του χρηματιστηριακού δείκτη τη χρονική στιγμή t . Γενικά μπορεί να οριστεί το διάνυσμα απόδοσης r_i . Με αυτόν το συμβολισμό, το διάνυσμα r_i έχει ως συνιστώσες του τις λογαριθμικές αποδόσεις από διαφορετικές ημέρες. Έτσι, για παράδειγμα, για μια χρονική περίοδο του ενός εξαμήνου εάν έχουν μελετηθεί οι ημερήσιες αποδόσεις, τα στοιχεία του διανύσματος θα ήταν σε πλήθος 125 και θα υπήρχε μια αντιστοιχία του καθενός από αυτά με την απόδοση μιας ημέρας.

Ο συντελεστής συσχέτισης που θα χρησιμοποιηθεί είναι ο *συντελεστής συσχέτισης του Pearson* (Pearson's correlation coefficient) και ορίζεται ως εξής

$$\rho_{ij} = \frac{\langle \mathbf{r}_i \mathbf{r}_j \rangle - \langle \mathbf{r}_i \rangle \langle \mathbf{r}_j \rangle}{\sqrt{[\langle \mathbf{r}_i^2 \rangle - \langle \mathbf{r}_i \rangle^2][\langle \mathbf{r}_j^2 \rangle - \langle \mathbf{r}_j \rangle^2]}} \quad (17).$$

Οι γωνιακές παρενθέσεις $\langle \dots \rangle$ δηλώνουν μια μέση τιμή για τις μέρες τις οποίες μελετώνται. Ο $N \times N$ πίνακας C που προκύπτει είναι συμμετρικός και χαρακτηρίζεται πλήρως από τα $\frac{1}{2} N(N-1)$ ανεξάρτητα ανώτερα (ή κατώτερα) στοιχεία του πίνακα. Σε αυτή τη μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν οι ημερήσιες τιμές κλεισίματος για τη μεταβλητή P_i . Οι ημερήσιες τιμές ανοίγματος θα μπορούσαν να είναι μια εναλλακτική επιλογή, αλλά η πιο συνηθισμένη πρακτική είναι η χρήση της τιμής κλεισίματος για ημερήσιες αναφορές.

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι (δια)συσχετίσεων. Θεωρητικά, μπορεί να υπάρχουν πλήρως συσχετιζόμενοι χρηματιστηριακοί δείκτες i και j ($\rho_{ij} = 1$), μη συσχετιζόμενοι χρηματιστηριακοί δείκτες ($\rho_{ij} = 0$) και πλήρως αντίθετα συσχετιζόμενοι χρηματιστηριακοί δείκτες ($\rho_{ij} = -1$).

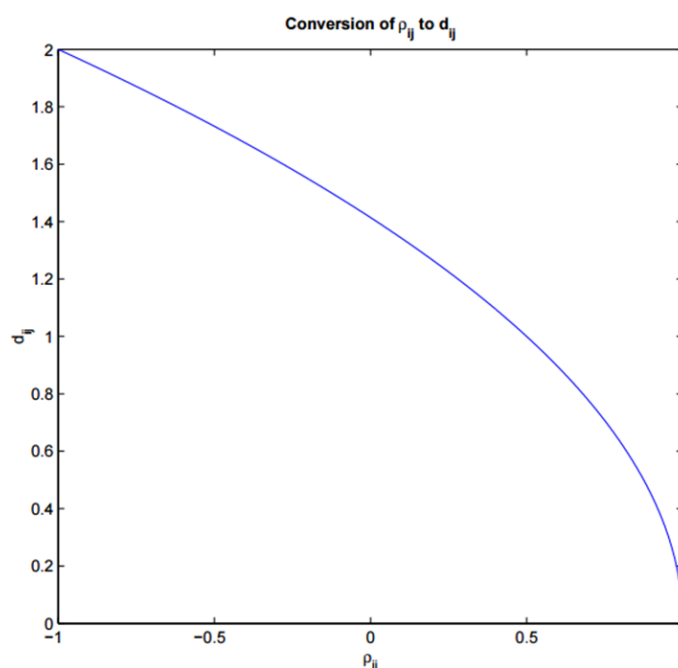
4.6 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Οι συσχετίσεις είναι ένας από τους πολλούς τρόπους με τον οποίο μπορεί να εξεταστεί το πώς συνδέονται μεταξύ τους οι διαφορετικοί χρηματιστηριακοί δείκτες. Αρχικά, με τη βοήθεια κάποιου συντελεστή συσχέτισης, υπάρχει η δυνατότητα ορισμού μιας μετρικής η οποία θα παρέχει για τους χρηματιστηριακούς δείκτες επιπλέον πληροφορίες. Μέσω αυτής της μετρικής, υπάρχει η δυνατότητα ορισμού μιας σχετικής απόστασης μεταξύ των χρηματιστηριακών δεικτών, η οποία είναι πιο ουσιώδης και πιο χρήσιμη διαισθητικά από τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης. Ο συντελεστής συσχέτισης δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μετρική αφού δεν ικανοποιεί τα τρία αξιώματα που ισχύουν σε αυτού του είδους τις συναρτήσεις, τα οποία έχουν αναφερθεί και προηγουμένως.

Η μετατροπή της συσχέτισης σε απόσταση (Mantegna, 1999) δίνεται από την παρακάτω εξίσωση

$$d_{ij} = \sqrt{2(1 - \rho_{ij})} \quad (18).$$

Η συγκεκριμένη απόσταση χρησιμοποιείται από πολλούς ερευνητές και είναι η πλέον κατάλληλη για το σκοπό για τον οποίο επιθυμείται να χρησιμοποιηθεί. Από τη χρήση της Εξίσωσης 18 προκύπτει ο $N \times N$ Πίνακας Αποστάσεων D .



Εικόνα 6 : Η σχέση μεταξύ της απόστασης και του συντελεστή συσχέτισης έτσι όπως ορίζεται από την Εξίσωση 18.

Από την παραπάνω εξίσωση βλέπουμε πως ο συντελεστής συσχέτισης ρ_{ij} μπορεί να πάρει τις τιμές -1, 0 και +1, ενώ η απόσταση d_{ij} μπορεί να πάρει τις τιμές 2, $\sqrt{2} \approx 1.41$ και 0, αντίστοιχα. Η Εικόνα 6 απεικονίζει με ακρίβεια τη σχέση της απόστασης και του συντελεστή συσχέτισης, όπως δίνεται από την Εξίσωση 18.

Διαισθητικά, η ποιοτική σχέση μεταξύ της απόστασης και της συσχέτισης είναι πάρα πολύ λογική και έχει πολύ μεγάλο νόημα. Από τη μια πλευρά, οι χρηματιστηριακοί δείκτες που είναι μη συσχετιζόμενοι, με $\rho = -1$, είναι όσο το δυνατόν γίνεται περισσότερο μακριά ο ένας από τον άλλον με αποτέλεσμα τη δημιουργία δικτύων όπου η απόσταση μεταξύ τους είναι η μέγιστη δυνατή. Από την άλλη πλευρά, οι χρηματιστηριακοί δείκτες που είναι μέγιστα συσχετιζόμενοι με $\rho = 1$ ακολουθούν ο ένας την πορεία του άλλου με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.

Η απόσταση όπως ορίζεται από την Εξίσωση 18 είναι μια Ευκλείδεια απόσταση.

4.7 ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Οι σχέσεις μεταξύ των χρηματιστηριακών δεικτών αλλάζουν πολύ συχνά, ακόμη και μέσα σε ώρες ή ημέρες, με αποτέλεσμα η δημιουργία ενός δικτύου μέσω των συσχετίσεων για μεγάλο χρονικό διάστημα να μην είναι αντιπροσωπευτική των σχέσεων που έχουν δημιουργηθεί όλον αυτόν τον καιρό μεταξύ των δεικτών. Όπως είναι λογικό, υπάρχει εξέλιξη μεταξύ αυτών των σχέσεων πράγμα το οποίο έχει ως συνέπεια την ανάγκη για δυναμική μελέτη των δικτύων που μπορούν να δημιουργηθούν για το χρονικό αυτό διάστημα.

Για να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, μπορεί να χωριστεί η περίοδος που μελετάται σε χρονικά παράθυρα $T=1, \dots, M$, όπου M είναι το πλήθος όλων των παραθύρων. Το μήκος του κάθε παραθύρου, το οποίο μπορεί να συμβολισθεί ως ΔT και συνήθως είναι σταθερό, περιέχει το αντίστοιχο πλήθος των δεδομένων που υπάρχουν ενώ ο χρόνος t μπορεί να μετράται σε λεπτά, ώρες, μέρες κλπ ανάλογα με τις παρατηρήσεις που υπάρχουν κάθε φορά. Αν για παράδειγμα μελετώνται εξήντα εβδομαδιαίες αποδόσεις, μπορούν να χωριστούν σε τρία χρονικά παράθυρα (κάθε παράθυρο θα είναι περίπου ένα τετράμηνο). Επομένως, $M=3$, $\Delta T=20$ (αν το μήκος θεωρηθεί σταθερό) ενώ ο χρόνος t μετριέται σε εβδομάδες. Έτσι λοιπόν στο πρώτο παράθυρο θα υπάρχουν οι είκοσι πρώτες εβδομαδιαίες αποδόσεις, στο δεύτερο παράθυρο οι είκοσι επόμενες και στο τρίτο και τελευταίο παράθυρο οι τρεις τελευταίες. Για κάθε παράθυρο που σχηματίζεται μπορούν να δημιουργηθούν, με τα δεδομένα που αντιστοιχούν σε αυτό, τα δίκτυα που είναι επιθυμητά από τον ερευνητή και να μελετηθούν με όποιονδήποτε συνδυασμό είναι επιθυμητός. Τέλος, μπορεί να υπάρχει και αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των παραθύρων, δηλαδή, στο προηγούμενο παράδειγμα θα μπορούσαν να υπάρχουν οι τρεις πρώτες παρατηρήσεις, μετά οι τρεις επόμενες ξεκινώντας όμως από τη δεύτερη κοκ. Σε αυτήν την περίπτωση το πλήθος των παραθύρων θα είναι διαφορετικό ενώ το μήκος θα παραμείνει ίδιο.

5. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 37

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 3/1/2005-16/2/2015

Έχοντας ως στόχο τη μελέτη των 37 χρηματιστηριακών δεικτών στο διάστημα από 3/1/2005 έως και 16/2/2015, θεωρήθηκε απαραίτητη η δημιουργία χρονικών παραθύρων και η παρακολούθηση της εξέλιξης των δικτύων που αντιστοιχούν σε αυτά, λόγω του γεγονότος πως ένα τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα δεν μπορεί να αποδοθεί σε ένα μόνο δίκτυο, καθώς οι δείκτες παρουσιάζουν μια δυναμική πορεία εντός του υπό μελέτη χρονικού διαστήματος.

5.1 ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα δεδομένα προήλθαν από τη βάση δεδομένων Thomson Reuters Datastream. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη βάση δεδομένων, παρ'όλο που υπάρχουν και άλλες πολλές τέτοιες βάσεις για τον ίδιο σκοπό, κυρίως λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων που κατέχει όπως για παράδειγμα το ότι καλύπτει μεγάλες χρονικές περιόδους.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την μελέτη που θα πραγματοποιηθεί είναι γενικοί χρηματιστηριακοί δείκτες διάφορων χωρών που χωρίζονται σε ομάδες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των χωρών και των οικονομιών που εκπροσωπούν.

5.1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Αναλυτικότερα αναφέρονται παρακάτω οι ήπεροι και οι χώρες-κράτη που συμμετείχαν στην έρευνα:

1. 18 χώρες από την Ευρώπη: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ελβετία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο, Ιρλανδία, Ισλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σουηδία

2. 11 χώρες-κράτη από την Ασία: Ιαπωνία, Ινδία, Ινδονησία, Ισραήλ, Κίνα, Μαλαισία, Νότια Κορέα, Σιγκαπούρη, Ταϊβάν, Τουρκία, Χονγκ Κονγκ

3. 4 χώρες από την Αμερική: Αργεντινή (Νότια Αμερική), Η.Π.Α (Βόρεια Αμερική), Καναδάς (Βόρεια Αμερική), Μεξικό (Βόρεια Αμερική)

4. 2 χώρες από την Ωκεανία: Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία

5. 1 χώρα από την Αφρική: Νότια Αφρική

6. 1 χώρα από την Ευρασία: Ρωσία

5.1.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ-ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

5.1.2.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

Η *Ευρωπαϊκή Ένωση* (ΕΕ) αποτελεί μια οικονομική και πολιτική ένωση είκοσι οκτώ ευρωπαϊκών χωρών. Ιδρύθηκε την 1η Νοεμβρίου 1993 με τη θέση σε ισχύ της Συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση, γνωστότερης ως Συνθήκη του Μάαστριχτ, βασιζόμενη στις τότε Ευρωπαϊκές Κοινότητες (Ευρωπαϊκή Κοινότητα Άνθρακα και Χάλυβα, Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα, Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας) τις οποίες και αντικατέστησε. Το 1993, η ένωση αριθμούσε 12 μέλη. Από τότε νέες τροποποιητικές συνθήκες έχουν επεκτείνει τις αρμοδιότητές της και σταδιακές διευρύνσεις έχουν αυξήσει τον αριθμό των μελών της. Θεωρείται ως η ισχυρότερη ένωση χωρών μέχρι σήμερα στην παγκόσμια ιστορία, με επιδιώξεις οικονομικού, πολιτικού, κοινωνικού και πολιτιστικού περιεχομένου. Η ΕΕ αποτελεί το τρέχον στάδιο μιας ανοιχτής διαδικασίας ευρωπαϊκής ολοκλήρωσης.

5.1.2.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΑΣΙΑΣ-ΕΙΡΗΝΙΚΟΥ

Είναι μια ένωση αφιερωμένη στο εμπόριο, τη συνεργασία και την οικονομική ανάπτυξη των χωρών ή κρατών κατά μήκος του Ειρηνικού. Η *Οικονομική Συνεργασία*

Ασίας-Ειρηνικού (APEC) εργάζεται για την εξάλειψη των εμπορικών δασμών και άλλων εμποδίων στο εμπόριο προκειμένου να εξασφαλιστεί η ευημερία στην περιοχή. Σκοπός της είναι η οικοδομήση μιας δυναμικής και αρμονικής κοινότητα μεταξύ Ασίας και Ειρηνικού υπερασπιζόμενη το ελεύθερο και ανοικτό εμπόριο και επένδυση, η προώθηση και η επιτάχυνση της περιφερειακής οικονομικής ολοκλήρωσης, η ενθάρρυνση της οικονομικής και τεχνικής συνεργασίας, η ενίσχυση της ανθρώπινης ασφάλειας, και η δημιουργία βάσης ενός ευνοϊκού και βιώσιμου επιχειρηματικού περιβάλλοντος. Η οργάνωση ιδρύθηκε το 1989, και τα μέλη της φτάνουν σε αριθμό τα 21.

Κάποιες από τις χώρες-κράτη, που παρουσιάστηκαν στα δεδομένα, ανήκουν σε μία από αυτές τις ενώσεις-συνεργασίες. Ωστόσο, είναι και κάποιες άλλες που δεν ανήκουν σε καμία από τις δύο παραπάνω περιπτώσεις.

5.1.3 ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

5.1.3.1 ΕΥΡΩΖΩΝΗ

Η *Ευρωζώνη*, με επίσημη ονομασία ζώνη του ευρώ, είναι μια οικονομική και νομισματική ένωση που αποτελείται από 19 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι οποίες έχουν οικειοθελώς καταργήσει το εθνικό τους νόμισμα και έχουν υιοθετήσει το ευρώ (€) ως το κοινό τους νόμισμα και μοναδικό νόμιμο χρήμα. Η δημιουργία της Ευρωζώνης το 1999 θεωρείται σημαντικό βήμα για τη δημιουργία της Κοινής Ευρωπαϊκής Αγοράς, καθώς πάνω από 300 εκατομμύρια πολίτες χρησιμοποιούν το ίδιο νόμισμα. Η νομισματική πολιτική της Ευρωζώνης είναι ευθύνη της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας (ΕΚΤ). Το κύριο καθήκον της ΕΚΤ είναι να διατηρεί τον έλεγχο του πληθωρισμού. Αν και δεν υπάρχει κοινή εκπροσώπηση, διακυβέρνηση ή δημοσιονομική πολιτική στη νομισματική ένωση, κάποια συνεργασία λαμβάνει χώρα μέσω της Ευρωομάδας (Eurogroup), η οποία παίρνει πολιτικές αποφάσεις σχετικά με την Ευρωζώνη και το ευρώ.

Κάποιες από τις υπό μελέτη χώρες ανήκουν στη νομισματική ένωση της ευρωζώνης ενώ οι υπόλοιπες όχι.

5.1.4 ΔΙΕΘΝΕΣ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Το *Διεθνές Νομισματικό Ταμείο* (ΔΝΤ), είναι ένας διεθνής οργανισμός ο οποίος επιβλέπει το παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό σύστημα παρακολουθώντας τις συναλλαγματικές ισοτιμίες και τα ισοζύγια πληρωμών και προσφέροντας οικονομική και τεχνική βοήθεια όταν του ζητηθεί. Το ΔΝΤ ιδρύθηκε στις 27 Δεκεμβρίου του 1945 κατόπιν συνομολόγησης 29 χωρών που είχαν συμβάλει στο 80% του κεφαλαίου.

5.1.4.1 ΑΝΑΠΤΥΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ & ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ

Τα κύρια κριτήρια που χρησιμοποιούνται από το ΔΝΤ στην κατάταξη των χωρών-κρατών ως αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες είναι i) το κατά κεφαλήν επίπεδο του εισοδήματος, ii) η διαφοροποίηση των εξαγωγών, iii) ο βαθμός ενσωμάτωσης στο παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό σύστημα. Το ΔΝΤ χρησιμοποιεί είτε αθροίσματα είτε σταθμισμένους μέσους όρους των δεδομένων για τις επιμέρους χώρες-κράτη.

Ωστόσο, το στατιστικό Παράρτημα του ΔΝΤ εξηγεί ότι αυτά δεν είναι αυστηρά κριτήρια, καθώς και άλλοι παράγοντες λαμβάνονται υπ'όψιν στην απόφαση για την ταξινόμηση των χωρών-κρατών.

Όλες οι χώρες-κράτη ταξινομούνται βάσει του ΔΝΤ σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες. Στο Παράρτημα Α που βρίσκεται στο τέλος της διατριβής, υπάρχει ο Πίνακας 2 των δεδομένων στον οποίο και φαίνονται σε ποιές από τις παραπάνω κατηγορίες ανήκει η κάθε χώρα, δηλαδή ο πίνακας περιέχει τα χαρακτηριστικά των χωρών.

5.2 ΠΕΡΙΟΔΟΙ ΚΡΙΣΕΩΝ

Οικονομική κρίση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο μια οικονομία χαρακτηρίζεται από μια διαρκή και αισθητή μείωση της οικονομικής της δραστηριότητας. Η οικονομική

δραστηριότητα αναφέρεται σε όλα τα μακροοικονομικά μεγέθη της οικονομίας, όπως η απασχόληση, το εθνικό προϊόν, οι τιμές, οι επενδύσεις κ.λπ.

Η *φούσκα ακινήτων* είναι ένα είδος οικονομικής φούσκας που προκύπτει περιοδικά σε τοπικές ή παγκόσμιες αγορές ακινήτων, συνήθως μετά από μια «άνθιση» της γης. Η «άνθιση» της γης είναι η ταχεία αύξηση των τιμών της αγοράς των ακινήτων, όπως η στέγαση, μέχρι να φθάσουν μη βιώσιμα επίπεδα και στη συνέχεια να μειωθούν σε μια φούσκα.

Λίστα οικονομικών κρίσεων:

- *Η φούσκα στην αγορά κατοικίας του 2006-2007* (η αρχή έγινε με την αδυναμία της αγοράς το 2005-2006 που απευθυνόταν σε πολλές αγορές): Η άνθιση της αγοράς κατοικιών σταμάτησε απότομα σε πολλά μέρη των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής στα τέλη του καλοκαιριού του 2005, και από το καλοκαίρι του 2006, πολλές αγορές αντιμετώπισαν τα ζητήματα της πτώσης των τιμών και των απότομα μειωμένων όγκων πωλήσεων. Η φούσκα των ακινήτων των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ήταν μια φούσκα ακινήτων που επηρέαζε πάνω από τα μισά μέλη των ΗΠΑ. Οι τιμές των σπιτιών κορυφώθηκαν στις αρχές του 2006 και άρχισαν να υποχωρούν το 2006 και το 2007. Η πιστωτική κρίση που προκύπτει από το σκάσιμο της φούσκας των κατοικιών είναι, σύμφωνα με τη γενική συναίνεση, η κύρια αιτία της ύφεσης 2007-2009 στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

- *Η κρίση των ενυπόθηκων στεγαστικών δανείων υψηλού κινδύνου του 2007-2009*: Η κρίση των ενυπόθηκων στεγαστικών δανείων υψηλού κινδύνου ήταν μια πανεθνική, τραπεζική έκτακτη ανάγκη, που συνέπεσε με την ύφεση στις ΗΠΑ, και έλαβε χώρα από τον Δεκέμβριο του 2007 έως και τον Ιούνιο του 2009. Στην προσπάθεια άμεσης αντιμετώπισης της κρίσης ελήφθησαν μια σειρά από μέτρα και πολιτικές η οποία ήταν αδιανόητο πριν την κρίση ότι θα μπορούσε να γίνει ποτέ απαραίτητη για να εφαρμοστεί, όπως η κρατικοποίηση τραπεζών.

- *Παγκόσμια οικονομική κρίση του 2007-2008*, η οποία συχνά αναφέρεται και ως *παγκόσμια κρίση του 2008* (υπάρχει η πεποίθηση, πως αυτή η παγκόσμια οικονομική κρίση καταλάμβανε την περίοδο 2007-2009 και συχνά αναφέρεται ως παγκόσμια κρίση του 2007-2009 ή 2008-2009): Απειλίσσε την κατάρρευση των μεγάλων

χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, η οποία εμποδίστηκε από το πακέτο διάσωσης των τραπεζών από τις εθνικές κυβερνήσεις, αλλά τα χρηματιστήρια παρ'όλα αυτά έπεσαν σε όλο τον κόσμο. Σε πολλές περιοχές, η αγορά κατοικίας υπέστη επίσης ένα δυνατό πλήγμα, με αποτέλεσμα εξώσεις, κατασχέσεις και παρατεταμένη ανεργία. Η κρίση έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αποτυχία βασικών επιχειρήσεων, στη μείωση του καταναλωτικού πλούτου που εκτιμάται σε τρισεκατομμύρια δολάρια των ΗΠΑ, και στην επιβράδυνση της οικονομικής δραστηριότητας που οδηγεί στη Μεγάλη Ύφεση του 2008-2012 καθώς επίσης και στη συμβολή της ευρωπαϊκής κρίσης του δημόσιου χρέους. Η ενεργός φάση της κρίσης, η οποία εκδηλώνεται ως κρίση ρευστότητας, μπορεί να χρονολογηθεί από τις 9 Αυγούστου του 2007.

Η *Μεγάλη Ύφεση* ήταν μια περίοδος γενικής οικονομικής ύφεσης που παρατηρήθηκε στις παγκόσμιες αγορές κατά τα τέλη της δεκαετίας του 2000 και στις αρχές της δεκαετίας του 2010. Η κλίμακα και η χρονική στιγμή της ύφεσης ποικίλλει από χώρα σε χώρα.

• *Ευρωπαϊκή κρίση δημόσιου χρέους του 2009-σήμερα:* Η Ευρωπαϊκή κρίση δημόσιου χρέους (συνχά αναφέρεται και ως η κρίση της Ευρωζώνης ή Ευρωπαϊκή κρίση χρέους) είναι μια κρίση χρέους πολλών ετών που έχει ήδη λάβει χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το τέλος του 2009. Αρκετά κράτη μέλη της ευρωζώνης (Ελλάδα, Πορτογαλία, Ιρλανδία, Ισπανία και Κύπρος) δεν ήταν σε θέση να αποπληρώσουν ή να αναχρηματοδοτήσουν το δημόσιο χρέος τους ή να διασώσουν τις υπερχρεωμένες τράπεζες που έχουν υπό την εθνική τους εποπτεία, χωρίς τη βοήθεια τρίτων, όπως είναι άλλες χώρες της Ευρωζώνης, η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα, ή το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο.

Οι λεπτομερείς αιτίες της κρίσης του χρέους ποικίλλουν. Σε πολλές χώρες, τα ιδιωτικά χρέη που προέκυψαν από μια φούσκα ακινήτων μεταφέρθηκαν στο δημόσιο χρέος ως αποτέλεσμα των διασώσεων του τραπεζικού συστήματος και των απαντήσεων των κυβερνήσεων στην επιβράδυνση των οικονομιών μετά τη φούσκα. Η δομή της Ευρωζώνης ως μια νομισματική ένωση αλλά όχι ως δημοσιονομική ένωση (π.χ., διαφορετικοί φορολογικοί κανόνες και κανόνες περί δημοσίων συντάξεων) συνέβαλε στην κρίση και περιόρισε την ικανότητα των ευρωπαϊών ηγετών με αποτέλεσμα να μην μπορούν να ανταποκριθούν. Οι ευρωπαϊκές τράπεζες διαθέτουν ένα σημαντικό ποσό του

δημόσιου χρέους, έτσι ώστε οι ανησυχίες σχετικά με τη φερεγγυότητα των τραπεζικών συστημάτων ή των ηγεμόνων να είναι αρνητικά ενίσχυμένες.

- Ρωσία, 2008-2009: Η *Μεγάλη Ύφεση στη Ρωσία* ήταν μια κρίση που συνέβη το 2008-2009 στις ρωσικές χρηματοπιστωτικές αγορές, καθώς και μια οικονομική ύφεση που επιδεινώθηκε από πολιτικούς φόβους μετά τον πόλεμο με τη Γεωργία και με την κατακόρυφη πτώση της τιμής του βαρέος αργού πετρελαίου των Ουραλίων, το οποίο έχασε πάνω από 70 % της αξίας του από το ρεκόρ που είχε στις 4 Ιουλίου 2008, πριν ανακάμψει ελαφρώς το 2009.

- Ισλανδία, 2008-2011: Η *ισλανδική οικονομική κρίση* ήταν ένα σημαντικό οικονομικό και πολιτικό γεγονός στην Ισλανδία που αφορούσε τη φυγοδικία των τριών μεγάλων ιδιόκτητων εμπορικών τραπεζών της χώρας στα τέλη του 2008. Σε σχέση με το μέγεθος της οικονομίας της, η συστημική τραπεζική κατάρρευση της Ισλανδίας ήταν η μεγαλύτερη που αντιμετώπισε οποιαδήποτε χώρα στην οικονομική ιστορία. Η κρίση οδήγησε σε σοβαρή οικονομική ύφεση κατά την περίοδο 2008-2010 και σημαντική πολιτική αναταραχή.

Καθώς η διεθνής οικονομική κρίση εκτυλίχθηκε κατά την περίοδο 2007-2008, οι επενδυτές αντιλαμβάνονται πως οι ισλανδικές τράπεζες είναι όλο και πιο επικίνδυνες εκείνη την εποχή. Η εμπιστοσύνη στις τράπεζες σταδιακά ξεθωιάζει, οδηγώντας σε απότομη υποτίμηση της ισλανδικής κορόνας το 2008 και αυξημένες δυσκολίες για τις τράπεζες.

- Ιρλανδία, 2008-2013: Η οικονομία και τα δημόσια οικονομικά άρχισαν να δείχνουν σημάδια της επικείμενης ύφεσης από το τέλος του 2007, όταν τα φορολογικά έσοδα υπολείπονταν της πρόβλεψης του ετήσιου προϋπολογισμού του 2007.

Η επικείμενη ύφεση, η οποία συνέπεσε με μια σειρά τραπεζικών σκανδάλων, έγινε σαφής από τα μέσα του 2008. Στη συνέχεια, τα δημόσια ελλείμματα αυξάνονταν, πολλές επιχειρήσεις έκλεισαν και η ανεργία αυξήθηκε. Μια αρχική επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης εν μέσω της διεθνούς οικονομικής κρίσης του 2007-2008 εντάθηκε σημαντικά στα τέλη του 2008. Η χώρα έπεσε σε ύφεση για πρώτη φορά μετά από τη δεκαετία του 1980. Η μετανάστευση, όπως και η ανεργία (ιδιαίτερα στον τομέα

των κατασκευών), κλιμακώθηκε σε επίπεδα που είχαν να εμφανιστούν από εκείνη τη δεκαετία.

Η τραπεζική κρίση οδήγησε σε μια σειρά διασώσεων των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων από την κυβέρνηση, και στη συνέχεια οδήγησε σε μια σειρά από απρόσμενες αποκαλύψεις για τις επιχειρηματικές υποθέσεις ορισμένων τραπεζών και των ανθρώπων των επιχειρήσεων.

Μέχρι το 2008, το ιρλανδικό τραπεζικό σύστημα βρισκόταν στα πρόθυρα της κατάρρευσης. Για να αποφευχθεί αυτό, η ιρλανδική κυβέρνηση εξέδωσε μια εγγύηση σε όλες τις οφειλές των ιρλανδικών τραπεζών. Αυτό σήμαινε ότι το ιρλανδικό κράτος, και συνεπώς οι Ιρλανδοί φορολογούμενοι, ανέλαβαν την ευθύνη για τις τεράστιες τρύπες στα οικονομικά των ιρλανδικών τραπεζών. Η συμφωνία υποχρέωνε τους απλούς ανθρώπους της Ιρλανδίας να πληρώσουν τα λάθη των τραπεζιτών και των κατασκευαστών ακινήτων.

Το κόστος του δανεισμού της Ιρλανδίας αυξήθηκε παράλληλα με την αύξηση του κόστους του σχεδίου διάσωσης των τραπεζών.

- *Ισπανία, 2008-2016:* Η ισπανική οικονομική κρίση, επίσης γνωστή και ως η *Μεγάλη Ύφεση στην Ισπανία* ή η *Μεγάλη Ισπανική Ύφεση* ξεκίνησε το 2008, κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2007-2008.

Η κύρια αιτία της κρίσης στην Ισπανία ήταν η φούσκα των ακινήτων και ο μη βιώσιμος ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ. Τα έσοδα της ισπανικής κυβέρνησης διατηρούνται σε πλεόνασμα, παρά τις μεγάλες αυξήσεις των δαπανών, μέχρι το 2007. Η ισπανική κυβέρνηση υποστήριξε την κρίσιμη ανάπτυξη με τη χαλάρωση της εποπτείας του χρηματοπιστωτικού τομέα επιτρέποντας έτσι στις τράπεζες να παραβιάζουν τα πρότυπα των Διεθνών Συμβουλίων Λογιστικών Προτύπων. Οι τράπεζες στην Ισπανία ήταν σε θέση να κρύψουν τις απώλειες και την αστάθεια των κερδών, να παραπλανήσουν τις ρυθμιστικές αρχές, τους αναλυτές και τους επενδυτές, και με τον τρόπο αυτό να χρηματοδοτήσουν την ισπανική φούσκα ακινήτων. Τα αποτελέσματα της κρίσης ήταν καταστροφικά για την Ισπανία, συμπεριλαμβανομένης μιας ισχυρής οικονομικής ύφεσης, μια σοβαρής αύξησης της ανεργίας και των πτωχεύσεων μεγάλων εταιρειών.

- *Ελλάδα, 2009-Σήμερα:* Η κρίση του ελληνικού δημόσιου χρέους (επίσης γνωστή και ως *Ελληνική Ύφεση*) ξεκίνησε στα τέλη του 2009. Καθώς η παγκόσμια οικονομία είχε πληγεί από την οικονομική κρίση του 2007-08, η Ελλάδα χτυπήθηκε ιδιαίτερα

σκληρά, επειδή οι κύριες βιομηχανίες της, που είναι η ναυτιλία και ο τουρισμός, ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητες στις αλλαγές του επιχειρηματικού κύκλου. Ήταν η πρώτη από τις πέντε κρίσεις δημόσιου χρέους στην Ευρωζώνη - οι οποίες αργότερα αναφερόντουσαν συλλογικά ως ευρωπαϊκή κρίση χρέους. Στα τέλη του 2009, αναπτύχθηκαν φόβοι για την ικανότητα της Ελλάδας να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις του χρέους της, λόγω των αποκαλύψεων ότι προηγούμενα δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα του δημόσιου χρέους και των ελλειμμάτων είχαν αναφερθεί λανθασμένα από την ελληνική κυβέρνηση. Η Ελλάδα κατέφυγε στη βοήθεια του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας, δηλαδή σε Θεσμούς του ευρωπαϊκού και παγκοσμίου οικονομικού κατεστημένου, που συγκρότησαν από κοινού μηχανισμό για την Ελλάδα. Με τη χρηματοδότηση από το μηχανισμό αποφεύχθηκε ο άμεσος κίνδυνος στάσης πληρωμών της Ελλάδας, που θα είχε πιθανώς ανεξέλεγκτες συνέπειες και για όλη τη ζώνη του ευρώ.

- Πορτογαλία, 2010-2014: Μετά την οικονομική κρίση του 2007-2008 υπήρξε ανησυχία στις οικονομικές αγορές και κατά το 2008-2009 δύο τράπεζες της χώρας αντιμετώπιζαν προβλήματα.

Στις πρώτες εβδομάδες του 2010, υπήρξε και πάλι ανησυχία για τα υπερβολικά επίπεδα χρέους σε ορισμένες χώρες της ΕΕ και, γενικότερα, για την υγεία της εξάπλωσης του ευρώ από την Ιρλανδία και την Ελλάδα προς την Πορτογαλία, την Ισπανία, και την Ιταλία.

Η ύφεση ξεκίνησε από το καλοκαίρι του 2010 και διήρκησε έως την άνοιξη του 2014. Η μεγάλη ύφεση στην Πορτογαλία είχε ως αποτέλεσμα η χώρα να μην είναι σε θέση να αποπληρώσει ή να αναχρηματοδοτήσει το δημόσιο χρέος της χωρίς τη βοήθεια τρίτων. Η Ελλάδα και η Ιρλανδία, επίσης, μπήκαν σε μια κρίση χρέους το 2010. Μαζί οι κρίσεις χρέους των τριών αυτών χωρών σηματοδότησαν την έναρξη της ευρωπαϊκής κρίσης χρέους.

- Ρωσία, 2014-Σήμερα: Η συνεχιζόμενη οικονομική κρίση στη Ρωσία είναι το αποτέλεσμα της κατάρρευσης του ρωσικού ρουβλίου που άρχισε το δεύτερο εξάμηνο του 2014. Μια μείωση της εμπιστοσύνης στη ρωσική οικονομία έκανε τους επενδυτές να πουλήσουν τα ρωσικά περιουσιακά τους στοιχεία, πράγμα το οποίο οδήγησε σε μείωση

της αξίας του ρωσικού ρουβλίου και πυροδότησε φόβους μιας ρωσικής οικονομικής κρίσης.

Η οικονομική κρίση στη Ρωσία έχει επηρεάσει και άλλες παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές αγορές. Η κρίση συγκρίθηκε με τη ρωσική οικονομική κρίση του 1998 που επηρέασε τις παγκόσμιες αγορές. Σημειώθηκε ότι η αβεβαιότητα που προκαλείται από την οικονομική κρίση της Ρωσίας, θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια μεγαλύτερη παγκοσμίως αποστροφή του κινδύνου, κατά τρόπο παρόμοιο με την οικονομική κρίση του 2007-2008. Ωστόσο, οι διεθνείς κυρώσεις για τη Ρωσία του 2014 μείωσαν τις οικονομικές συνδέσεις της Ρωσίας με τον ευρύτερο χρηματοοικονομικό κόσμο, το οποίο με τη σειρά του μείωσε τον κίνδυνο σύμφωνα με τον οποίο μία προβληματική ρωσική οικονομία θα επηρέαζε την παγκόσμια οικονομία. Από το 1998, η Ρωσία και πολλές άλλες χώρες έχουν υιοθετήσει μια κυμαινόμενη συναλλαγματική ισοτιμία, η οποία θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει στην πρόληψη των ρωσικών οικονομικών δεινοπαθειών έτσι ώστε να μην επηρεάζουν τον υπόλοιπο κόσμο. Το ρούβλι ενισχύθηκε, σε σχέση με τα χαμηλά του επίπεδα, στις 16 Δεκεμβρίου, αφότου η Κεντρική Τράπεζα της Ρωσίας δήλωσε ότι δεν θα εφαρμόσει ελέγχους κεφαλαίων. Στις 22 Δεκεμβρίου, η κεντρική τράπεζα της Ρωσίας δάνεισε χρήματα στην τράπεζα Trust η οποία έγινε η πρώτη τράπεζα που δέχθηκε ένα σχέδιο διάσωσης της κυβέρνησης κατά τη διάρκεια της κρίσης.

- *Κινεζική χρηματιστηριακή κατάρρευση του 2015-2016*

Ο όρος *τραπεζική κρίση* αναφέρεται σε περιπτώσεις τραπεζικών συστημάτων όπου έχουν παρατηρηθεί μαζικές αναλήψεις καταθέσεων (τραπεζικοί πανικοί), πτωχεύσεις αρκετών τραπεζικών ιδρυμάτων ή σημαντικές παρεμβάσεις από τις εποπτικές αρχές και το κράτος για τη διάσωση τραπεζών. Οι περιπτώσεις αυτές διαχωρίζονται από εκείνες όπου ορισμένα τραπεζικά ιδρύματα χαρακτηρίζονται ως “μη φερέγγυα”, άλλα η έκταση των προβλημάτων στο τραπεζικό σύστημα είναι περιορισμένη. Τέτοια φαινόμενα εμπίπτουν στην κατηγορία των τραπεζικών συστημάτων που αντιμετώπισαν “σημαντικές διαταραχές”.

Λίστα τραπεζικών κρίσεων:

- Η κρίση των ενυπόθηκων στεγαστικών δανείων υψηλού κινδύνου στις ΗΠΑ που αρχίζει το 2007

• *Πακέτο διάσωσης των τραπεζών στο Ηνωμένο Βασίλειο το 2008-2009*: Μέχρι το Σεπτέμβριο του 2008, τα μέτρα της ευρωπαϊκής πολιτικής περιορίζονταν σε ένα μικρό αριθμό χωρών (Ισπανία και Ιταλία). Και στις δύο χώρες, τα μέτρα είχαν ως στόχο τη στήριξη συγκεκριμένων τομέων όπως η στέγαση. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε ένα σχέδιο τόνωσης που έπρεπε να εφαρμοστεί σε ευρωπαϊκό επίπεδο από τις χώρες. Στις 8 Οκτωβρίου του 2008, η βρετανική κυβέρνηση ανακοίνωσε ένα πακέτο διάσωσης των τραπεζών. Ένα δεύτερο πακέτο διάσωσης των τραπεζών, ανακοινώθηκε από τη βρετανική κυβέρνηση στις 12 Ιανουαρίου 2009, ως απάντηση στη συνεχιζόμενη παγκόσμια οικονομική κρίση. Το πακέτο είχε σχεδιαστεί για να αυξήσει το ποσό των χρημάτων που οι τράπεζες θα μπορούσαν να δανείζουν σε επιχειρήσεις και ιδιώτες.

Από το 2010, το Ηνωμένο Βασίλειο ξεκίνησε ένα πρόγραμμα δημοσιονομικής εξυγίανσης για να μειωθούν τα επίπεδα του χρέους και του ελλείμματος, ενώ ταυτόχρονα να τονωθεί η οικονομική ανάκαμψη. Άλλες ευρωπαϊκές χώρες, επίσης, άρχισαν τη δημοσιονομική εξυγίανση με παρόμοιους στόχους.

Υπήρξε μια εικασία ύφεσης κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 2010, αλλά τελικά αποδείχθηκε πως δεν ήταν μια τέτοια κατάσταση (2010-2012).

• *Βελγική οικονομική κρίση του 2008-2009*: Μετά από τέσσερα χρόνια ισχυρής οικονομικής ανάπτυξης, το δεύτερο εξάμηνο του 2008 και το πρώτο εξάμηνο του 2009 η βελγική οικονομία διήλθε περίοδο βαθιάς ύφεσης, υπό το βάρος της διεθνούς οικονομικής κρίσης. Η οικονομία επλήγη κατ' αρχάς από την κρίση στον τραπεζικό τομέα, καθώς οι τρεις σημαντικότερες βελγικές τράπεζες χρειάστηκε να λάβουν κρατική οικονομική ενίσχυση για να επιβιώσουν. Στη συνέχεια η κρίση επηρέασε το εξωτερικό εμπόριο της χώρας, το οποίο παραδοσιακά κρατούσε υψηλά όλους τους βελγικούς δημοσιονομικούς δείκτες.

Από την εν λόγω ύφεση, η βελγική οικονομία εξήλθε επισήμως το τρίτο τρίμηνο του έτους 2009 (σύμφωνα με στοιχεία που παρουσίασε η Εθνική τράπεζα του Βελγίου), κατόπιν τεσσάρων διαδοχικών τριμήνων καθοδικής αναπτυξιακής πορείας.

- *Ρωσική οικονομική κρίση του 2008-2009*
- *Ιρλανδική οικονομική κρίση του 2008-2011*
- *Ισλανδική οικονομική κρίση του 2008-2012*

- *Ισπανική οικονομική κρίση του 2008-2016*

Μια *συντριβή χρηματιστηρίου (κραχ)* είναι μια ξαφνική, δραματική πτώση των τιμών των μετοχών σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του χρηματιστηρίου, με αποτέλεσμα τη σημαντική απώλεια του χάρτινου πλούτου. Οι συντριβές οδηγούνται τόσο από πανικό όσο και από βαθύτερους οικονομικούς παράγοντες. Συχνά ακολουθούν κερδοσκοπικές φούσκες του χρηματιστηρίου.

Δεν υπάρχει αριθμητικά συγκεκριμένος ορισμός μιας χρηματιστηριακής συντριβής, αλλά ο όρος εφαρμόζεται συνήθως σε μια απότομη, διψήφια σε ποσοστό απώλεια σε ένα χρηματιστηριακό δείκτη της αγοράς, σε μια περίοδο αρκετών ημερών.

Μια *πτωτική αγορά (αγορά αρκούδα)* είναι μια γενική πτώση (ή μια περίοδος μείωσης των τιμών του χρηματιστηρίου) στο χρηματιστήριο κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου (μήνες ή χρόνια). Πρόκειται για μια μετάβαση από την υψηλή αισιοδοξία των επενδυτών στον ευρέως διαδεδομένο φόβο των επενδυτών και την απαισιοδοξία. Σύμφωνα με το Vanguard Group, "Αν και δεν υπάρχει επίσημος ορισμός της πτωτικής αγοράς, ένα γενικά αποδεκτό μέτρο γι'αυτή είναι η μείωση της τιμής κατά 20% ή περισσότερο σε διάστημα τουλάχιστον δύο μηνών." (Το Vanguard Group είναι μια αμερικανική εταιρεία διαχείρισης επενδύσεων με έδρα το Malvern, στην Πενσυλβάνια.)

Ενώ οι συντριβές είναι συχνά συνδεδεμένες με τις πτωτικές αγορές, δεν πηγαίνουν κατ'ανάγκη χέρι-χέρι. Το κραχ του 1987, για παράδειγμα, δεν οδήγησε σε μια αγορά αρκούδα. Ομοίως, η ιαπωνική αγορά αρκούδα της δεκαετίας του 1990 εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια αρκετών ετών χωρίς καμία αξιοσημείωτη συντριβή.

Λίστα των χρηματιστηριακών συντριβών και των πτωτικών αγορών

- *Κινεζική χρηματιστηριακή φούσκα του 2007 (27 Φεβρουαρίου 2007):* Ο SSE Composite Index του χρηματιστηρίου της Σαγκάης πέφτει κατά 9% από απροσδόκητες εκποιήσεις, η μεγαλύτερη πτώση σε 10 χρόνια, προκαλώντας μεγάλες πτώσεις στις παγκόσμιες χρηματιστηριακές αγορές. Ο S & P 500 σημείωσε μια καταστροφική πτώση κατά 3,45%.

- *Η πτωτική αγορά των Ηνωμένων Πολιτειών του 2007-2009 (11 Οκτωβρίου 2007):* Μέχρι τον Ιούνιο του 2009, ο S & P 500, όπως και άλλοι δείκτες, βίωσαν πτώση μεγαλύτερη από 20% από τις κορυφές τους στα τέλη του 2007.

• Οικονομική κρίση του 2007-2008 (16 Σεπτεμβρίου 2008): Στις 16 Σεπτεμβρίου του 2008, οι αποτυχίες των μεγάλων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων στις Ηνωμένες Πολιτείες εξ' αιτίας κυρίως της έκθεσης των τίτλων των ενυπόθηκων δανείων υψηλού κινδύνου και των συμβάσεων αντιστάθμισης του πιστωτικού κινδύνου που εκδίδονται για να ασφαλίσουν τα δάνεια αυτά και τους εκδότες τους, γρήγορα περιήλθαν σε μια παγκόσμια κρίση με αποτέλεσμα μια σειρά από χρεοκοπίες τραπεζών στην Ευρώπη και απότομη μείωση στην αξία των μετοχών και των εμπορευμάτων σε όλο τον κόσμο. Η αποτυχία των τραπεζών στην Ισλανδία οδήγησε σε μια υποτίμηση της ισλανδικής κορόνας και απείλησε την κυβέρνηση με πτώχευση. Η Ισλανδία ήταν σε θέση να εξασφαλίσει ένα δάνειο έκτακτης ανάγκης από το ΔΝΤ το Νοέμβριο. Αργότερα, ο τότε Πρόεδρος των ΗΠΑ (να αναφέρω ποιος ήταν?) υπέγραψε το νόμο έκτακτης οικονομικής σταθεροποίησης, δημιουργώντας ένα πρόγραμμα για την αγορά μη τραπεζικών περιουσιακών στοιχείων. Σε γενικές γραμμές, είχε καταστροφικές επιπτώσεις στην παγκόσμια οικονομία, μαζί με το παγκόσμιο εμπόριο.

• Στασιμότητα χρέους στο Ντουμπάι 2009 (27 Νοεμβρίου 2009): Το Ντουμπάι ζητά την αναβολή του χρέους μετά από τα μαζικά έργα ανακαίνισης και ανάπτυξης της, καθώς και τη Μεγάλη Ύφεση. Η ανακοίνωση προκαλεί πτώση στις παγκόσμιες χρηματιστηριακές αγορές.

• Ευρωπαϊκή κρίση δημόσιου χρέους (27 Απριλίου 2010): Ο οίκος αξιολόγησης Standard & Poor's υποβαθμίζει την πιστοληπτική ικανότητα της Ελλάδας στην κατηγορία junk τέσσερις ημέρες μετά την ενεργοποίηση του πακέτου διάσωσης των 45 δισεκατομμυρίων € από την ΕΕ και το ΔΝΤ, προκαλώντας την πτώση των χρηματιστηριακών αγορών σε παγκόσμιο επίπεδο και της αξίας του ευρώ, καθώς και την προώθηση μιας ευρωπαϊκής κρίσης δημόσιου χρέους.

• Στιγμιαίο Κραχ του 2010 (6 Μαΐου 2010): Το Στιγμιαίο Κραχ της 6ης Μαΐου του 2010 (επίσης γνωστό και ως Κραχ του 2:45 ή Στιγμιαίο Κραχ 2010 ή Στιγμιαίο Κραχ) ήταν μια κατάρρευση τρισεκατομμυρίων δολαρίων του χρηματιστηρίου των Ηνωμένων Πολιτειών, η οποία ξεκίνησε στις 14:32 και διήρκεσε περίπου 36 λεπτά. Χρηματιστηριακοί δείκτες, όπως ο S & P 500, κατέρρευσαν και ανέκαμψαν πολύ γρήγορα.

- *Χρηματιστηριακή πτώση του Αυγούστου του 2011* (1 Αυγούστου 2011): Τα χρηματιστήρια σε όλο τον κόσμο πέφτουν κατακόρυφα στα τέλη Ιουλίου και στις αρχές Αυγούστου, και είναι ασταθή για το υπόλοιπο του έτους.

- *Το κραχ της χρηματοπιστωτικής αγοράς του 2012* (Μάιος 2012): Το Μάιο του 2012, οι αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με το χρέος της ευρωζώνης, κυρίως για την Ισπανία και την Ελλάδα, καθώς επίσης και οι ανησυχίες σχετικά με την επιβράδυνση της οικονομίας των ΗΠΑ, είχαν ως αποτέλεσμα τη μεγάλη πτώση των τιμών στο χρηματιστήριο.

- *Κινεζική χρηματιστηριακή κατάρρευση του 2015-2016* (12 Ιουνίου 2015): Η συντριβή της χρηματιστηριακής αγοράς της Κίνας αρχίζει τον Ιούνιο και συνεχίζεται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2015.

5.3 ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΧΡΟΝΙΚΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Τα χρονικά παράθυρα που εξετάζονται είναι 22 και περιλαμβάνουν 6 μήνες χωρίς επικάλυψη από το 2005 έως και το 2015.

Αρχικά χωρίστηκαν οι 2640 παρατηρήσεις (τιμές κλεισίματος για ημερήσια δεδομένα) που υπήρχαν για κάθε χρηματιστηριακό δείκτη (37 χώρες), σε 120 παρατηρήσεις (εξάμηνο) και δημιουργήθηκαν 22 δίκτυα. Η χρονική περίοδος των δεδομένων ξεκινάει από 3/1/2005 και τελειώνει στις 16/2/2015.

5.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΤΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Αρχικά δημιουργήθηκε ο Πίνακας Συσχετίσεων του Pearson μεταξύ των λογαρίθμων των αποδόσεων των ημερησίων τιμών κλεισίματος των χρηματιστηριακών δεικτών (ανά δύο), έπειτα μετασχηματίστηκε ο συντελεστή συσχέτισης (δείκτης ομοιότητας) σε συνάρτηση απόστασης και τέλος η συνάρτηση απόστασης σε συντελεστή στάθμισης ισχύος (οι τύποι δίνονται παρακάτω).

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν τα Πλήρη Σταθμισμένα Δίκτυα για κάθε παράθυρο από τα 22 που προκύπτουν και στη συνέχεια το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ για καθένα από τα 22 δίκτυα.

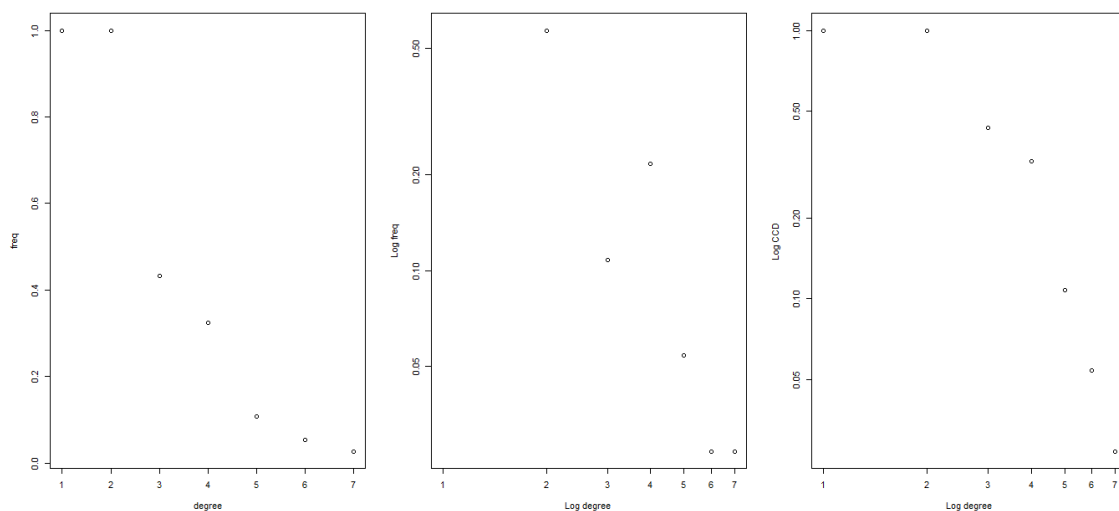
$$\text{Απόσταση: } d : [-1,1] \rightarrow [0,2], d_{ij} = \sqrt{2(1-\rho_{ij})} \quad (19) ,$$

$$\text{Βάρος: } w_{ij} = \frac{1}{1+d_{ij}} \quad (20) .$$

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

6.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΑΘΜΙΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

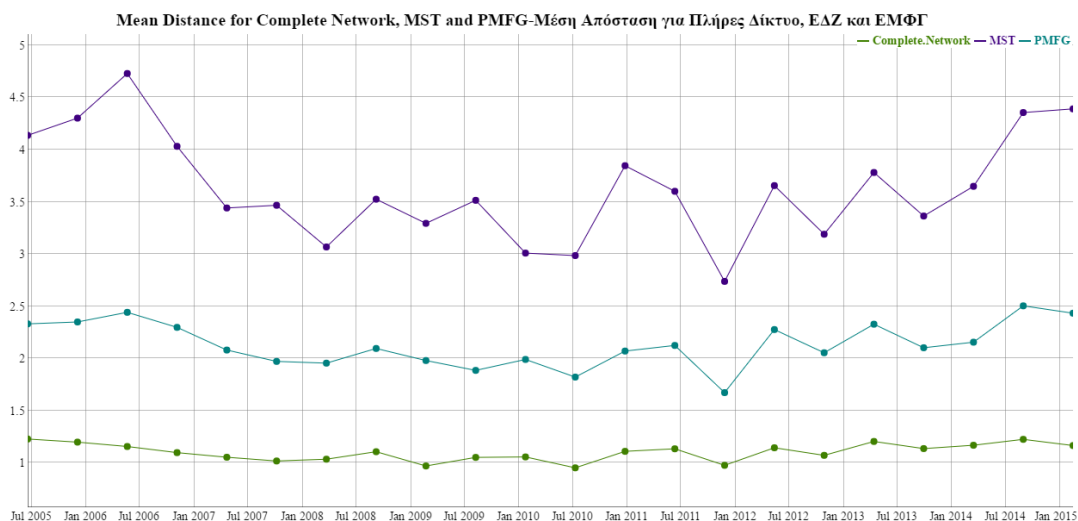
Για κάθε ένα από τα 22 δίκτυα του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ βρέθηκε η κατανομή της βαθμικής κεντρικότητας. Το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν πως οι βαθμικές κεντρικότητες ακολουθούν δυναμόκατανομή (power law distribution) και στις δύο περιπτώσεις και το συμπέρασμα που προκύπτει δείχνει ανομοιογένεια ως προς το πλήθος των γειτόνων, δηλαδή ύπαρξη ομφαλών όπως διαπιστώνεται και από τα μέτρα κεντρικότητας.



Εικόνα 7: Η κατανομή της βαθμικής κεντρικότητας για το πρώτο ΕΔΖ.

6.2 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

6.2.1 ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ



Εικόνα 8: Διάγραμμα για τη μέση απόσταση για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

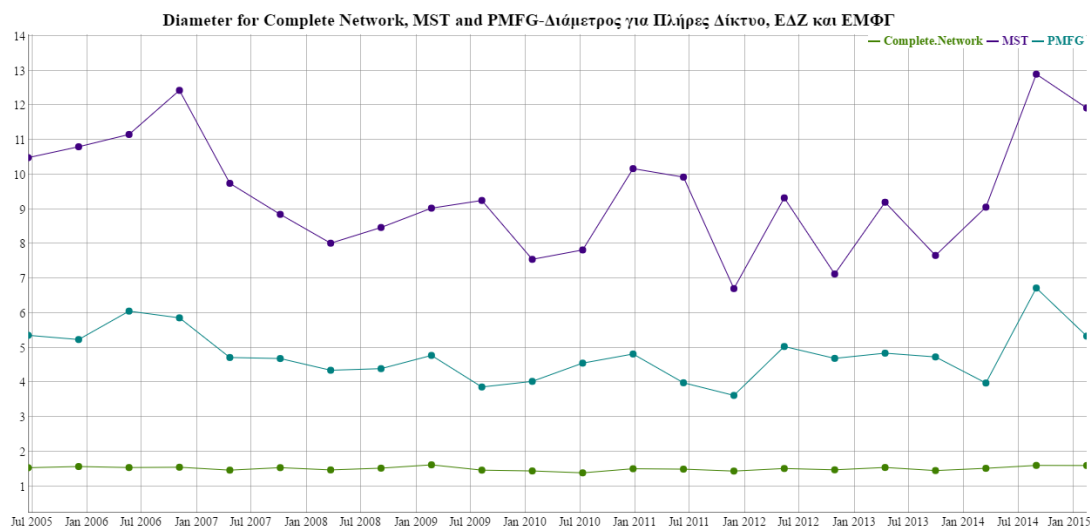
Παρατηρείται πως η χρονοσειρά της μέσης απόστασης για το Πλήρες Δίκτυο, όπως και για το ΕΜΦΓ, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες αυξομειώσεις με αποτέλεσμα να έχει τη μορφή ευθείας η οποία μάλιστα, και στις δύο περιπτώσεις, καταλαμβάνει μικρή τιμή (περίπου 1 για το Πλήρες Δίκτυο και 2 για το ΕΜΦΓ). Αντίθετα, η αντίστοιχη χρονοσειρά για το ΕΔΖ παρουσιάζει πιο έντονες αυξομειώσεις και μεγαλύτερες τιμές με μικρότερη την 2.75 και μεγαλύτερη την 4.7. Παρατηρείται επίσης, πως από τα μέσα του 2006 υπάρχει μια πτωτική πορεία η οποία διατηρείται μέχρι και τις αρχές του 2008 και στη συνέχεια υπάρχουν κάποιες αυξομειώσεις, με μια σχετικά σταθερή πορεία, με τελική ανοδική πορεία από τις αρχές του 2012 και καθαρή ανοδική πορεία από τις αρχές του 2014.

Η μέση απόσταση για το ΕΔΖ είναι περίπου τετραπλάσια (3.5 φορές μεγαλύτερη) από αυτή του Πλήρους Δικτύου ενώ του ΕΔΖ είναι περίπου διπλάσια. Η μέση απόσταση είναι λογικό να έχει μεγαλύτερες τιμές για το ΕΔΖ από τις άλλες δύο μορφές του δικτύου στο χρόνο (και να ακολουθεί μετά το ΕΜΦΓ και έπειτα το Πλήρες Δίκτυο) αν ληφθεί

υπ' όψιν η δομή του κάθε γραφήματος (πλήθος ακμών) όπως επίσης και οι ιδιότητες τους (για παράδειγμα στο Πλήρες Δίκτυο όλες οι κορυφές συνδέονται μεταξύ τους ανά δύο). Τέλος, οι ακμές που υπάρχουν στο ΕΔΖ και στο ΕΜΦΓ δεν είναι αυτές με το μικρότερο μήκος αλλά επιλέγονται ανάλογα με τις ιδιότητες των δύο μορφών των δικτύων στο χρόνο. Το ίδιο ισχύει και για τη διάμετρο που περιγράφεται και αναλύεται στη συνέχεια.

Οι δύο κυριότερες περίοδοι της κρίσης που εμφανίζονται στα δεδομένα καταλαμβάνουν τις περιόδους 2007-2009 (κρίση στην Αμερική και παγκόσμια κρίση) και 2008-2012 (Κρίση στην Ευρώπη ως αποτέλεσμα της παγκόσμιας κρίσης. Από το 2012 αρχίζει μια σημαντική ανάκαμψη ενώ από το 2014 τα πράγματα πηγαίνουν πολύ καλύτερα αφού πλέον αρκετές χώρες έχουν ξεπληρώσει μέχρι τότε το χρέος του). Η πρώτη κρίση είναι πιο σημαντική και υπαίτια της δεύτερης κρίσης και γι' αυτό το λόγο εκείνη την περίοδο παρατηρείται μια σταθερά πτωτική πορεία. Στη δεύτερη περίοδο παρατηρούνται κάποιες αυξομειώσεις οι οποίες μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός της εισόδου και εξόδου διάφορων χωρών από την κρίση σε αυτό το χρονικό διάστημα Τέλος, όπως είναι γνωστό, σε περιόδους κρίσης τα χρηματιστήρια, και συνεπώς και οι δείκτες, κινούνται με παρόμοιο τρόπο με αποτέλεσμα η μέση απόσταση των δεικτών να είναι σχετικά μικρή (η τιμή της μέσης απόστασης είναι πιο μικρή κατά τη διάρκεια των κρίσεων ενώ είναι πιο μεγάλη πριν την κρίση και προς το τέλος της περιόδου που μελετάται).

6.2.2 ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ



Εικόνα 9: Διάγραμμα για τη διάμετρο για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

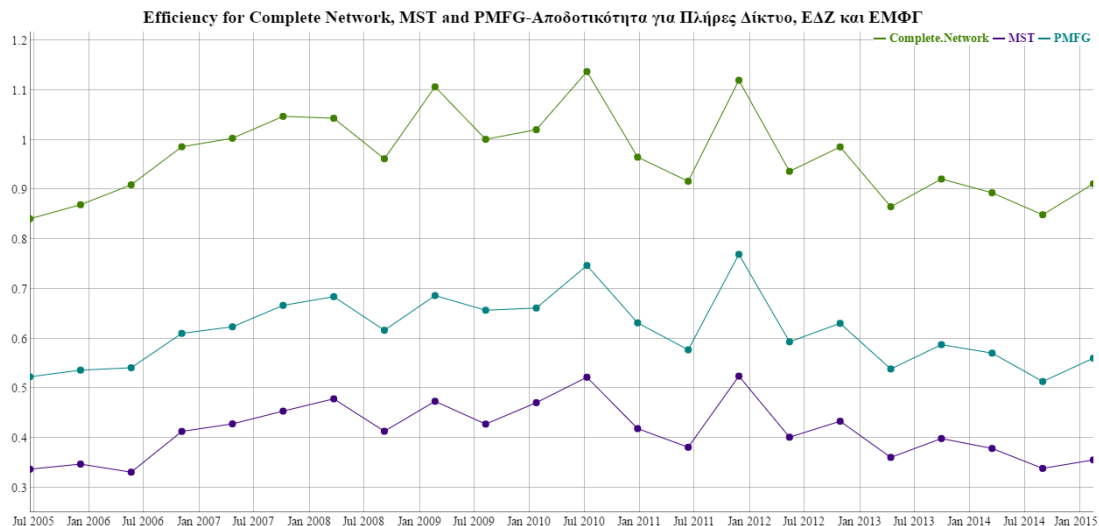
Η πορεία της διαμέτρου θυμίζει την πορεία της μέσης απόστασης. Η χρονοσειρά του Πλήρους Δικτύου δεν παρουσιάζει αυξομειώσεις αλλά έχει τη μορφή ευθείας, της οποίας η τιμή είναι περίπου 1.5. Αντίθετα στη χρονοσειρά του ΕΜΦΓ υπάρχουν κάποιες αυξομειώσεις, όχι όμως πολύ έντονες, με την τιμή της χρονοσειράς να κυμαίνεται γύρω στο 4-5. Και σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να θεωρηθεί πως η χρονοσειρά ακολουθεί μια σταθερή πορεία ευθείας με μια μικρή πτώση αρχικά, από τις αρχές του 2007 έως και το 2009 και μια ακόμη πιο μικρή αύξηση στη συνέχεια με κάποιες πτώσεις έως και τις αρχές του 2015. Τέλος, τα ίδια συμπεράσματα μπορούν να προκύψουν πιο έντονα και από το ΕΔΖ με μια πιο έντονη αρχική πτώση και πιο έντονες αυξομειώσεις που ξεκινούν από το 2010 και καταλήγουν σε ξεκάθαρη αυξητική πορεία από τις αρχές του 2014. Οι τιμές εδώ κυμαίνονται από 6.8 έως και 12.9.

Η χρονοσειρά του ΕΔΖ αυτή τη φορά είναι σε γενικές γραμμές περίπου δεκαπλάσια σε σχέση με αυτή του Πλήρους Δικτύου και πενταπλάσια από αυτή του ΕΜΦΓ.

Τα αποτελέσματα της μέσης απόστασης και της διαμέτρου εμφανίζουν πολλά κοινά. Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενως, η πρώτη περίοδος της κρίσης είναι και η πιο σημαντική, γι' αυτό και υπάρχει σταθερή πτώση ενώ στη δεύτερη περίοδο της κρίσης

η πορεία δεν είναι και τόσο σταθερή καθώς μερικές χώρες γνωρίζουν ανάκαμψη ενώ κάποιες άλλες επηρεάζονται έντονα ακόμη από την όλη αρνητική κατάσταση. Έτσι υπάρχει μια στασιμότητα στην αρχή της δεύτερης περιόδου που σημαίνει πως τα πράγματα ακόμη είναι άσχημα (η πρώτη περίοδος της κρίσης και η δεύτερη περίοδος της κρίσης έχουν μια κοινή περίοδο), μια ασταθής περίοδος και σιγά σιγά παρατηρείται μια καθαρά αυξητική πορεία.

6.2.3 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ



Εικόνα 10: Διάγραμμα για την αποδοτικότητα για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

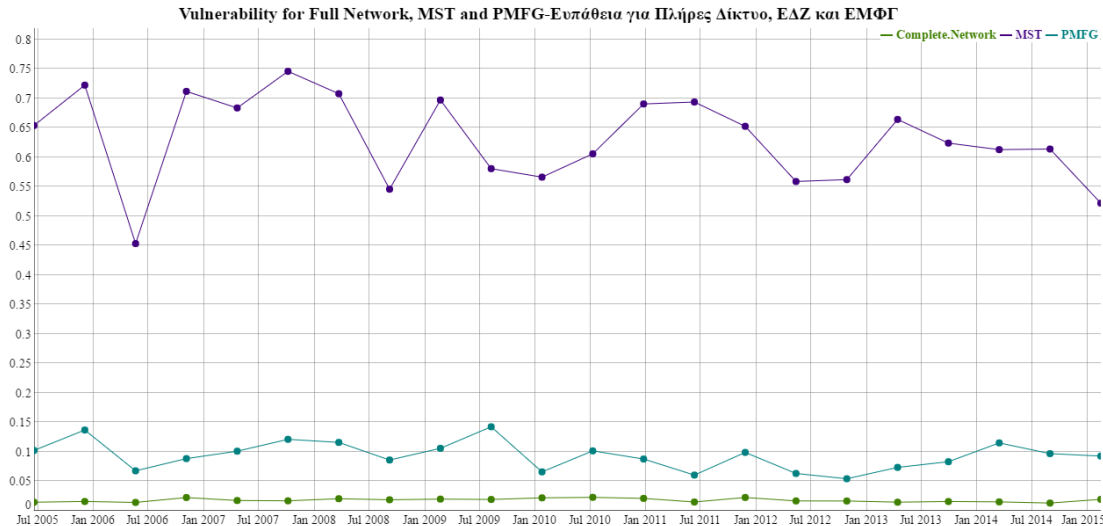
Στην αποδοτικότητα, τις μεγαλύτερες τιμές τις καταλαμβάνει η χρονοσειρά του Πλήρους Δικτύου ενώ από κάτω βρίσκεται η χρονοσειρά του ΕΜΦΓ και ακριβώς από κάτω η χρονοσειρά του ΕΔΖ με σημαντικά μικρότερες τιμές. Σε σχέση με τα προηγούμενα διαγράμματα, καμία χρονοσειρά δε διαγράφει μια τόσο ξεκάθαρη πορεία ευθείας όπως παρουσίαζε η χρονοσειρά του Πλήρους Δικτύου περισσότερο και λιγότερο του ΕΜΦΓ. Οι πορείες των τριών χρονοσειρών εδώ είναι πανομοιότυπες με μόνη διαφορά το εύρος των τιμών της καθεμίας. Για το ΕΔΖ οι τιμές κυμαίνονται από 0.33 έως 0.52, για το ΕΜΦΓ από 0.53 έως 0.78 και για το Πλήρες Δίκτυο από 0.83 έως 1.13.

Γενικά υπάρχει μια αύξηση μέχρι τα μέσα του 2010 και μέχρι το τέλος της περιόδου που μελετάται, δηλαδή τις αρχές του 2015, παρατηρείται πτωτική πορεία (από τις αρχές του 2009 μέχρι και τις αρχές του 2012 η πορεία μπορεί να χαρακτηριστεί και ως σχετικά σταθερή).

Ένω η μέση απόσταση και η διάμετρος σε ένα δίκτυο δείχνουν την εγγύτητα, η αποδοτικότητα δείχνει την ταχύτητα με την οποία μεταδίδεται η πληροφορία μέσω της απόστασης. Όσο πιο μικρή είναι η μέση απόσταση τόσο πιο μεγάλη είναι η αποδοτικότητα ενός δικτύου, τόσο ως προς τη δομή όσο και ως προς το κόστος (ποσοτικοποίηση συμπεριφοράς «μικρόκοσμου»-εναλλακτικό του μέσου μήκους μονοπατιού). Τέλος, οι τιμές της μέσης απόστασης, της διαμέτρου και της αποδοτικότητας δείχνουν πως εμφανίζονται οι ιδιότητες του «μικρόκοσμου» ο οποίος προκύπτει λόγω των οικονομικών κρίσεων.

Μέχρι και τις αρχές του 2009 η κρίση είναι έντονη και έχει πολλές συνεπειες. Η πιο σημαντική από αυτές είναι η Ευρωπαϊκή κρίση που αποτελεί συνέχεια της. Έτσι μέχρι εκείνη την περίοδο παρατηρείται αύξηση και στη συνέχεια μια σταθερή πορεία, με αποτέλεσμα πιο έντονα τα σημάδια του «μικρόκοσμου» (σε περίοδο κρίσης οι αποστάσεις μεταξύ των δεικτών μικραίνουν καθώς οι δείκτες ακολουθούν κοινή πορεία και επομένως έρχονται πιο κόντα). Η σταθερότητα οφείλεται στο γεγονός πως η κρίση είναι αισθητή και διάφορα μέτρα κρίνονται απαραίτητα για την αντιμετώπιση της. Κάποια από αυτά για μερικές χώρες αποδεικνύονται σωτήρια ενώ κάποιες άλλες χώρες παλεύουν. Από το 2012 τα πράγματα γίνονται ολοένα και καλύτερα (πτώση της αποδοτικότητας και επιστροφή στις προ κρίσης καταστάσεις).

6.2.4 ΕΥΠΑΘΕΙΑ



Εικόνα 11: Διάγραμμα για την ευπάθεια για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

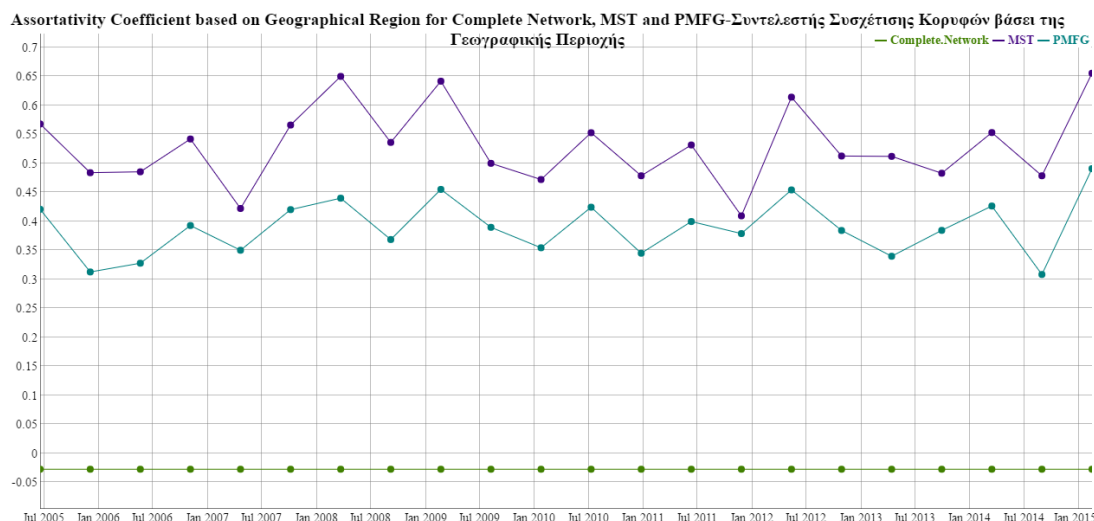
Παρατηρείται και πάλι πως οι χρονοσειρές για το Πλήρες Δίκτυο και για το ΕΜΦΓ κυμαίνονται σε πολύ μικρές τιμές, κοντά στο 0, όπως επίσης και πως δεν υπάρχουν σημαντικές αυξομειώσεις με αποτέλεσμα οι χρονοσειρές και πάλι να τείνουν να έχουν τη μορφή ευθείας (στο ΕΜΦΓ υπάρχουν κάποιες αυξομειώσεις αλλά η πορεία που διαγράφεται είναι σχετικά σταθερή) Αυτό δείχνει ότι όσον αφορά στην ευπάθεια το ΕΜΦΓ διατηρεί τη συνεκτικότητα του Πλήρους Δικτύου. Αντίθετα, αναμένουμε μεγάλες τιμές στο ΕΔΖ αφού είναι δένδρο και αυτό φαίνεται παρακάτω από το εύρος των τιμών. Επίσης, φαίνεται πως η χρονοσειρά για το ΕΔΖ, σε γενικές, δεν παρουσιάζει πολλές αυξομειώσεις και θα μπορούσε να ειπωθεί πως γενικά έχει μια σταθερή πορεία με λίγες εξαιρέσεις για κάποια από τα 22 σημεία. Το εύρος των τιμών σε αυτήν την περίπτωση είναι μεταξύ του 0.45-0.75.

Σε γενικές γραμμές η τιμή της ευπάθειας παραμένει σταθερή (0.55-7), δηλαδή είναι μέτρια έως λίγο υψηλή (μικρή συνεκτικότητα). Αυτά τα αποτελέσματα σε συνδυασμό με τη σχετικά μικρή μέση απόσταση φανερώνουν πως υπάρχουν πολλά αστέρια-γραφήματα στο δίκτυο με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλοί ομφαλοί. Αυτό το αποτέλεσμα είναι λογικό αν σκεφτεί κανείς πως σε καιρό κρίσης ο πιο

«αδύναμος» πρέπει να στηριχθεί από τον πιο «δυνατό» έτσι ώστε να δεχτεί την επιρροή και τη βοήθεια του. Αυτό συμβαίνει και με τους χρηματιστηριακούς δείκτες.

6.2.5 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ

6.2.5.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ



Εικόνα 12: Διάγραμμα για το συντελεστή assortativity κορυφών βάσει της γεωγραφικής περιοχής για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

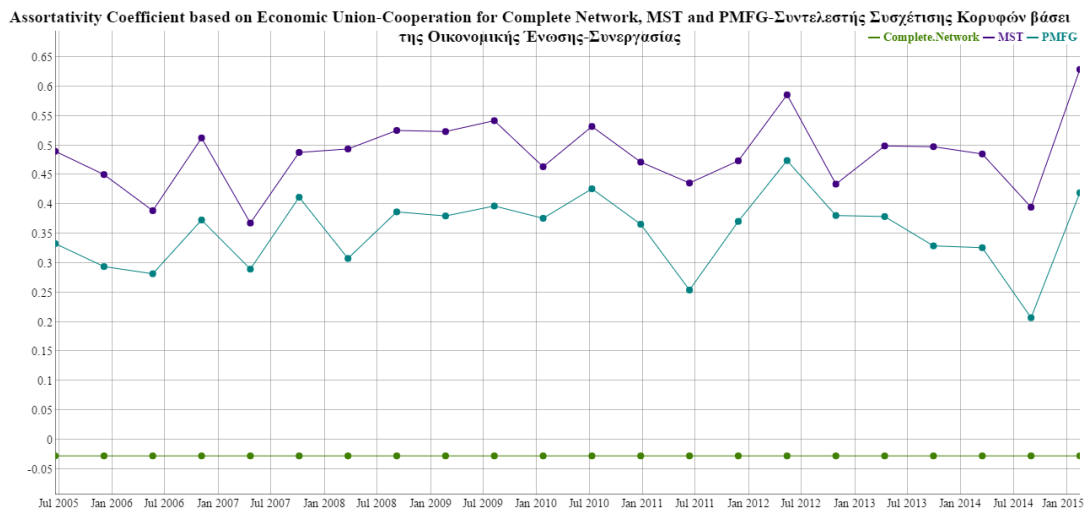
Στο συγκεκριμένο διάγραμμα, όπως και στα υπόλοιπα στη συνέχεια, φαίνεται πως η χρονοσειρά για το Πλήρες Δίκτυο είναι μια ευθεία πολύ κοντά στο 0. Για τις άλλες δύο χρονοσειρές υπάρχει μια κοινή πορεία η οποία χαρακτηρίζεται από σχετική σταθερότητα στις τιμές (για το ΕΔΖ η τιμή είναι κοντά στο 0.5 ενώ για το ΕΜΦΓ η τιμή είναι κοντά στο 0.4).

Για την πρώτη περίοδο της κρίσης μπορεί να ειπωθεί πως υπήρχαν κάποιες ενδείξεις ήδη από το 2006 και γι' αυτό δεν είναι παράξενο που οι τιμές δεν αλλάζουν σημαντικά κατά την επίσημη εμφάνιση των κρίσεων. Αυτό συμβαίνει και στα επόμενα αποτελέσματα καθώς και στα προηγούμενα. Γενικά μπορεί να σταθεί ο ισχυρισμός πως

η περίοδος η οποία και μελετάται είναι γενικά ολόκληρη μια περίοδος σημαντικών κρίσεων αφού τα δεδομένα που εξετάζονται είναι από το 2005 έως και τις αρχές του 2015 και οι περίοδοι της κρίσης εμφανίζονται χονδρικά από το 2006 έως και το 2014.

Από τις τιμές που έχουν οι χρονοσειρές, σε γενικές γραμμές και όχι αυστηρά, οι δείκτες που ανήκουν στην ίδια γεωγραφική περιοχή τείνουν να συνδέονται μεταξύ τους χωρίς αυτό να σημαίνει πως δείκτες με διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές δε συνδέονται με την ίδια αναλογία (γιατί η τιμή είναι κοντά στο 0.5 και όχι στο 1).

6.2.5.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ-ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ

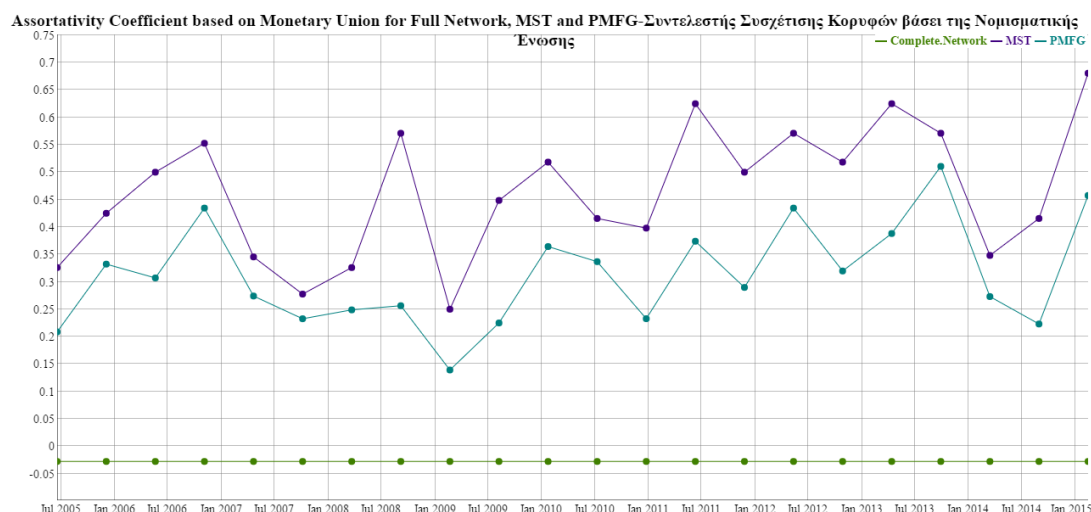


Εικόνα 13: Διάγραμμα για το συντελεστή assortativity κορυφών βάσει της οικονομικής ένωσης-συνεργασίας για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

Παρατηρείται σχεδόν ίδια συμπεριφορά με το προηγούμενο διάγραμμα. Και εδώ οι δύο χρονοσειρές έχουν σχετικά σταθερή τιμή (0.5 για το ΕΔΖ και 0.35 για το ΕΜΦΓ).

Οι τιμές αυτές είναι πιο μικρές απ'ότι προηγουμένως και πάλι με το ίδιο σκεπτικό μπορεί να ειπωθεί πως δείκτες που ανήκουν στην ίδια οικονομική ένωση-συνεργασία μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους σε γενικές γραμμές αλλά όχι με μεγάλη αυστηρότητα.

6.2.5.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

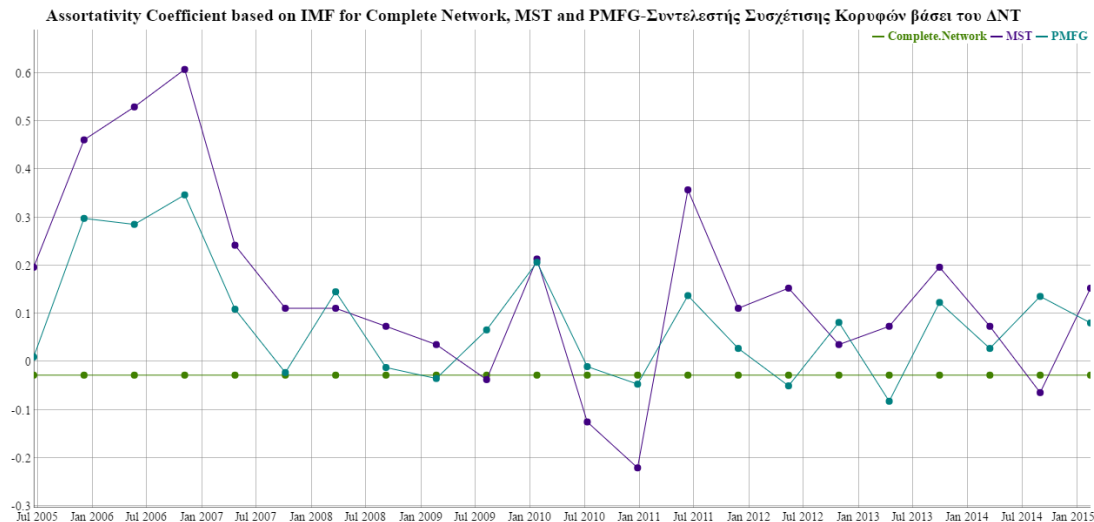


Εικόνα 14: Διάγραμμα για το συντελεστή assortativity κορυφών βάσει της νομισματικής ένωσης για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

Εδώ φαίνονται πιο έντονες αυξομειώσεις και πιο χαμηλές τιμές (για το ΕΔΖ οι τιμές κυμαίνονται από 0.25 έως και 0.68 ενώ για το ΕΦΜΓ από 0.13 έως και 0.51).

Την περίοδο της επίσημης εμφάνισης πρώτης κρίσης εντοπίζεται μια μείωση ενώ την περίοδο της δεύτερης κρίσης εντοπίζεται μια μικρή, σχετικά σταθερή αυξητική πορεία με μικρές αυξομειώσεις. Όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, η πρώτη κρίση είναι σχετικά πιο «δυνατή» και υπεύθυνη της δεύτερης γι' αυτό και παρατηρείται πιο έντονη μείωση ενώ οι αυξομειώσεις στη δεύτερη κρίση μαρτυρούν κάποιες εναλλαγές στην πορεία των χωρών, τόσο ευχάριστες όσο και δυσάρεστες. Οι πολύ χαμηλές τιμές αυτή τη φορά τονίζουν πως οι κορυφές που ανήκουν στην ίδια νομισματική ένωση τείνουν να ενώνονται μεταξύ τους με μια σχετικά μικρή τάση και επομένως συχνά παρατηρούνται στα διαγράμματα κορυφές που ανήκουν σε διαφορετικές νομισματικές ενώσεις να είναι συνδεδεμένες.

6.2.5.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ASSORTATIVITY ΚΟΡΥΦΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΠΤΥΓΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Εικόνα 15: Διάγραμμα για το συντελεστή assortativity των κορυφών βάσει της κατάταξης των χωρών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες σύμφωνα με το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

Οι τιμές αυτή τη φορά είναι πολύ πιο χαμηλές σε σύγκριση με τα προηγούμενα αποτελέσματα και παρατηρείται επιπλέον για κάποια σημεία αρνητική assortativity ενώ για κάποια άλλη η τιμή 0 (για το ΕΔΖ το εύρος τιμών κυμαίνεται από -0.22 έως και 0.61 ενώ για το ΕΜΦΓ οι τιμές κυμαίνονται από -0.8 έως και 0.35)

Πάλι όταν εμφανίζεται επίσημα η πρώτη περίοδος κρίσης μπορεί να παρατηρηθεί η πτωτική και στη συνέχεια η σχετικά σταθερή πορεία. Οι τιμές έχουν πέσει πολύ κοντά στο 0 με ορισμένες περιπτώσεις να κινούνται στο πεδίο των αρνητικών αριθμών. Αυτό σημαίνει πως κορυφές που είναι αναπτυγμένες έχουν σχεδόν την ίδια τάση να συνδέονται με κορυφές που είναι αναπτυσσόμενες.

Συνοπτικά, στα 4 τελευταία γραφήματα μπορεί να παρατηρηθεί πως:

- Η χρονοσειρά του Πλήρους Δικτύου είναι μια ευθεία που έχει σταθερή τιμή πολύ κοντά στο 0 και προκύπτει λογικά από το γεγονός πως όλες οι κορυφές συνδέονται μεταξύ τους.

- Υπάρχει θετική assortativity στις περισσότερες περιπτώσεις εκτός από κάποιες λίγες εξαιρέσεις για το ΕΔΖ και για το ΕΜΦΓ

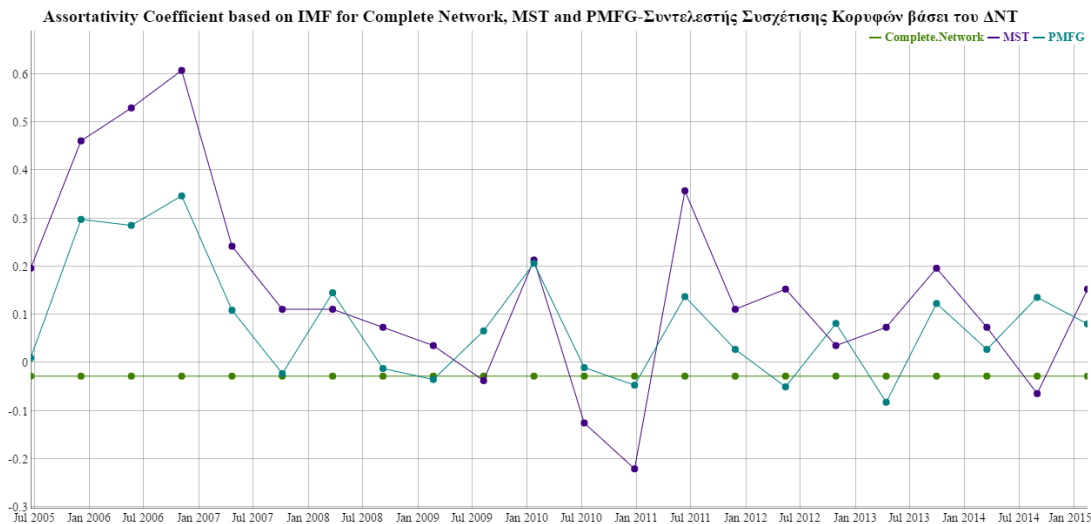
- Οι χρονοσειρές των ΕΔΖ και ΕΜΦΓ έχουν μια κοινή πορεία η οποία χαρακτηρίζεται από μια πτωτική πορεία ίσως στην αρχή με την εμφάνιση της κρίσης, μια σχετικά σταθερή πορεία στη συνέχεια με κάποιες μικρές αυξομειώσεις με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση (κυρίως για τα δύο τελευταία διαγράμματα). Για τα δύο τελευταία διαγράμματα αυτό που παρατηρείται είναι πως η πορεία δεν είναι και τόσο σταθερή αλλά μειώνεται αρχικά, δηλαδή όταν η κρίση είναι έντονη, και αυξάνεται-σταθεροποιείται στη συνέχεια, δηλαδή όταν η κρίση αρχίζει να απομακρύνεται. Το γεγονός πως αυτό συμβαίνει στα διαγράμματα για το διαχωρισμό των χωρών ως προς τη νομισματική ένωση και ως προς την κατάταξη τους ως αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες έχει ως αποτέλεσμα, αυτά τα δύο χαρακτηριστικά των κορυφών, να θεωρηθούν παράγοντες που κάνουν τις χώρες να αλληλοεπηρεάζονται σε περιόδους ομαλότητας και ειρήνης. Για τη γεωγραφική περιοχή και για την οικονομική ένωση-συνεργασία οι τιμές είναι πιο μεγάλες και σταθερές που σημαίνει πως αποτελούν δύο πολύ σημαντικά και δυνατά κριτήρια αλληλοεπίδρασης δύο χωρών που δεν επηρεάζονται και τόσο σε περίοδο κρίσης.

- Υπάρχουν κάποια σημεία των χρονοσειρών τα οποία είτε συμπίπτουν είτε είναι πολύ κοντά και θα γίνει αναφορά σε αυτά στη συνέχεια

- Σε γενικές γραμμές οι τιμές των συντελεστών είναι σχετικά μικρές και σε ορισμένες περιπτώσεις τείνουν στο 0. Γενικά, σε περίοδο κρίσης επειδή οι δείκτες και τα χρηματιστήρια κινούνται με παρόμοιο τρόπο αυτό που περιμένει κανείς είναι οι δείκτες να συνδέονται με άλλους δείκτες τυχαία ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά τους. Έτσι δικαιολογούνται και οι μικρές τιμές των συντελεστών. Σύμφωνα με το συντελεστή και τις τιμές που μπορεί να πάρει αυτό σημαίνει πως κατά κύριο λόγο οι κορυφές δεν τείνουν να συνδέονται με άλλες κορυφές ως προς κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό άλλα περισσότερο τυχαία ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά αφού οι τιμές κυμαίνονται κυρίως

από 0-0.5 (πιο έντονα αυτά τα αποτελέσματα φαίνονται στα δύο τελευταία διαγράμματα και λιγότερο στα δύο πρώτα).

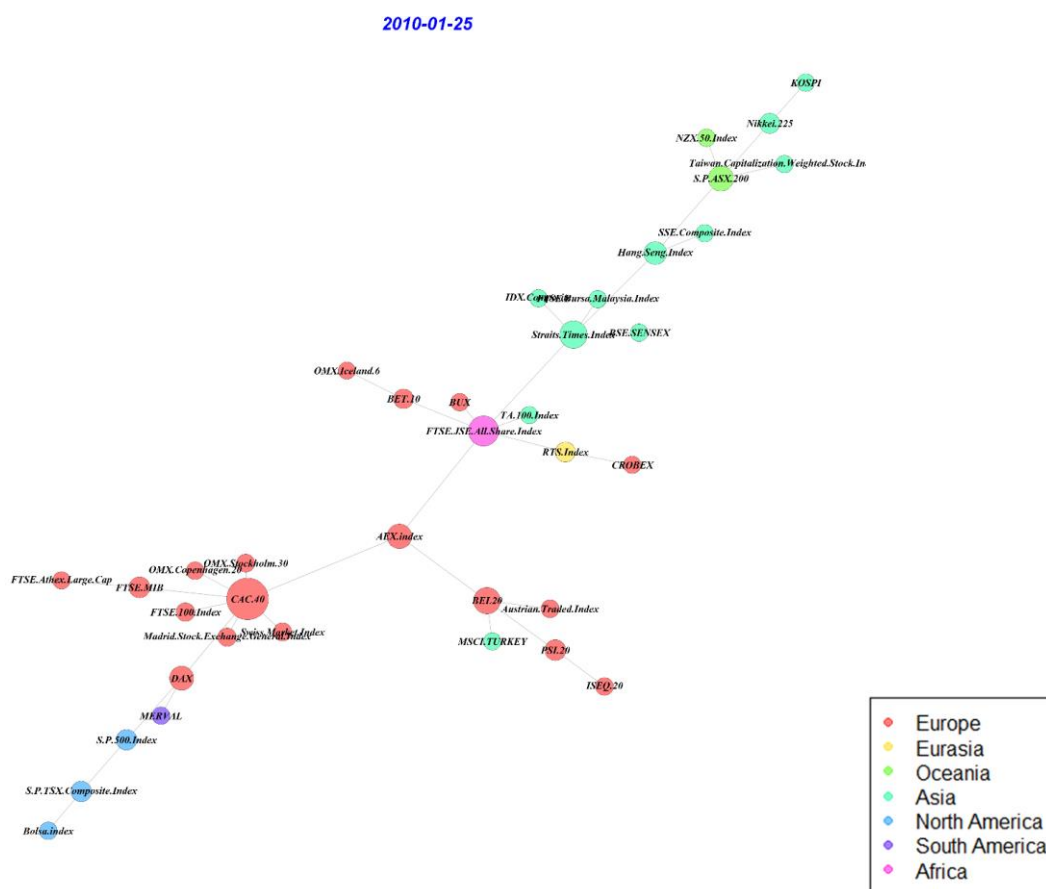
6.2.6 ΚΟΙΝΑ ΚΑΙ ΠΟΛΥ ΚΟΝΤΙΝΑ ΣΗΜΕΙΑ ΣΤΑ ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΜΕΤΡΑ



Εικόνα 15: Διάγραμμα για το συντελεστή assortativity των κορυφών βάσει της κατάταξης των χωρών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες σύμφωνα με το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

Στα παραπάνω διαγράμματα υπάρχουν πολυ κοντινά σημεία αλλά και σημεία τα οποία συμπίπτουν όπως φαίνεται και στην Εικόνα 15, τα οποία μαρτυρούν πως στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, οι συντελεστές assortativity των κορυφών που είναι σχετικές με την κατάταξη των χωρών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες σύμφωνα με το ΔΝΤ ταυτίζονται, δηλαδή ο αριθμός των ακμών μεταξύ των δεικτών με την ίδια κατάταξη είναι ο ίδιος και στα δύο είδη γραφήματος και είναι σχετικά μικρός αφού και η τιμή είναι σχετικά μικρή (κοντά στο 0.2) (Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο διάγραμμα για περαιτέρω ανάλυση λόγω του μεγάλου αριθμού των κοινών σημείων). Θεωρήθηκε ενδιαφέρουσα η παράθεση του συγκεκριμένου ΕΔΖ έτσι ώστε να παρατηρηθεί η εικόνα του δικτύου και πιο συγκεκριμένα οι ακμές και ο λόγος δημιουργίας τους. Θα

χρησιμοποιηθεί το ΕΔΖ για τις παρατηρήσεις αφού εκεί βρίσκονται οι πιο σημαντικές συνδέσεις. Παρακάτω δίνεται το ΕΔΖ για το ενδέκατο δίκτυο που όπως παρατηρείται και παραπάνω οι τιμές για το συντελεστή assortativity των κορυφών βάσει της κατάταξης των χωρών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες σύμφωνα με το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο, συμπίπτουν για το ΕΔΖ και για το ΕΜΦΓ (η περίοδος που μελετάται στο συγκεκριμένο ΕΔΖ είναι από: 10/8/2009-25/1/2010).



Εικόνα 16: Ενδέκατο ΕΔΖ για τη χρονική περίοδο 10/8/2009-25/1/2010.

Στη συνέχεια αναφέρονται κάποια στοιχεία εκείνης της περιόδου που δικαιολογούν τις σχέσεις μεταξύ των κορυφών όπως αποτυπώνονται στην παραπάνω εικόνα.

1. Μετά την παγκόσμια κρίση του 2007-2008 , την κρίση της Αμερικής και την ανάκαμψής της, ο δείκτης S&P 500 Index έχει πλέον αρχίσει να έχει συνδέσεις με τον

δείκτη DAX της ισχυρής Γερμανίας πράγμα το οποίο συμβαίνει και στα επόμενα ΕΔΖ, όχι μόνο με τον DAX αλλά γενικά είναι αυτός που έχει σχέσεις με την Ευρώπη (την περίοδο της προαναφερθείσας κρίσης ο δείκτης των ΗΠΑ συνδέεται κυρίως μόνο με τον δείκτη του Καναδά πράγμα το οποίο δηλώνει πως δεν είναι η οικονομία των ΗΠ. η ηγετική οικονομία της Αμερικής καθώς σε μερικές περιπτώσεις αποτελούσε περιφερειακή κορυφή).

2. Το Euronext είναι ένα ευρωπαϊκό χρηματιστήριο με έδρα το Άμστερνταμ, τις Βρυξέλλες, το Λονδίνο, τη Λισαβόνα και το Παρίσι. Οι χρηματιστηριακοί δείκτες που περιέχονται είναι: AEX, BEL 20, CAC 40, PSI 20, Euronext 100, NEXT 150. Άρα, οι συγκεκριμένοι δείκτες έχουν ένα επίπλεον λόγο να δημιουργούν συνδέσεις μεταξύ τους.

3. Αν και ο CAC 40 αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από γαλλικές εταιρείες, περίπου το 45% των μετοχών που απαριθμούνται ανήκουν σε ξένους επενδυτές (Γερμανία, Βρετανία κ.α.) ποσοστό μεγαλύτερο από κάθε άλλο ευρωπαϊκό δείκτη. Γι' αυτό το λόγο, όπως παρατηρείται και στα υπόλοιπα ΕΔΖ, ο συγκεκριμένος δείκτης έχει τις περισσότερες συνδέσεις από οποιονδήποτε άλλον.

4. Η Νότια Αφρική είναι ο μεγαλύτερος εμπορικός εταίρος της Ευρώπης στην Αφρική. Υπάρχει στενή σχέση και συνεργασία μεταξύ της Νοτίου Αφρικής και της Ολλανδίας, όπως και με άλλες χώρες της Ευρώπης όσον αφορά στο εμπόριο και στις συναλλαγές όπως και ένα ελκυστικό κλίμα επενδύσεων.

5. Μπορεί να παρατηρηθεί, μέσα από όλα τα ΕΔΖ, πως το εμπόριο παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία σχέσεων-συνδέσεων πράγμα το οποίο επηρεάζεται τόσο από τη γεωγραφική περιοχή όσο και από την οικονομική ένωση-συνεργασία στην οποία ανήκει κάθε χώρα. Χώρες που ανήκουν στην ίδια γεωγραφική περιοχή και στην ίδια οικονομική ένωση-συνεργασία έχουν περισσότερες και ίσως σημαντικότερες εμπορικές σχέσεις. Όλα τα παραπάνω φαίνονται και στους συντελεστές assortativity κορυφών για τη γεωγραφική περιοχή και την οικονομική ένωση-συνεργασία καθώς εκεί οι συντελεστές είναι υψηλότεροι πράγμα το οποίο δείχνει την τάση των κορυφών να συνδέονται με κορυφές κοινές ως προς αυτά τα χαρακτηριστικά τα οποία με τη σειρά τους σχετίζονται σημαντικά με τις εμπορικές συναλλαγές (δηλαδή οι εμπορικές συναλλαγές οδηγούν σε συνδέσεις).

6. Κατά τη διάρκεια του 2009 και στις αρχές του 2010 η νομισματική μονάδα της Νότιας Αφρικής (Rand) απέκτησε μεγάλη δύναμη έναντι του αμερικανικού δολαρίου. Όλο αυτό είναι αποτέλεσμα των όρων και της πολιτικής του εμπορίου.
7. Η παγκόσμια οικονομική κρίση του 2007-2008 επηρέασε τα τραπεζικά συστήματα και κατά το 2009 χώρες όπως το Βέλγιο, η Πορτογαλία και η Ιρλανδία άρχισαν να έχουν προβλήματα σε αυτόν τον τομέα.
8. Η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία έχουν πολύ στενές σχέσεις και στα οικονομικά τους θέματα. Όπως φαίνεται σε όλα τα ΕΔΖ υπάρχει μια ακμή που συνδέει τους δείκτες τους λόγω της στενής οικονομικής τους σχέσης. Κάτι ανάλογο ισχύει και για την Κίνα με το Χονγκ Κονγκ, τις ΗΠΑ και τον Καναδά κ.
9. Το 2009 έγιναν κάποιες προσφορές από κινεζικές εταιρείες που ανήκουν στο κράτος (Κίνα και Χονγκ Κονγκ) να επενδύσουν ένα πολύ μεγάλο ποσό στη βιομηχανία εξόρυξης πόρων της Αυστραλίας.
10. Σε αυτό το κρίσιμο διάστημα, διάφοροι οίκοι αξιολόγησης (π.χ. Fitch) υποβάθμισαν την πιστοληπτική ικανότητα διάφορων χωρών όπως της Ελλάδας, της Ισλανδίας, της Ιρλανδίας, της Κορέας, της Μαλαισίας, του Μεξικού, της Νέας Ζηλανδίας, της Τουρκίας κ.α. Οι συγκεκριμένες κορυφές στο ΕΔΖ, όπως φαίνεται, είναι κορυφές που έχουν μόνο μια ακμή πράγμα το οποίο σημαίνει πως είναι «αδύναμες» και δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του οικονομικού γίγνεσθαι (περιφερειακές κορυφές).
11. Τέλος, η Ομάδα των 7 (G7) είναι μια ομάδα που αποτελείται από τον Καναδά, τη Γαλλία, τη Γερμανία, την Ιταλία, την Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εκπροσωπείται επίσης στο πλαίσιο της G7. Οι χώρες αυτές είναι οι επτά μεγαλύτερες προηγμένες οικονομίες, όπως αναφέρθηκε από το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο: οι χώρες της G7 αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 64% του καθαρού παγκόσμιου πλούτου. Ο καθαρός εθνικός πλούτος και ο πολύ υψηλός Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης είναι οι κύριες προϋποθέσεις για να είναι κάποιος μέλος αυτής της ομάδας. Μπορεί να παρατηρηθεί σε όλα τα ΕΔΖ και στα ΕΜΦΓ, όπου υπάρχουν περισσότερες ακμές, πως χώρες που ανήκουν σε αυτήν την ομάδα συνδέονται πάντα μεταξύ τους πράγμα το οποίο είναι λογικό αφού αυτές είναι οι ισχυρότερες οικονομίες παγκοσμίως (υπάρχει μια συνεργασία και διάφορες σχέσεις μεταξύ αυτών των χωρών που ανήκουν σε αυτή την ομάδα).

6.3 ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στο Παράρτημα Β υπάρχουν οι εικόνες των διαγραμμάτων για όλες τις περιπτώσεις των μέτρων κεντρικότητας που μελετώνται.

Στον Πίνακα 3 του Παραρτήματος Α, υπάρχει ο πίνακας με τις πρώτες επτά θέσεις, που καταλαμβάνουν οι δείκτες, για τα πέντε μέτρα κεντρικότητας για το ΕΜΦΓ και για τα 22 δίκτυα. Επιλέχθηκε το ΕΜΦΓ λόγω του πλήθους των ακμών του.

Παρακάτω παρατίθενται οι πρώτες επτά θέσεις από τον πίνακα συχνότητας εμφάνισης των πρώτων επτά δεικτών στα πέντε μέτρα κεντρικότητας και για τα 22 δίκτυα.

Για το σθένος: CAC 40-21, AEX index-20, FTSE 100 Index-15, Straits Times Index-15, DAX-14, Hang Seng Index-12, BEL20-11, Austrian Traded Index-8,

για την ιδιοκεντρικότητα: CAC 40-22, AEX index-21, DAX-21, FTSE 100 Index-18, BEL20-17, FTSE MIB-13, Madrid Stock Exchange General Index-12, OMX Stockholm 30-9,

για τη βαθμική κεντρικότητα Page: CAC 40-21, AEX index-20, FTSE 100 Index-15, Hang Seng Index-15, Straits Times Index-15, DAX-14, BEL20-11, Austrian Traded Index-7, FTSE MIB-7, KOSPI-6,

για την ενδιάμεση κεντρικότητα: CAC 40-21, Straits Times Index-16, AEX index-15, Hang Seng Index-14, FTSE 100 Index-12, BEL20-11, DAX-11, Austrian Traded Index-9,

για την κεντρικότητα εγγύτητας: CAC 40-22, AEX index-20, DAX-19, FTSE 100 Index-19, BEL20-15, FTSE MIB-10, Austrian Traded Index-9, Madrid Stock Exchange General Index-9, OMX Stockholm 30-6, OMX Copenhagen 20-6.

Παρατηρείται πως ο δείκτης της Γαλλίας (CAC 40) βρίσκεται στην πρώτη θέση και για τα πέντε μέτρα κεντρικότητας (και σχεδόν και στα 22 δίκτυα). Για τον CAC 40, όπως έχει αναφερθεί, ένα μεγάλο ποσοστό του αποτελείται από επιχειρήσεις εκτός Γαλλίας. (αυτές οι χώρες που έχουν τις υπόλοιπες επιχειρήσεις δικαιολογούν τις σχέσεις που δημιουργούνται μεταξύ του CAC 40 και των υπόλοιπων δεικτών). Επιπλέον οι CAC

40, AEX index, BEL20 συγκροτούν το Euronext (περισσότερα μέλη έχει η Γαλλία, μετά η Ολλανδία και τέλος οι Βρυξέλλες)-ο δείκτης της Ολλανδίας (AEX index) επίσης βρίσκεται σε όλα τα μέτρα κεντρικότητας και καταλαμβάνει σχεδόν πάντα, εκτός από την περίπτωση της ενδιάμεσης κεντρικότητας, τη δεύτερη θέση. Οι χώρες της Γαλλίας, Ολλανδίας, Ηνωμένου Βασιλείου (FTSE 100 Index), που οι δείκτες τους βρίσκονται και στα πέντε μέτρα, είναι από τις πιο ισχυρές στην Ευρώπη, όπως επίσης και οι άλλες χώρες των δεικτών που καταλαμβάνουν τις υπόλοιπες θέσεις πχ Γερμανία (δεν περιλαμβάνεται μόνο στην ενδιάμεση κεντρικότητα). Τέλος, παρατηρείται πως υπάρχουν σε τρία μέτρα οι δείκτες του Χονγκ Κονγκ (Hang Seng Index) και της Σιγκαπούρης (Straits Times Index), οι οποίοι εμφανίζονται πάντα μαζί (δηλαδή αν υπάρχει ο ένας θα υπάρχει και ο άλλος ενώ αν δεν υπάρχει ο ένας δε θα υπάρχει ο άλλος). Γενικά οι χώρες που οι δείκτες τους καταλαμβάνουν τις πέντε πρώτες θέσεις και στα πέντε μέτρα, είναι από τις πιο ισχυρές και από εκείνες που έμειναν σχετικά «ανέπαφες» από την κρίση (ουδέτερες ως προς την κρίση) και όπως φαίνεται στη συνέχεια οι δείκτες αυτοί ταυτίζονται με τους δείκτες που προκύπτουν με ανάλογο τρόπο στις κλίκες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο δείκτης της Γαλλίας και της Ολλανδίας είναι οι πιο σημαντικοί. Επίσης σημαντική θέση καταλαμβάνει ο δείκτης του Ηνωμένου Βασιλείου ενώ ο δείκτης της Γερμανίας δεν έχει μονάχα μεγάλη ενδιάμεση κεντρικότητα, αλλά εμφανίζεται σταθερά στα υπόλοιπα μέτρα. Κάτι ανάλογο ισχύει και για τους δείκτες του Χονγκ Κονγκ και της Σιγκαπούρης.

Παρατηρείται πως οι χώρες που εμφανίζονται εδώ ανήκουν κυρίως σε Ευρώπη και λιγότερο σε Ασία (μόνο δύο), όλες είναι αναπτυγμένες, οι μισες σχεδόν (παραπάνω από τις μισές) από αυτές είναι στο ευρώ ενώ οι υπόλοιπες έχουν δικό τους νόμισμα και όλες ανήκουν σε μια από τις δύο οικονομικές ενώσεις-συνεργασίες (μόνο οι δύο ανήκουν στην APEC και αυτές είναι οι δύο χώρες της Ασίας που εμφανίζονται). Οι πιο σημαντικές λοιπόν κορυφές ανήκουν σε κάποια οικονομική ένωση-συνεργασία και είναι αναπτυγμένες. Αυτά τα κοινά χαρακτηριστικά ισχύουν για όλους τους δείκτες που βρέθηκαν παραπάνω.

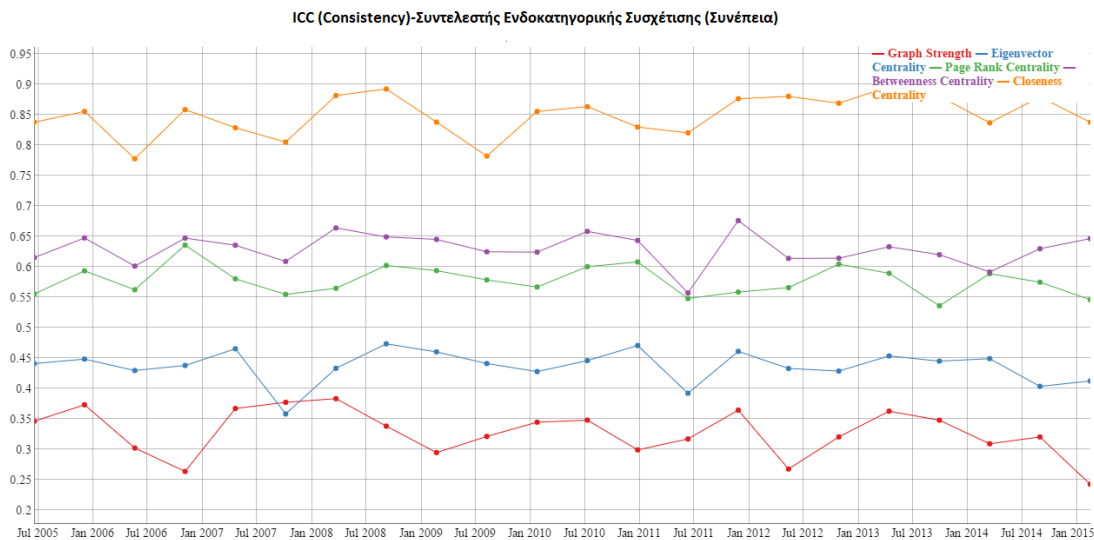
Η ίδια ανάλυση έγινε και για τις τρεις μορφές δικτύων και για τα πέντε μέτρα κεντρικότητας στα 22 δίκτυα, μόνο που αυτή τη φορά επιλέχθηκαν οι πέντε πρώτες κορυφές (από τον πίνακα συχνότητας εμφάνισης των πρώτων πέντε δεικτών στα μέτρα κεντρικότητας για κάθε μια από τις μορφές του δικτύου στα 22 δίκτυα επιλέχθηκαν οι

πέντε πρώτες βάσει της συχνότητας εμφάνισης τους). Στο Παράρτημα Β υπάρχουν οι εικόνες με τα αντίστοιχα ραβδογράμματα.

Οι δείκτες με τις πέντε μεγαλύτερες τιμές και τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στις πέντε πρώτες θέσεις είναι: 1)CAC 40 (Γαλλία), 1)AEX index (Ολλανδία), 2)DAX (Γερμανία), 2)FTSE 100 Index (Ηνωμένο Βασίλειο), 3)BEL20 (Βέλγιο), 4)Straits Times Index (Σιγκαπούρη), 5) Hang Seng Index (Χονγκ Κονγκ), 5)Madrid Stock Exchange General Index (Ισπανία).

Υπάρχουν οι ίδιοι δείκτες που εμφανίστηκαν στα προηγούμενα αποτελέσματα και στα αποτελέσματα των κλικών.

6.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΝΔΟΚΑΤΗΓΟΡΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ



Εικόνα 17: Συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης (συνέπεια) για τις τρεις μορφές του δικτύου ως προς τα πέντε μέτρα κεντρικότητας.

Στο παραπάνω διάγραμμα εξετάζεται η συνέπεια των κρίσεων των τριών μορφών του δικτύου ως προς τα μέτρα κεντρικότητας για τους 37 χρηματιστηριακούς δείκτες και στα 22 δίκτυα.

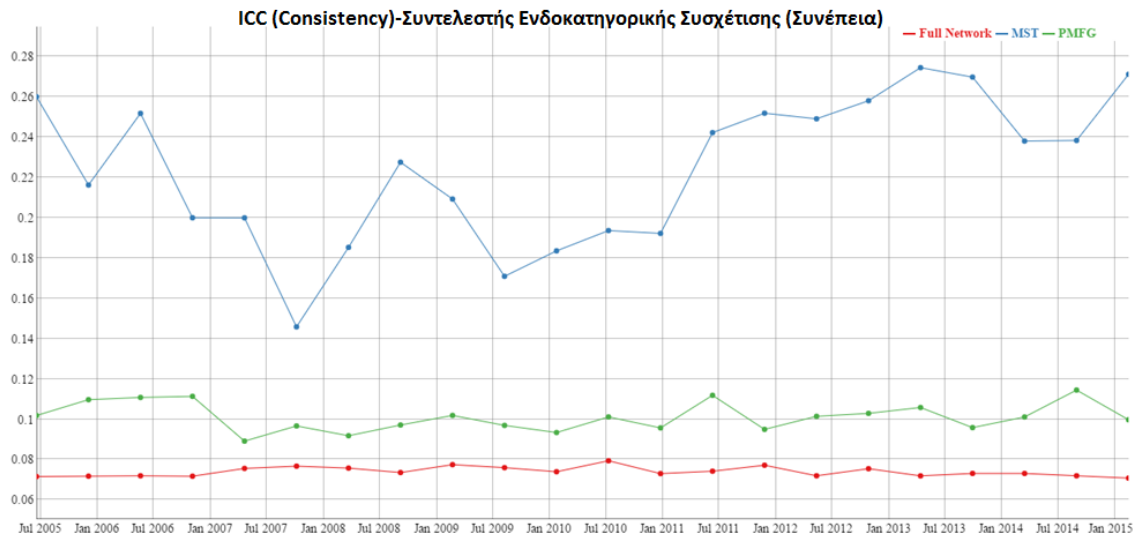
Για το σθένος η τιμή είναι σχετικά χαμηλή (περίπου 0.35) για όλα τα 22 σημεία οπότε μπορεί να υπάρξει ο ισχυρισμός πως υπάρχει μικρή συνέπεια για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

Για την ιδιοκεντρικότητα, η χρονοσειρά κινείται στο 0.45 με αποτέλεσμα η συνέπεια να είναι κάπως καλύτερη από την ανίστοιχη του σθένους, δηλαδή υπάρχει μια μέτρια συνέπεια.

Κάτι ανάλογο ισχύει και για τη βαθμική κεντρικότητα Page. Εδώ παρατηρείται ακόμη μεγαλύτερη συνέπεια σε σχέση με τις δύο προηγούμενες συνέπειες που έχουν αναφερθεί αφού η τιμή τώρα, σε γενικές γραμμές, κινείται κοντά στο 0.60. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η συνέπεια, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί μέτρια.

Για την ενδιάμεση κεντρικότητα, οι τιμές για τη χρονοσειρά είναι και πάλι καλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές των χρονοσειρών των προηγούμενων μέτρων αφού είναι κοντά στο 0.65, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια μέτρια έως ισχυρή συνέπεια (δηλαδή καλή) για τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο όσον αφορά στο συγκεκριμένο μέτρο.

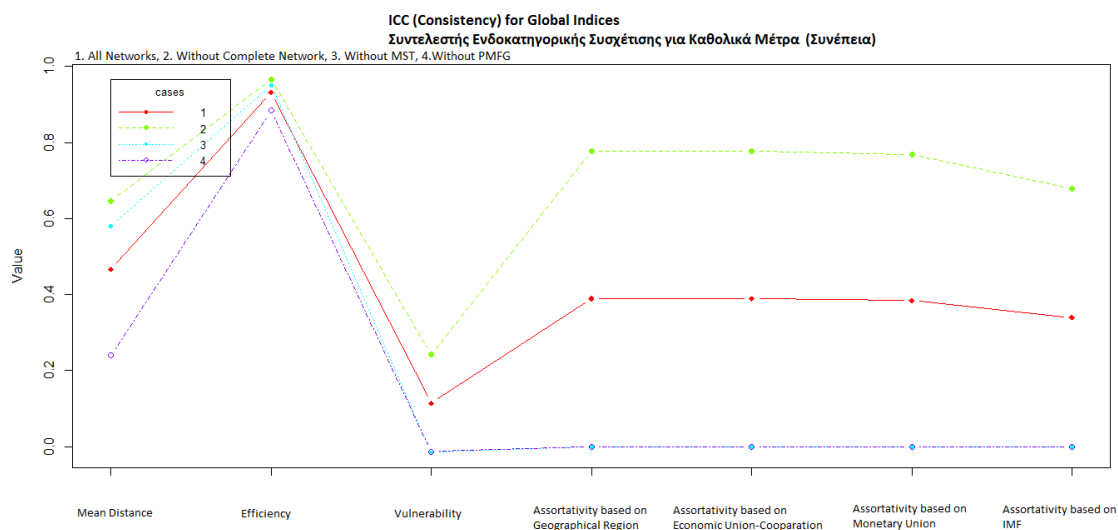
Τέλος, τα σημαντικότερα αποτελέσματα τα βλέπουμε στην κεντρικότητα εγγύτητας, αφού εκεί οι τιμές κυμαίνονται γύρω στο 0.85. Η τιμή αυτή δείχνει πολύ ισχυρή-εξαιρετική συνέπεια αφού είναι πάνω από 0.75 πράγμα το οποίο υποδηλώνει πως και οι τρεις μορφές του δικτύου παρουσιάζουν συνέπεια για τους 37 χρηματιστηριακούς δείκτες στο συγκεκριμένο μέτρο και στα 22 δίκτυα.



Εικόνα 18: Συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης (συνέπεια) για τα πέντε μέτρα κεντρικότητας ως προς τις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο.

Στο παραπάνω διάγραμμα εξετάζεται η συνέπεια των κρίσεων των μέτρων κεντρικότητας ως προς τις μορφές του δικτύου για τους 37 χρηματιστηριακούς δείκτες και στα 22 δίκτυα.

Και οι τρεις χρονοσειρές έχουν χαμηλές τιμές (κάτω από 0.3) με αρκετές από αυτές να είναι κοντά στο 0. Γενικά οι τιμές αυτές φανερώνουν πως υπάρχει μικρή συνέπεια των πέντε μέτρων κεντρικότητας ως προς το ΕΔΖ και πολύ μικρή συνέπεια για τα πέντε μέτρα κεντρικότητας ως προς το ΕΜΦΓ και το Πλήρες Δίκτυο.



Εικόνα 19: Συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης (συνέπεια) ως προς τα καθολικά μέτρα για διάφορες περιπτώσεις των τριών μορφών του δικτύου στο χρόνο..

Στο παραπάνω διάγραμμα εξετάζεται η συνέπεια των κρίσεων των 22 δικτύων ως προς τα καθολικά μέτρα για τις τρεις μορφές του δικτύου και διάφορες περιπτώσεις τους.

Οι περιπτώσεις είναι οι εξής:

1. και οι τρεις μορφές του δικτύου,
2. το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ,
3. το Πλήρες Δίκτυο και το ΕΜΦΓ
4. το Πλήρες Δίκτυο και το ΕΔΖ.

Για την περίπτωση και των τριών μορφών του δικτύου, οι τιμές είναι σχετικά χαμηλές, εκτός από αυτήν της αποδοτικότητας, στην οποία παρατηρείται πως για κάθε περίπτωση όλες οι τιμές είναι πολύ υψηλές (η τιμή είναι άνω του 0.75), πράγμα που σημαίνει πολύ ισχυρή συνέπεια για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις στο χρόνο.

Για την περίπτωση του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ, οι τιμές είναι αρκετά υψηλές, πέρα από αυτήν της αποδοτικότητας που έχει σε όλες τις περιπτώσεις μεγάλες τιμές, και η τιμή της μέσης απόστασης είναι σχετικά υψηλή, παρ'όλο που δεν είναι πολύ υψηλή, ενώ μόνο η τιμή της ευπάθειας είναι πολύ χαμηλή όπως συμβαίνει και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

Για τις περιπτώσεις του Πλήρους Δικτύου με το ΕΜΦΓ και του Πλήρους Δικτύου με το ΕΔΖ, φαίνεται πως οι τιμές όλες είναι πολύ χαμηλές εκτός από τις τιμές της αποδοτικότητας και για την περίπτωση του Πλήρους Δικτύου και του ΕΜΦΓ η τιμή της μέσης απόστασης είναι σχετικά υψηλή (στους συντελεστές assortativity κορυφών οι τιμές και για τις δύο περιπτώσεις ταυτίζονται και είναι σχεδόν μηδενικές).

Επομένως, οι τιμές εκείνες που θεωρούνται πιο σημαντικές, και αποδίδουν ισχυρή εώς πολύ ισχυρή συνέπεια, απ'όλες τις παραπάνω είναι οι τιμές για όλες τις περιπτώσεις της αποδοτικότητας, οι τιμές της μέσης απόστασης και κυρίως οι τιμές των συντελεστών assortativity κορυφών για την περίπτωση του ΕΔΖ και του ΕΜΦΓ, δηλαδή όλες οι τιμές αυτής της περίπτωσης εκτός από εκείνη της ευπάθειας και τελικά ίσως έχει ενδιαφέρον η τιμή της μέσης απόστασης για την περίπτωση του Πλήρους Δικτύου και του ΕΜΦΓ.

6.5 ΚΛΙΚΕΣ (ΕΜΦΓ)

Υπολογίστηκαν για τα ΕΜΦΓ οι κλίκες που δημιουργούνται με τρεις και τέσσερις κορυφές (3-κλίκες, 4-κλίκες). Με τρεις κορυφές δεν υπάρχει καμία κλίκα και στα 22 δίκτυα που δημιουργήθηκαν. Με τέσσερις κορυφές παρατηρήθηκε πως δημιουργούνται 34 κλίκες σε καθένα από τα 22 δίκτυα.

Στα αποτελέσματα που αναλύθηκαν υπάρχουν μόνο εκείνες οι κορυφές που συμμετείχαν με ποσοστό μεγαλύτερο από 0.05 σε αυτές τις κλίκες για καθένα από τα 22 δίκτυα. Στο Παράρτημα Β περιέχονται οι εικόνες με τα αντίστοιχα ραβδογράμματα. Στη συνέχεια, παρατίθενται αυτοί οι δείκτες που κατείχαν τις πρώτες επτά θέσεις και απείχαν σημαντικά αριθμητικά από τις υπόλοιπες κορυφές (επιλέχθηκαν αρχικά οι πέντε πρώτες κορυφές για κάθε δίκτυο από τα 22 και στη συνέχεια οι επτά πρώτες από αυτές λόγω της μεγάλης διαφοράς τους από τις συχνότητες εμφάνισης των υπολοίπων). Τα αποτελέσματα είναι τα εξής:

1. CAC 40
2. AEX index
3. Hang Seng Index
4. Straits Times Index

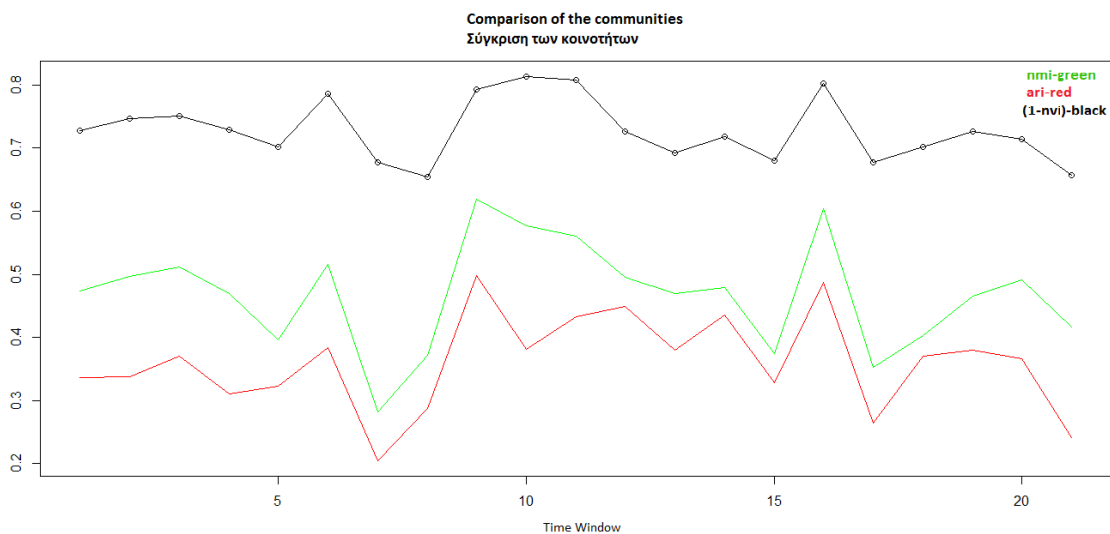
5. FTSE 100 Index
6. DAX
7. BEL20

Δεν μπορεί να περάσει απαρατήρητο το γεγονός πως οι δείκτες εδώ είναι ίδιοι με τους δείκτες που εμφανίστηκαν και στα μέτρα κεντρικότητας, με αποτέλεσμα αυτοί οι κόμβοι να θεωρούνται μεγάλης σημασίας.

6.6 ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ

Μέσω τριών μεθόδων, της κανονικοποιημένης variation of information (για την ακρίβεια μέσω της 1- κανονικοποιημένης variation of information-όταν γίνεται αναφορά της κανονικοποιημένης variation of information θα εννοείται αυτή η ποσότητα), της κανονικοποιημένης αμοιβαίας πληροφορίας και του adjusted Rand index, συγκρίθηκαν οι κοινότητες των 22 δικτύων διαδοχικά με αποτέλεσμα να προκύψουν 21 συγκρίσεις. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή της μεθόδου, τόσο πιο πολύ αλλάζουν οι κοινότητες των δικτύων που συγκρίνονται.

6.6.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ



Εικόνα 20: Διάγραμμα για τη σύγκριση των κοινοτήτων με τις τρεις μεθόδους.

Παρατηρείται πως και οι τρεις μέθοδοι εμφανίζουν κοινή και σταθερή πορεία (ευθεία) εκτός ίσως από μεμονωμένα σημεία (ίσως παρατηρείται αρχικά μια μικρή μείωση, μια μικρή αύξηση (απότομη) και μια ακόμη μείωση μέχρι το τέλος για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία και τον adjusted Rand index). Ωστόσο, η κανονικοποιημένη variation of information έχει λίγο μεγαλύτερες τιμές από τις άλλες δύο μεθόδους ενώ αυτές οι δύο μέθοδοι είναι πιο κοντά στο εύρος τιμών. Για την κανονικοποιημένη variation of information το εύρος των τιμών είναι από 0.65 έως 0.8, για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία είναι από 0.3 έως 0.6 και για τον adjusted Rand index είναι από 0.2 έως περίπου 0.42. Φαίνεται πως γενικά οι τιμές για τις τρεις χρονοσειρές είναι σχετικά σταθερές με την κανονικοποιημένη variation of information να βρίσκεται περίπου στο 0.7, την αμοιβαία πληροφορία περίπου στο 0.5 και τον adjusted Rand index ανάμεσα στο 0.3 και 0.4. Οι τιμές αυτές δείχνουν πως η πρώτη μέθοδος δηλώνει πως σε γενικές γραμμές οι κοινότητες παραμένουν ίδιες ενώ οι άλλες δύο μέθοδοι δηλώνουν πως υπάρχει μια έντονη αλλαγή των κοινοτήτων συναρτήσει του χρόνου.

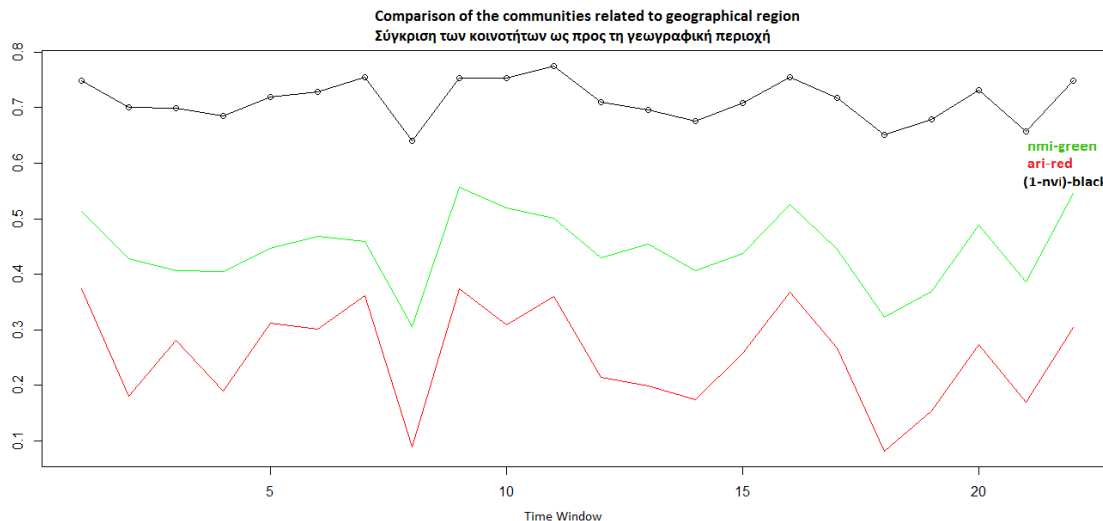
Αξίζει να αναφερθεί πως στην έβδομη σύγκριση (8/10/2007-8/9/2008), που είναι η πιο απότομη και έντονη αλλαγή, σημειώνεται η πιο χαμηλή τιμή των δύο μεθόδων (ενώ η χαμηλότερη τιμή της κανονικοποιημένης variation of information εμφανίζεται στην όγδοη σύγκριση, δηλαδή από 24/3/2008-23/2/2009) πράγμα απόλυτο φυσιολογικό αφού εκείνη τη χρονική περίοδο έχουμε την παγκόσμια κρίση του 2007-2008 (και την κρίση στην Αμερική) η οποία θεωρείται πιο σημαντική και υπαίτιος των υπόλοιπων κρίσεων που ακολουθούν στην Ευρώπη. Επίσης πολύ χαμηλές τιμές παρατηρούνται και στη δέκατη έβδομη σύγκριση (14/5/2012-15/4/2013) η οποία είναι επίσης απότομη και τέλος στην εικοστή πρώτη (17/3/2014-16/2/2015). Και σε αυτές τις περιπτώσεις δικαιολογούνται οι χαμηλές τιμές αφού για την πρώτη περίπτωση που πραγματοποιείται κατά το 2012 και έπειτα τα πράγματα αρχίζουν να γίνονται πολύ καλύτερα για πολλές χώρες που μέχρι τότε αντιμετώπιζαν την κρίση και τα προβλήματα τους, χωρίς αυτό να σημαίνει πως κάποιες χώρες λόγω των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν όπως είναι η Ελλάδα και η Ισπανία, δεν δημιουργούν ανησυχίες και φόβους στις υπόλοιπες χώρες με αρνητικά αποτελέσματα στο χρηματιστήριο, ενώ για την τελευταία περίπτωση η πτώση αυτή θα μπορούσε ίσως να είναι προμήνυμα για την κατάρρευση της κινεζικής αγοράς

(μέσα 2015) ή να αποδοθεί στο γεγονός της εμφανούς πλέον ανάπτυξης (η ανάπτυξη εμφανίζεται ήδη από το 2012 ενώ από το 2014 γίνεται πλέον ξεκάθαρη)-και στις δύο περιπτώσεις πραγματοποιείται μια σημαντική αλλαγή. Τέλος, μπορεί να θεωρηθεί λογικό το γεγονός πως οι χρονοσειρές έχουν μια σχετικά σταθερή τιμή και αλλάζουν δραματικά μόνο σε πολύ σημαντικά γεγονότα (η στην αρχή και προς το τέλος αυτής της περιόδου όπως θα δούμε και παρακάτω σε ορισμένες περιπτώσεις γιατί τότε ξεκινάει η περίοδος των κρίσεων και στη συνέχεια πλησιάζουμε προς το «τέλος» της-η πρώτη μείωση παρατηρείται λίγο πριν την παγκόσμια κρίση και την κρίση της Αμερικής πράγμα το οποίο σημαίνει πως οι σχέσεις αρχίζουν να αλλάζουν και η τελευταία προς το τέλος που αρχίζουν οι καταστάσεις να επανέρχονται σε φυσιολογικά επίπεδα), αφού όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, η περίοδος που μελετάται μπορεί εξ'όλοκληρου να θεωρηθεί περίοδος κρίσεων στην οποία πραγματοποιούνται πολύ σημαντικά γεγονότα.

6.6.2 ΣΥΓΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ

Οι παρακάτω συγκρίσεις (οι συγκρίσεις σε κάθε διάγραμμα είναι 22), συγκρίνουν της κοινότητες που δημιουργούνται σε κάθε δίκτυο ως προς τα χαρακτηριστικά των δεικτών, δηλαδή κατά πόσο δείκτες με κοινά χαρακτηριστικά ανήκουν στην ίδια κοινότητα. Στο Παράρτημα Β παρατίθενται οι εικόνες που δείχνουν τις κοινότητες και τα χαρακτηριστικά των κορυφών τους.

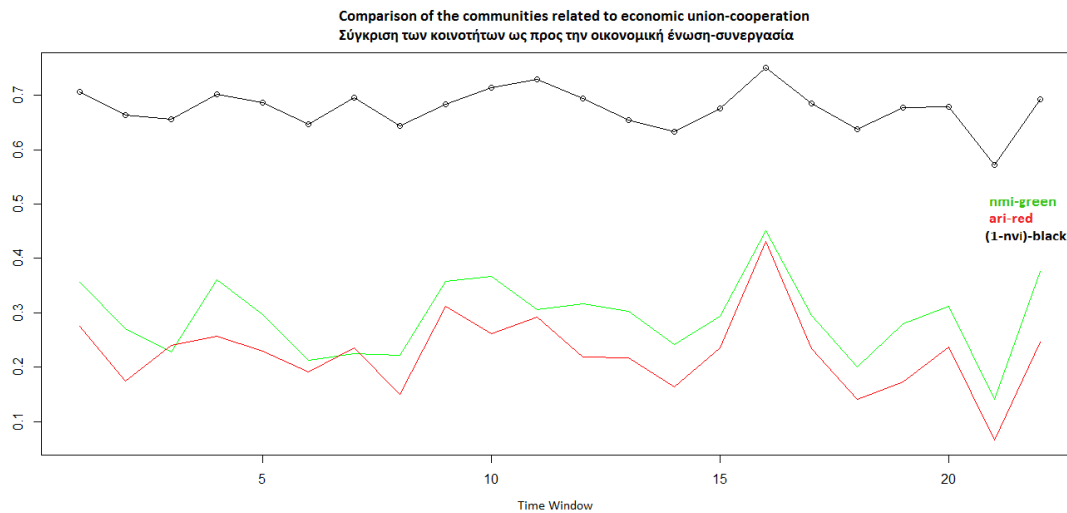
6.6.2.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ



Εικόνα 21: Διάγραμμα για τη σύγκριση των κοινοτήτων ως προς τη γεωγραφική περιοχή με τις τρεις μεθόδους.

Σε αυτή τη σύγκριση μπορεί να υποστηριχθεί το γεγονός πως οι τρεις μέθοδοι ακολουθούν μια σχετικά κοινή και σταθερή πορεία, εκτός ίσως από κάποια σημεία. Οι τιμές είναι υψηλές για την κανονικοποιημένη variation of information με εύρος από 0.62 έως και 0.78, για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία οι τιμές είναι μέτριες από 0.3 έως 0.55 και οι τιμές του adjusted Rand index είναι σαφώς μικρότερες με εύρος από 0.1 έως 0.38 περίπου. Πιο έντονες αυξομειώσεις παρουσιάζονται στις δύο τελευταίες μεθόδους, όπως θα φανεί και στα υπόλοιπα διαγράμματα. Οι πιο έντονες και απότομες πτώσεις παρατηρούνται στην όγδοη σύγκριση (24/3/2008-8/9/2008) και στη δέκατη όγδοη σύγκριση (20/10/2012-15/4/2013), δηλαδή την περίοδο που πραγματοποιείται η παγκόσμια οικονομική κρίση (και η κρίση της Αμερικής) και όταν τα πράγματα αρχίζουν να καλυτερεύουν (λιγότερο από το 2012 και περισσότερο από το 2014). Τα αποτελέσματα δείχνουν πως οι δείκτες στις κοινότητες που δημιουργούνται έχουν κοινή γεωγραφική περιοχή (αυτό το δηλώνει κυρίως η πρώτη μέθοδος ενώ λιγότερο οι άλλες δύο).

6.6.2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ-ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ

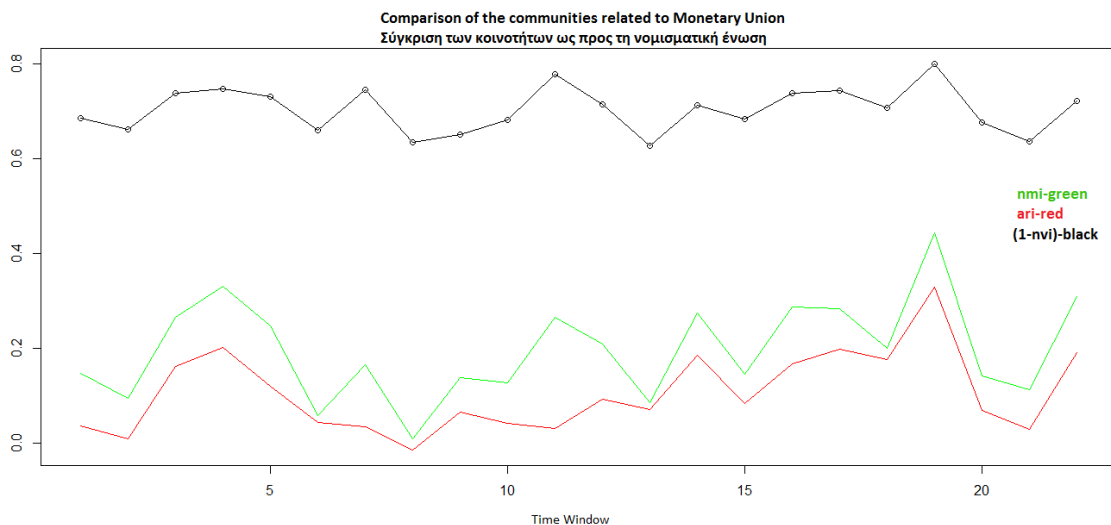


Εικόνα 22: Διάγραμμα για τη σύγκριση των κοινοτήτων ως προς την οικονομική ένωση-συνεργασία με τις τρεις μεθόδους.

Και εδώ φαίνεται πως και οι τρεις μέθοδοι εμφανίζουν κοινή πορεία εκτός μερικών σημείων όπως επίσης και σχετικά σταθερή πορεία. Το εύρος των τιμών παραμένει σχετικά σταθερό με κάποιες μικρές αλλαγές, κύριως για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία η οποία μειώνεται πιο σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, για την κανονικοποιημένη variation of information το εύρος τιμών είναι από 0.58 έως 0.75, για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία από 0.18 έως 0.42 και για τον adjusted Rand index από 0.08 έως 0.41. Πάλι η κανονικοποιημένη variation of information έχει σημαντικά υψηλότερες τιμές απ'ότι οι άλλες δύο μέθοδοι πράγμα το οποίο σημαίνει πως αυτή η μέθοδος δηλώνει πως οι κοινότητες που δημιουργούνται έχουν αρκετές κορυφές με κοινή οικονομική ένωση-συνεργασία ενώ οι άλλες δύο μέθοδοι δείχνουν πως οι κοινότητες που δημιουργούνται δεν έχουν πολλές κορυφές που να έχουν κοινό χαρακτηριστικό την οικονομική ένωση-συνεργασία (αυτό φαίνεται σε ιδιαίτερα σημαντικό βαθμό και ίσως απότομα σε ορισμένα σημεία). Οι πιο σημαντικές αλλαγές γίνονται και πάλι κοντά σε εκείνες τις χρονικές περιόδους που παρατηρήθηκαν προηγουμένως (όγδοη, δέκατη όγδοη και εικοστή πρώτη σύγκριση(17/3/2014-1/9/2014))

χωρίς όμως οι αλλαγές αυτές να είναι πολύ απότομες όπως προηγουμένως-είναι πιο ομαλές.

6.6.2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

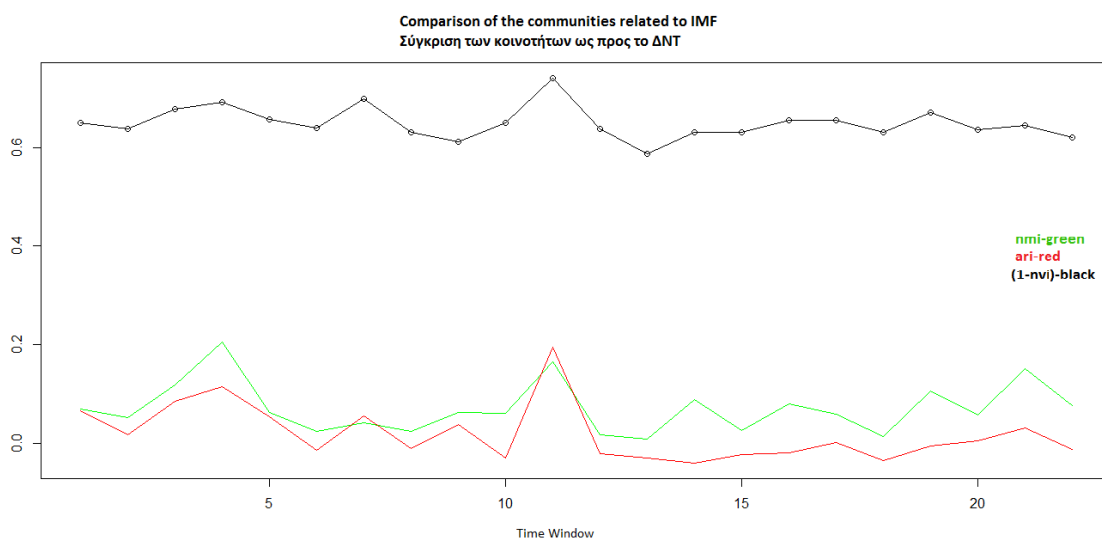


Εικόνα 23: Διάγραμμα για τη σύγκριση των κοινοτήτων ως προς τη νομισματική ένωση με τις τρεις μεθόδους.

Πάλι παρατηρείται μια σχετικά ίδια πορεία για τις τρεις μεθόδους με τη μόνη διαφορά πως εδώ για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία και για τον adjusted Rand index γίνεται αντιληπτή μια ελαφρά αυξητική πορεία από την όγδοη σύγκριση, που βρίσκεται και το χαμηλότερο σημείο, μέχρι το τέλος με δύο εξαιρέσεις όπου παρατηρείται πτώση (την εικοστή (3/9/2013-17/3/2014) και εικοστή πρώτη σύγκριση)-θα μπορούσε να ειπωθεί πως και στην αρχή παρατηρείται μια αύξηση και μια μείωση πριν την τελική αυξητική πορεία. Η τιμή της κανονικοποιημένης variation of information και πάλι έχει τιμές από 0.60 έως 0.79 ενώ η κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία έχει πέσει πάρα πολύ, από 0.2 έως 0.42, και ο adjusted Rand index έχει τιμές από 0 έως 0.23. Πάλι οι τιμές για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία και για τον adjusted Rand index είναι χαμηλές (σημειώθηκε πτώση), όχι όμως και της κανονικοποιημένης variation

of information. Οι χαμηλότερες τιμές για την κανονικοποιημένη variation of information σημειώνονται στην όγδοη σύγκριση (όπως και για τις άλλες δύο μεθόδους αυτή η τιμή είναι η πιο χαμηλή), στην δέκατη τρίτη (12/7/2010-27/12/2010) (και εκεί οι άλλες δύο μέθοδοι σημειώνουν μια πτώση) και τέλος στην εικοστή πρώτη (που και πάλι οι άλλες δύο μέθοδοι πέφτουν και έχουν χαμηλές τιμές). Τα αποτελέσματα για την κανονικοποιημένη variation of information δείχνουν πως οι κοινότητες που δημιουργούνται έχουν αρκετές κορυφές με κοινή νομισματική ένωση ενώ για τις άλλες δύο μεθόδους παρατηρείται πως οι κοινότητες δεν έχουν πολλές κορυφές με κοινή νομισματική ένωση που να συνδέονται μεταξύ τους, αφού από την αρχή παρατηρείται πτώση ενώ μετά και την παγκόσμια κρίση (το χαμηλότερο σημείο είναι 0) αρχίζουν να παρουσιάζουν μια πολύ μικρή αύξηση. Τέλος, αξίζει να ανφερθεί πως η δέκατη τρίτη σύγκριση αντιστοιχεί σε περίοδο πολύ σημαντική καθώς οι περισσότερες χώρες της Ευρώπης βρίσκονται στη μέση της οικονομικής κρίσης.

6.6.2.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΕ ΑΝΑΠΤΥΓΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟΥ ΤΑΜΕΙΟΥ



Εικόνα 24: Διάγραμμα για τη σύγκριση των κοινοτήτων ως προς την κατάταξη των χωρών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες βάσει του ΔΝΤ με τις τρεις μεθόδους.

Τέλος, πάλι παρατηρείται σχετικά σταθερή και κοινή πορεία και για τις τρεις μεθόδους εκτός από μερικά σημεία. Το εύρος των τιμών έχει μειωθεί πολύ για όλες τις μεθόδους (κυρίως για τις δύο τελευταίες που οι τιμές τους αγγίζουν το 0 συχνά) με την κανονικοποιημένη variation of information να είναι από 0.58 έως 0.70 περίπου, την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία να είναι από 0.03 έως 0.2 και τον adjusted Rand index να είναι από 0 έως 0.21. Οι τιμές αυτές, ειδικά για τις δύο τελευταίες μεθόδους, είναι πάρα πολύ χαμηλές πράγμα το οποίο δηλώνει πως οι κοινότητες έχουν κορυφές που δε συνδέονται με κορυφές κοινές ως προς την κατάταξη των χωρών των δεικτών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες βάσει του ΔΝΤ, καθιστώντας ίσως αυτό το χαρακτηριστικό των δεικτών όχι και τόσο σημαντικό ως προς τη δημιουργία σχέσεων και ειδικότερα κοινοτήτων.

Συνοπτικά για όλα τα παραπάνω:

- Η πορεία και των τριών μεθόδων είναι σχετικά κοινή και σχετικά σταθερή (μορφή ευθείας σε γενικές γραμμές) εκτός από την περίπτωση της νομισματικής ένωσης και της σύγκρισης των κοινοτήτων που παρατηρείται για την κανονικοποιημένη αμοιβαία πληροφορία και για τον adjusted Rand index μια ελαφρά πτωτική και αυξητική πορεία στη συνέχεια και ελαφρώς πτωτική, ελαφρώς αυξητική και πάλι ελαφρώς πτωτική πορεία, στη συνέχεια αντίστοιχα. Για το διάγραμμα που έχει να κάνει με τη νομισματική ένωση, αυτή η αύξηση σημαίνει πως με την πάροδο του χρόνου οι κοινότητες έχουν κορυφές που συνδέονται με άλλες κορυφές κοινές ως προς τη νομισματική ένωση ενώ για τις πορείες ευθείας οι κοινότητες περιέχουν κορυφές με κοινά-όχι τόσο έντονα λόγω των χαμηλών τιμών-χαρακτηριστικά καθ'όλη τη διάρκεια της κρίσης. Επειδή τα διαγράμματα της γεωγραφικής περιοχής και της οικονομικής ένωσης-συνεργασίας έχουν τις πιο μεγάλες τιμές (όχι και τόσο μεγάλες-γύρω στο 0.4 με 0.5) αυτά θεωρούνται ίσως τα πιο δυνατά χαρακτηριστικά των κορυφών που δεν αλλάζουν ως προς την κρίση καθώς οι τιμές διατηρούνται σταθερές. Για τη σύγκριση των κοινοτήτων, η μείωση που εμφανίζεται δηλώνει πως οι κοινότητες τείνουν να αλλάζουν καθώς αλλάζουν και οι καταστάσεις των χωρών (κρίση και όχι κρίση).

- Οι τιμές της κανονικοποιημένης variation of information είναι αρκετά πιο υψηλές απ'ότι των δύο άλλων μεθόδων που κινούνται σε παρόμοια επίπεδα (οι οποίες μειώνονται

σημαντικά από το ένα διάγραμμα στο επόμενο όπως φάνηκε παραπάνω, ιδιαίτερα για τη νομισματική ένωση και για την κατάταξη των χωρών των δεικτών ως αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες). Οι πιο έντονες αυξομειώσεις και για τις τρεις μεθόδους παρατηρούνται στη σύγκριση των κοινοτήτων.

- Τα σημεία στα οποία παρατηρούνται οι ελάχιστες τιμές (και μερικές φορές και οι πιο απότομες αλλαγές) και για τις τρεις μεθόδους για τη σύγκριση των κοινοτήτων είναι η έβδομη, η όγδοη, η δέκατη έβδομη και η εικοστή πρώτη ενώ για τη σύγκριση των κοινοτήτων ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά των χωρών των δεικτών που μελετώνται είναι η όγδοη, δέκατη τρίτη δέκατη όγδοη, εικοστή και εικοστή πρώτη σύγκριση, δηλαδή εκείνα τα σημεία στα οποία εμφανίζεται η πιο σημαντική κρίση και η πιο σημαντική περίοδος της δεύτερης κρίσης και τέλος όταν αρχίζει η ανάκαμψη. Είναι απόλυτα λογικό οι κοινότητες εκείνη τη χρονική περίοδο να αλλάζουν καθώς εκτυλίσσονται δύο πολύ σημαντικά γεγονότα, η αρχή της πρώτης και της δεύτερης κρίσης και η αρχή (και συνέχεια) της ανάπτυξης και της ανάκαμψης. Επίσης, και οι κοινότητες είναι λογικό να μην περιέχουν κορυφές που να συνδέονται αυστηρά βάσει των διάφορων χαρακτηριστικών τους αφού σε περιόδους κρίσεις οι συνδέσεις γίνονται περισσότερο τυχαία (τα χρηματιστήρια και οι δείκτες τους κινούνται με παρόμοιο τρόπο, πράγμα που σημαίνει πως διάφορα χαρακτηριστικά δεν έχουν πλέον και τόση «δύναμη» για να δημιουργήσουν σχέση)

- Τέλος, η σύγκριση αυτών των εικόνων, ως προς την πορεία των χρονοσειρών, με τις εικόνες των συντελεστών assortativity κορυφών ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά των δεικτών των χωρών που μελετώνται παρουσιάζουν σε γενικές γραμμές μια κοινή πορεία. Επίσης, οι τιμές των συντελεστών assortativity κορυφών ως προς τα διάφορα χαρακτηριστικά και οι τιμές της κανονικοποιημένης αμοιβαίας πληροφορίας καθώς και του adjusted Rand index έχουν μεγάλη ομοιότητα καθώς είναι σχετικά μικρές. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως κορυφές κοινές ως προς τη γεωγραφική περιοχή και την οικονομική ένωση-συνεργασία τείνουν να ενώνονται πιο συχνά και να υπάρχουν μέσα σε ίδιες κοινότητες καθώς αυτά τα δύο χαρακτηριστικά μπορούν να θεωρηθούν σημαντικά για τις σχέσεις μεταξύ των χωρών γιατί παραμένουν σχεδόν αναλλοίωτα και στην περίοδο της κρίσης και εμφανίζουν κάπως καλές τιμές (δεν είναι απόλυτο αυτό αφού και σε αυτά οι τιμές είναι μέτριες-σε σύγκριση με τα άλλα δύο χαρακτηριστικά των κορυφών είναι καλύτερα). Τα χαρακτηριστικά της νομισματικής ένωσης και της

κατάταξης των χωρών των δεικτών σε αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες βάσει του ΔΝΤ είναι πιο ανίσχυρα αφού μεταβάλλονται κατα τη διάρκεια του χρόνου και οι τιμές τους είναι πολύ χαμηλές. Εν κατακλείδι, όλα τα χαρακτηριστικά των χωρών δεν παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο τόσο στη δημιουργία σχέσεων μεταξύ τους (πράγμα λογικό λόγω κρίσης-οι δείκτες δεν έχουν «προτιμήσεις» λόγω της δυσκολίας της κατάστασης) όσο και στις κοινότητες που δημιουργούνται (ωστόσο επειδή για τη γεωγραφική περιοχή και για την οικονομική ένωση-συνεργασία οι τιμές είναι κάπως καλύτερες και πιο σταθερές αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να θεωρηθούν πιο ισχυρά).

6.7 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ

Πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των πινάκων των συσχετίσεων, μέσω του στατιστικού που πρότεινε ο Jennrich, για καθεμία από τις τρεις μορφές του δικτύου και για τα 22 δίκτυα (προέκυψαν 21 συγκρίσεις καθώς συγκρίθηκαν οι πίνακες συσχετίσεων των αντίστοιχων συνεχόμενων δικτύων ανά δύο). Η γενική παρατήρηση είναι πως οι πίνακες σε όλες τις περιπτώσεις αλλάζουν με μοναδική περίπτωση την δέκατη έκτη σύγκριση (28/11/2011-29/10/2012) για το ΕΜΦΓ. Εκείνη η περίδος είναι πολύ σημαντική καθώς το πιο δύσκολο κομμάτι της κρίσης έχει μόλις περάσει με ανεξέλεγκτες και καταστροφικές συνέπειες για όλες τις χώρες, κυρίως της Ευρώπης, και η ανάπτυξη έχει μόλις αρχίσει δειλά να κάνει την πρώτη της εμφάνιση. Είναι λογικό μετά από μια τέτοια ανατροπή και αλλαγή πορείας να διαμορφώνονται με διαφορετικό τρόπο οι σχέσεις μεταξύ των δεικτών και των χωρών τους έχοντας σαν αφετηρία ανάπτυξης τη συγκεκριμένη περίοδο (ανάλογα άλλαζαν και οι σχέσεις μεταξύ των δεικτών πριν τη συγκεκριμένη περίοδο που ήταν περίοδος έντονων κρίσεων).

6.8 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επειδή στην παρούσα διατριβή υπάρχουν δείκτες από όλον τον κόσμο θα ήταν δυνατή η μελέτη, με παρόμοιο τρόπο, των αντίστοιχων εβδομαδιαίων δεδομένων και η σύγκριση των αποτελεσμάτων. Μια άλλη περίπτωση θα ήταν, στα υπάρχοντα δεδομένα,

ο υπολογισμός του συντελεστή συσχέτισης με τη χρήση της υστέρησης έτσι ώστε να φανεί αν η διαφορά της ώρας επηρεάζει τα αποτελέσματα. Επίσης, αντί το μήκος των παραθύρων να είναι έξι μήνες θα μπορούσε να είναι τρεις ή τέσσερις μήνες για να υπάρχει περισσότερη πληροφορία, με ή χωρίς επικάλυψη. Ακόμη, αντί για τα Πλήρη Δίκτυα θα μπορούσαν να υπολογιστούν δίκτυα με την προσθήκη κατωφλίου στο συντελεστή συσχέτισης έτσι ώστε να παραμείνουν μόνο οι πιο μεγάλες συσχετίσεις και όχι όλες. Υπάρχουν και άλλα μέτρα κεντρικότητας καθώς και καθολικά μέτρα τα οποία θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθούν, όπως για παράδειγμα ο σταθμισμένος συντελεστής σύμπλεξης για το δίκτυο που θα δημιουργηθεί με το κατώφλι. Επίπλέον, όπως φάνηκε και στις εικόνες των διαγραμμάτων των μέτρων κεντρικότητας, παρατηρείται μια σχέση-κοινή πορεία ανάμεσα σε κάποιες περιπτώσεις. Μπορεί επομένως να εξεταστεί αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των παρόμοιων μέτρων που εντοπίστηκαν. Επίσης θα μπορούσαν οι καλές τιμές της συνέπιας να εξεταστούν περαιτέρω. Τέλος, όσον αφορά στη δομή σε κοινότητες, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι εντοπισμού των κοινοτήτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν όπως επίσης και άλλα μέτρα για τη σύγκριση τους και να γίνει μια σύγκριση όλων αυτών και στον εντοπισμό των κλικών μπορούν να υπολογιστούν και άλλα στοιχεία όπως: το ποσοστό σε συνδυασμό με τη θέση που κατέχει κάθε δείκτης στις κλίκες, οι δείκτες με τα μεγαλύτερα ποσοστά σε ποιες κλίκες υπάρχουν και ποιες σχέσεις υπάρχουν σε κάθε κλίκα και μεταξύ ποιων δεικτών, αν οι αλλαγές στην κατάταξη και στην εμφανιση των δεικτών, για καθένα από τα 22 δίκτυα, μπορούν να ερμηνευτούν βάσει σημαντικών και πραγματικών γεγονότων.

Σε γενικές γραμμές λοιπόν, σύμφωνα με τη Θεωρία Γραφημάτων και τα εργαλεία της, εξετάζοντας διάφορες περιπτώσεις (πολύ περισσότερες από αυτές που παρουσιάστηκαν στην παρούσα διατριβή) και αναλύοντας περεταίρω τα πολύ καλά αποτελέσματα που βρέθηκαν εδώ (όπως για παράδειγμα τα αποτελέσματα του συντελεστή ενδοκατηγορικής συσχέτισης (συνέπια)), θα μπορούσε να συνεχιστεί το έργο στο οποίο συντέλεσε η παρούσα διατριβή.

7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στα αποτελέσματα παρατηρήθηκε και έγινε ανάλυση των καθολικών μέτρων απ'όπου και προέκυψε πως σε περιόδους κρίσης, όπως είναι και η περίοδος που μελετάται, εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά του «μικρόκοσμου» καθώς οι δείκτες «έρχονται πιο κοντά». Επίσης, στην κατανομή των βαθμών (βαθμική κεντρικότητα) βρέθηκε πως οι βαθμοί ακολουθούν δυναμοκατανομή («μικρόκοσμος»). Σημαντικές αλλαγές των μέτρων παρατηρήθηκαν σε σημαντικά γεγονότα όπως είναι πχ η έναρξη μιας κρίσης. Στη μελέτη του συντελεστή assortativity κορυφών, τα αποτελέσματα έδειξαν πως η γεωγραφική περιοχή και η οικονομική ένωση-συνεργασία είναι πιο σημαντικοί και σταθεροί παράγοντες που διακινούν τις σχέσεις των χωρών σε σχέση με τη νομισματική ένωση και την κατάταξη των χωρών ως αναπτυγμένες ή αναπτυσσόμενες βάσει του ΔΝΤ και πως σε περιόδους κρίσης αυτά τα χαρακτηριστικά δεν έχουν και τόση αξία αφού οι δείκτες συνδέονται μεταξύ τους περισσότερο τυχαία (σε περιόδους κρίσεων τα χρηματιστήρια και οι δείκτες «έρχονται πιο κοντά» και «κινούνται με παρόμοιο τρόπο»)

Στη συνέχεια εξετάστηκε ο συντελεστής ενδοκατηγορικής συσχέτισης (συνέπεια) ως προς τα μετρα κεντρικότητας, για τις τρεις μορφές του δικτύου και στα 22 δίκτυα, και προέκυψε μια πολύ ισχυρή τιμή για τη συνέπεια ως προς την κεντρικότητα εγγύτητας. Επίσης, πολύ καλές τιμές προέκυψαν για τη συνέπεια ως προς την αποδοτικότητα και στις τρεις μορφές του δικτύου στο χρόνο (μαζί) και ως προς τη μέση απόσταση και τους συντελεστές assortativity κορυφών για το ΕΔΖ και το ΕΜΦΓ στο χρόνο. Τέλος καλή τιμή είχε και ως προς τη μέση απόσταση για το Πλήρες Δίκτυο και για το ΕΜΦΓ στο χρόνο. Όλα τα παραπάνω μαρτυρούν καλή έως ισχυρή συνέπεια.

Με τη βοήθεια των μέτρων κεντρικότητας (τοπικών μέτρων) και του εντοπισμού των κλικών, όπου τα αποτελέσματα βρέθηκαν να είναι κοινά, μπόρεσαν να εντοπιστούν οι κυρίαρχοι κόμβοι παρ'όλο που λόγω της περιόδου των κρίσεων υπήρχαν αλλαγές στις θέσεις που κατείχαν οι δείκτες. Αυτοί οι δείκτες είναι οι CAC 40 (Γαλλία), AEX index (Ολλανδία), DAX (Γερμανία), FTSE 100 Index (Ηνωμένο Βασίλειο), Straits Times Index (Σιγκαπούρη), Hang Seng Index (Χονγκ Κονγκ), οι οποίοι αντιστοιχούν σε σημαντικές

και «δυνατές» χώρες όπως είναι γνωστό καθώς και σε χώρες σχετικά «ουδέτερες» ως προς την κρίση.

Ακόμη, εντοπίστηκαν οι κοινότητες και έγινε η διαδοχική σύγκριση τους και οι μεγαλύτερες αλλαγές τους εντοπίστηκαν σε πολύ σημαντικά γεγονότα (κυρίως στην έναρξη και «λήξη» της κρίσης αλλά και σε ενδιάμεσες περιόδους, όπως ήταν την περίοδο κοντά στο 2010, όπου η κατάσταση των χωρών ήταν στη χειρότερη φάση καθώς η κρίση μεσουρανούσε. Είναι λογικό σε δύσκολες και σημαντικές περιόδους οι σχέσεις μεταξύ των δεικτών να αλλάζουν σημαντικά καθώς οι δείκτες «έρχονται πιο κοντά» και οι συνδέσεις μεταξύ τους είναι περισσότερο τυχαίες και όχι λόγω των διάφορων χαρακτηριστικών τους. Επίσης, συγκρίθηκαν οι κοινότητες ως προς τα χαρακτηριστικά των κορυφών τους και τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια με αυτά των συντελεστών assortativity κορυφών, ότι δηλαδή σε περιόδους κρίσης, στις ίδιες κοινότητες δεν συνδέονται δείκτες με κοινά χαρακτηριστικά απαραίτητα (και πάλι η γεωγραφική περιοχή και η οικονομική ένωση-συνεργασία ήταν πιο σταθερά και ισχυρά χαρακτηριστικά).

Τέλος, συγκρίθηκαν οι Πίνακες Συσχέτισης των δικτύων μέσω του στατιστικού του Jennrich και παρατηρήθηκε πως την περίοδο 28/11/2011-29/10/2012 οι πίνακες παρέμειναν ίδιοι, πράγμα το οποίο αιτιολογήθηκε καθώς εκείνη την περίοδο αρχίζει δειλά η ανάκαμψη αρκετών χωρών.

Για τα ΕΔΖ και ΕΜΦΓ τα αποτελέσματα όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω δείχνουν κάποια «συσχέτιση» ως προς κάποια μέτρα όπως επίσης και ότι οι τιμές τους εμφανίζουν μια σαφώς πιο διακριτή κοινή πορεία απ'ό,τι η πορεία αυτών και του Πλήρους Δίκτυου, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως δεν υπήρχαν περιπτώσεις όπου το Πλήρες Δίκτυο και το ΕΜΦΓ εμφάνιζαν κοινή συμπεριφορά-πορεία.

Οι κρίσεις είχαν εμφανές αντίκτυπο στις σχέσεις των χρηματιστηριακών δεικτών, κυρίως η αρχή και το “τέλος” τους όπως επίσης σε μερικές περιπτώσεις και το πιο δύσκολο κομμάτι τους (σημαντικές στιγμές-χρονικές περίοδοι), (συμπεριφορά μικρόκοσμου).

Στο κεφάλαιο «ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ» υπάρχουν και άλλες ιδέες για περαιτέρω έρευνα και ανάλυση.

Μέρος των αποτελεσμάτων της διατριβής παρουσιάστηκαν, στο 29ο Πανελλήνιο Συνέδριο Στατιστικής που πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλονίκη και τη Νάουσα το Μάιο του 2016 ενώ επιπλέον κατατέθηκε εργασία προς κρίση για να συμπεριληφθεί στα Ετήσια Πρακτικά.

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

8.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α (ΠΙΝΑΚΕΣ)

Πίνακας 1: Σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση ερευνητικών εργασιών για οικονομικά δίκτυα.

Όνομα εργασίας	Συγγραφείς	Έτος
Hierarchical Structure in Financial Markets	Rosario Mantegna	1999
Asset Trees and Asset Graphs in Financial Markets	J.-P. Onnela, A. Chakraborti <i>et al</i>	2003
Dynamics of market correlations: Taxonomy and Portfolio Analysis	J.-P. Onnela, A. Chakraborti, K. Kaski, J. Kertész, A. Kanto	2003
Networks of Equities in Financial Markets	G. Bonanno, G. Caldarelli <i>et al</i>	2004
A Tool for Filtering Information in Complex Systems	M. Tumminello, T. Ast, T. Di Matteo and R. N. Mantegna	2005
Correlation Networks among Currencies	T. Mizuno, H. Takayasu and M. Takayasu	2005
Topology of Foreign Exchange Markets using Hierarchical Structure Methods	Michael Naylor, Lawrence Rose and Brendan Moyle	2006
Correlation, Hierarchies and Networks in Financial Markets	Michele Tumminello, Fabrizio Lillo and Rosario Mantegna	2008
Dynamics of Stock Market Correlations	Dror Y. Kenett, Yoash Shapira <i>et al</i>	2010
Dominating Clasp of the Financial Sector Revealed by Partial Correlation Analysis of the Stock Market	Dror Y. Kenett, Michele Tumminello, Rosario N. Mantegna <i>et al</i>	2010

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των χωρών-κρατών

Όνομα χρηματιστηριακού δείκτη	Γεωγραφική περιοχή	Χώρα	Οικονομική ένωση-συνεργασίες	Νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη ή αναπτυσσόμενη οικονομία-χώρα σύμφωνα με το ΔΝΤ
Austrian Traded Index	Ευρώπη	Αυστρία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
BEL20	Ευρώπη	Βέλγιο	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
CAC 40	Ευρώπη	Γαλλία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη

DAX	Ευρώπη	Γερμανία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
OMX Copenhagen 20	Ευρώπη	Δανία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
Swiss Market Index	Ευρώπη	Ελβετία	Καμία οικονομική ένωση-συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
FTSE/Athex Large Cap	Ευρώπη	Ελλάδα	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
FTSE 100 Index	Ευρώπη	Ηνωμένο Βασίλειο	Ευρωπαϊκή Ένωση	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
ISEQ 20	Ευρώπη	Ιρλανδία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
OMX Iceland 6	Ευρώπη	Ισλανδία	Καμία οικονομική ένωση-συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
Madrid Stock Exchange General Index	Ευρώπη	Ισπανία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
FTSE MIB	Ευρώπη	Ιταλία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
CROBEX	Ευρώπη	Κροατία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
AEX index	Ευρώπη	Ολλανδία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
BUX	Ευρώπη	Ουγγαρία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
PSI-20	Ευρώπη	Πορτογαλία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Ευρωζώνη	Αναπτυγμένη
BET-10	Ευρώπη	Ρουμανία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
OMX Stockholm 30	Ευρώπη	Σουηδία	Ευρωπαϊκή Ένωση	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
RTS Index	Ευρασία	Ρωσία	Οικονομική Συνεργασία Ασίας-Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
FTSE/JSE All-Share Index	Αφρική	Νότια Αφρική	Καμία οικονομική ένωση-συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

S&P/ASX 200	Ωκεανία	Αυστραλία	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
NZX 50 Index	Ωκεανία	Νέα Ζηλανδία	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
Nikkei 225	Ασία	Ιαπωνία	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
BSE SENSEX	Ασία	Ινδία	Καμία οικονομική ένωση- συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
IDX Composite	Ασία	Ινδονησία	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
TA-100 Index	Ασία	Ισραήλ	Καμία οικονομική ένωση- συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
SSE Composite Index	Ασία	Κίνα	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
FTSE Bursa Malaysia Index	Ασία	Μαλαισία	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
KOSPI	Ασία	Νότια Κορέα	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
Straits Times Index	Ασία	Σιγκαπούρη	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
Taiwan Capitalization Weighted Stock Index	Ασία	Ταϊβάν	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
MSCI TURKEY	Ασία	Τουρκία	Καμία οικονομική ένωση- συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη

Hang Seng Index	Ασία	Χονγκ Κονγκ	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
MERVAL	Νότια Αμερική	Αργεντινή	Καμία οικονομική ένωση- συνεργασία	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη
S&P 500 Index	Βόρεια Αμερική	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
S&P/TSX Composite Index	Βόρεια Αμερική	Καναδάς	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυγμένη
Bolsa index	Βόρεια Αμερική	Μεξικό	Οικονομική Συνεργασία Ασίας- Ειρηνικού	Καμία νομισματική ένωση	Αναπτυσσόμενη

Πίνακας 3: Πίνακας που περιέχει τους επτά πρώτους δείκτες των πέντε μέτρων κεντρικότητας και για τα 22 δίκτυα (ΕΜΦΓ).

Σθένος	Ιδιοκεντρικότητα	Βαθμική κεντρικότητα Page	Ενδιάμεση κεντρικότητα	Κεντρικότητα εγγύτητας
CAC 40 AEX index Nikkei 225 Austrian Traded Index FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index OMX Copenhagen 20	CAC 40 AEX index DAX FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index BEL20	CAC 40 AEX index Nikkei 225 Austrian Traded Index FTSE 100 Index Taiwan Capitalization Weighted Stock Index Bolsa index	CAC 40 Nikkei 225 AEX index Austrian Traded Index OMX Copenhagen 20 Bolsa index Taiwan Capitalization Weighted Stock Index	CAC 40 AEX index Austrian Traded Index DAX BEL20 FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index
CAC 40 FTSE MIB FTSE 100 Index AEX index KOSPI	CAC 40 FTSE MIB AEX index FTSE 100 Index	CAC 40 FTSE MIB FTSE 100 Index KOSPI	CAC 40 FTSE 100 Index FTSE MIB KOSPI Straits Times Index Swiss Market Index Austrian Traded Index	CAC 40 FTSE MIB FTSE 100 Index AEX index DAX

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

Straits Times Index Madrid Stock Exchange General Index	DAX Madrid Stock Exchange General Index OMX Stockholm 30	AEX index Straits Times Index Madrid Stock Exchange General Index		Madrid Stock Exchange General Index OMX Stockholm 30
CAC 40 Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index Hang Seng Index AEX index Straits Times Index OMX Stockholm 30	CAC 40 Madrid Stock Exchange General Index AEX index OMX Stockholm 30 BEL20 DAX Austrian Traded Index	CAC 40 Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index Straits Times Index Hang Seng Index IDX Composite AEX index	Austrian Traded Index Madrid Stock Exchange General Index IDX Composite CAC 40 Hang Seng Index OMX Stockholm 30 Straits Times Index	Austrian Traded Index Madrid Stock Exchange General Index OMX Stockholm 30 BEL20 FTSE Athex Large Cap CAC 40 Hang Seng Index
CAC 40 AEX index FTSE 100 Index Straits Times Index Austrian Traded Index Swiss Market Index Hang Seng Index	CAC 40 AEX index FTSE 100 Index FTSE MIB DAX Swiss Market Index BEL20	CAC 40 AEX index Straits Times Index Austrian Traded Index FTSE 100 Index Hang Seng Index KOSPI	CAC 40 Austrian Traded Index FTSE 100 Index FTSE JSE All Share Index AEX index Hang Seng Index Straits Times Index	CAC 40 FTSE 100 Index AEX index Swiss Market Index FTSE JSE All Share Index Austrian Traded Index DAX
DAX CAC 40 Straits Times Index ISEQ 20 Swiss Market Index FTSE 100 Index Nikkei 225	DAX CAC 40 FTSE 100 Index Swiss Market Index AEX index ISEQ 20 FTSE MIB	DAX CAC 40 Straits Times Index ISEQ 20 Nikkei 225 Swiss Market Index FTSE 100 Index	DAX Straits Times Index Swiss Market Index ISEQ 20 OMX Copenhagen 20 S P 500 Index S P ASX 200	DAX CAC 40 Swiss Market Index ISEQ 20 OMX Copenhagen 20 FTSE 100 Index FTSE MIB
CAC 40 FTSE 100 Index BEL20 Hang Seng Index	CAC 40 FTSE 100 Index BEL20 FTSE MIB	CAC 40 FTSE 100 Index	CAC 40 AEX index FTSE 100 Index KOSPI	CAC 40 BEL20 AEX index

FTSE MIB Taiwan Capitalization Weighted Stock Index KOSPI	DAX Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index	Taiwan Capitalization Weighted Stock Index BEL20 Hang Seng Index KOSPI FTSE MIB	Hang Seng Index FTSE JSE All Share Index Taiwan Capitalization Weighted Stock Index	FTSE 100 Index FTSE JSE All Share Index Austrian Traded Index FTSE MIB
CAC 40 FTSE 100 Index DAX AEX index FTSE MIB Straits Times Index FTSE Athex Large Cap	CAC 40 AEX index FTSE MIB FTSE 100 Index DAX Swiss Market Index FTSE Athex Large Cap	CAC 40 FTSE 100 Index DAX AEX index Straits Times Index Hang Seng Index FTSE MIB	CAC 40 FTSE Athex Large Cap Straits Times Index Nikkei 225 DAX Hang Seng Index FTSE 100 Index	CAC 40 FTSE Athex Large Cap DAX FTSE MIB AEX index FTSE 100 Index MSCI TURKEY
CAC 40 DAX FTSE 100 Index Straits Times Index AEX index Hang Seng Index Austrian Traded Index	CAC 40 DAX FTSE 100 Index AEX index BEL20 OMX Stockholm 30 Madrid Stock Exchange General Index	CAC 40 DAX Straits Times Index FTSE 100 Index AEX index Hang Seng Index Austrian Traded Index	CAC 40 Straits Times Index BEL20 DAX Austrian Traded Index AEX index FTSE 100 Index	CAC 40 DAX BEL20 Austrian Traded Index AEX index FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index
CAC 40 FTSE 100 Index KOSPI PSI 20 AEX index Straits Times Index FTSE MIB	CAC 40 FTSE 100 Index FTSE MIB AEX index Madrid Stock Exchange General Index OMX Copenhagen 20 Swiss Market Index	CAC 40 FTSE 100 Index KOSPI Straits Times Index AEX index PSI 20 FTSE MIB	CAC 40 PSI 20 Straits Times Index OMX Copenhagen 20 FTSE Bursa Malaysia Index FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index	CAC 40 PSI 20 OMX Copenhagen 20 FTSE MIB FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index AEX index
AEX index CAC 40 Hang Seng Index Straits Times Index Austrian Traded Index	AEX index CAC 40 DAX FTSE MIB	AEX index CAC 40 Hang Seng Index	AEX index CAC 40 Straits Times Index Hang Seng Index FTSE MIB S P 500 Index	AEX index CAC 40 DAX FTSE MIB

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

FTSE MIB DAX	Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index FTSE 100 Index	Straits Times Index Austrian Traded Index FTSE MIB DAX	Austrian Traded Index	FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index Straits Times Index
CAC 40 FTSE MIB DAX AEX index FTSE JSE All Share Index Straits Times Index Hang Seng Index	CAC 40 DAX FTSE MIB AEX index FTSE 100 Index BEL20 FTSE JSE All Share Index	CAC 40 FTSE MIB DAX FTSE JSE All Share Index Straits Times Index AEX index Hang Seng Index	FTSE JSE All Share Index DAX Hang Seng Index AEX index CAC 40 Straits Times Index FTSE MIB	FTSE JSE All Share Index DAX AEX index FTSE MIB CAC 40 RTS Index FTSE 100 Index
AEX index CAC 40 BEL20 FTSE MIB Hang Seng Index Straits Times Index KOSPI	AEX index CAC 40 BEL20 FTSE MIB DAX OMX Stockholm 30 Austrian Traded Index	AEX index CAC 40 BEL20 FTSE MIB Hang Seng Index Straits Times Index KOSPI	AEX index Straits Times Index CAC 40 FTSE MIB KOSPI BEL20 Hang Seng Index	AEX index CAC 40 BEL20 FTSE MIB DAX FTSE 100 Index OMX Copenhagen 20
CAC 40 BEL20 FTSE 100 Index AEX index DAX Straits Times Index S P ASX 200	CAC 40 BEL20 AEX index FTSE 100 Index DAX FTSE MIB Madrid Stock Exchange General Index	CAC 40 BEL20 FTSE 100 Index AEX index Straits Times Index DAX S P ASX 200	CAC 40 AEX index FTSE 100 Index Straits Times Index BEL20 Hang Seng Index Austrian Traded Index	CAC 40 AEX index FTSE 100 Index BEL20 DAX Austrian Traded Index FTSE MIB
DAX Straits Times Index CAC 40 AEX index Hang Seng Index BEL20 FTSE 100 Index	CAC 40 DAX AEX index BEL20 FTSE 100 Index Hang Seng Index Straits Times Index	DAX Straits Times Index Hang Seng Index CAC 40 AEX index BEL20 FTSE 100 Index	CAC 40 DAX AEX index Hang Seng Index Straits Times Index BEL20 S P 500 Index	AEX index CAC 40 BEL20 DAX FTSE 100 Index Hang Seng Index Straits Times Index

AEX index CAC 40 BEL20 Straits Times Index DAX OMX Stockholm 30 S P ASX 200	AEX index CAC 40 BEL20 DAX FTSE 100 Index OMX Stockholm 30 FTSE MIB	AEX index CAC 40 BEL20 Straits Times Index S P ASX 200 Hang Seng Index DAX	AEX index CAC 40 Straits Times Index 200 Hang Seng Index OMX Stockholm 30 BEL20	AEX index CAC 40 BEL20 DAX OMX Stockholm 30 FTSE 100 Index ISEQ 20
DAX AEX index OMX Stockholm 30 BEL20 FTSE 100 Index KOSPI Hang Seng Index	DAX AEX index OMX Stockholm 30 BEL20 FTSE 100 Index CAC 40 S P 500 Index	DAX AEX index OMX Stockholm 30 BEL20 KOSPI FTSE 100 Index Hang Seng Index	DAX FTSE JSE All Share Index OMX Stockholm 30 KOSPI FTSE 100 Index BEL20 CAC 40	DAX OMX Stockholm 30 FTSE 100 Index AEX index FTSE JSE All Share Index BEL20 CAC 40
BEL20 AEX index DAX CAC 40 Hang Seng Index FTSE 100 Index Taiwan Capitalization Weighted Stock Index	BEL20 CAC 40 AEX index DAX FTSE 100 Index Austrian Traded Index FTSE MIB	BEL20 AEX index DAX CAC 40 Hang Seng Index FTSE 100 Index Taiwan Capitalization Weighted Stock Index	FTSE 100 Index Hang Seng Index AEX index BEL20 DAX CAC 40 RTS Index	BEL20 AEX index CAC 40 FTSE 100 Index DAX RTS Index Austrian Traded Index
CAC 40 FTSE 100 Index BEL20 DAX AEX index S P ASX 200 Austrian Traded Index	CAC 40 BEL20 FTSE 100 Index AEX index DAX Madrid Stock Exchange General Index OMX Stockholm 30	FTSE 100 Index CAC 40 BEL20 DAX S P ASX 200 AEX index Hang Seng Index	CAC 40 DAX FTSE 100 Index Austrian Traded Index S P ASX 200 BEL20 AEX index	CAC 40 DAX BEL20 AEX index FTSE 100 Index Austrian Traded Index Madrid Stock Exchange General Index
CAC 40 DAX Straits Times Index AEX index FTSE 100 Index	CAC 40 DAX AEX index FTSE 100 Index	CAC 40 Straits Times Index DAX AEX index	Straits Times Index CAC 40 DAX AEX index	DAX AEX index CAC 40 FTSE 100 Index

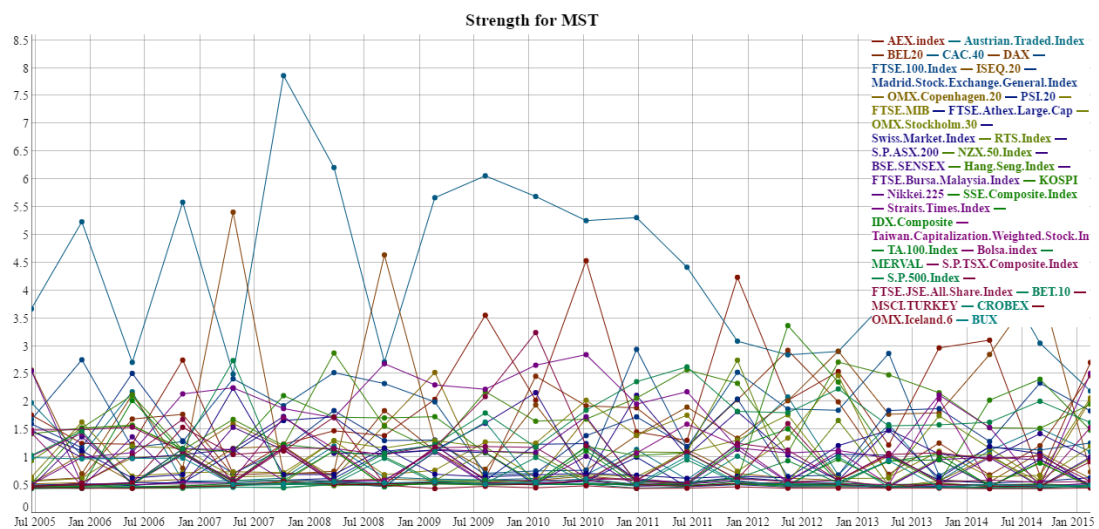
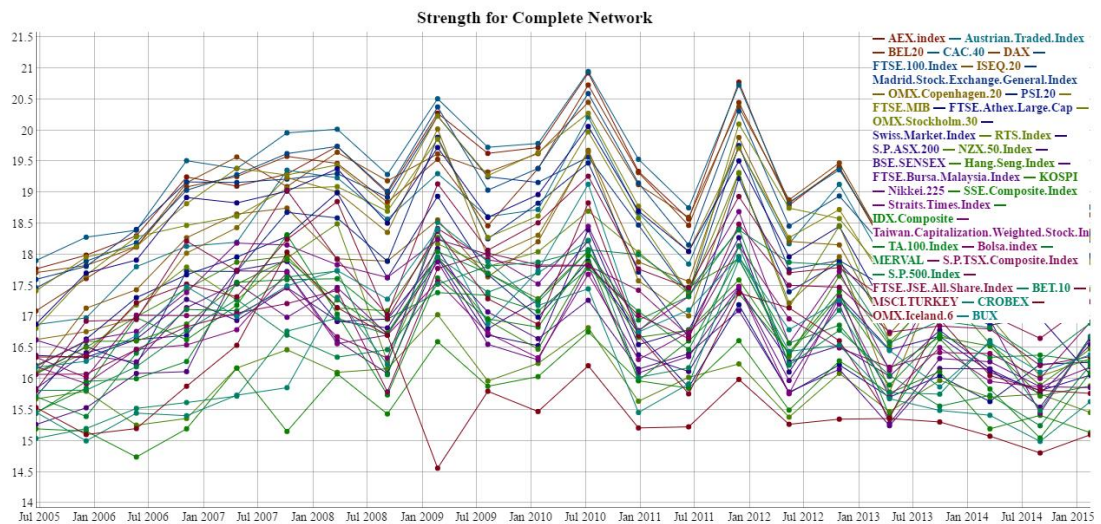
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

Hang Seng Index OMX Stockholm 30	BEL20 OMX Stockholm 30 Straits Times Index	FTSE 100 Index Hang Seng Index OMX Stockholm 30	Hang Seng Index Index BEL20	FTSE 100 Straits Times Index BEL20 OMX Stockholm 30
AEX index CAC 40 DAX Hang Seng Index BEL20 Madrid Stock Exchange General Index OMX Stockholm 30	AEX index CAC 40 DAX BEL20 OMX Stockholm 30 Madrid Stock Exchange General Index Swiss Market Index	AEX index CAC 40 Hang Seng Index DAX BEL20 Madrid Stock Exchange General Index OMX Stockholm 30	AEX index CAC 40 Hang Seng Index Straits Times Index FTSE JSE All Share Index DAX OMX Stockholm 30	AEX index CAC 40 DAX OMX Stockholm 30 BEL20 Swiss Market Index Madrid Stock Exchange General Index
DAX CAC 40 BEL20 FTSE 100 Index AEX index Austrian Traded Index OMX Copenhagen 20	DAX CAC 40 BEL20 AEX index FTSE 100 Index Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index	DAX CAC 40 BEL20 FTSE 100 Index AEX index OMX Copenhagen 20 Austrian Traded Index	DAX CAC 40 Hang Seng Index OMX Copenhagen 20 FTSE JSE All Share Index BEL20 FTSE 100 Index	DAX CAC 40 BEL20 FTSE 100 Index AEX index Austrian Traded Index OMX Copenhagen 20
CAC 40 AEX index BEL20 Austrian Traded Index OMX Copenhagen 20 Straits Times Index FTSE Bursa Malaysia Index	CAC 40 AEX index BEL20 FTSE MIB DAX Madrid Stock Exchange General Index Austrian Traded Index	CAC 40 AEX index BEL20 Straits Times Index FTSE Bursa Malaysia Index Austrian Traded Index OMX Copenhagen 20	CAC 40 OMX Copenhagen 20 Straits Times Index AEX index Austrian Traded Index BEL20 FTSE Bursa Malaysia Index	CAC 40 BEL20 AEX index OMX Copenhagen 20 DAX FTSE MIB Madrid Stock Exchange General Index

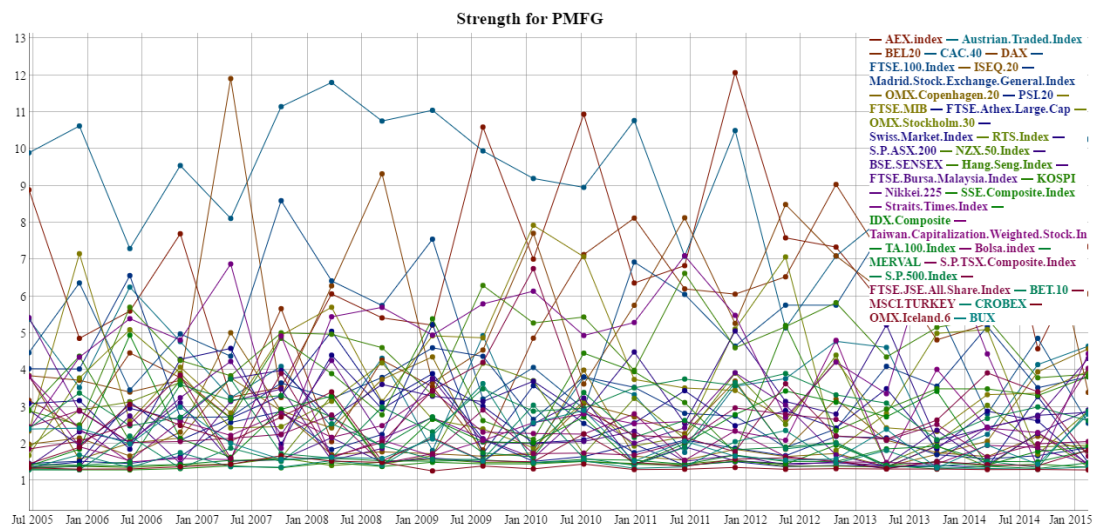
8.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β (ΕΙΚΟΝΕΣ)

1. Εικόνες των διαγραμμάτων των μέτρων κεντρικότητας

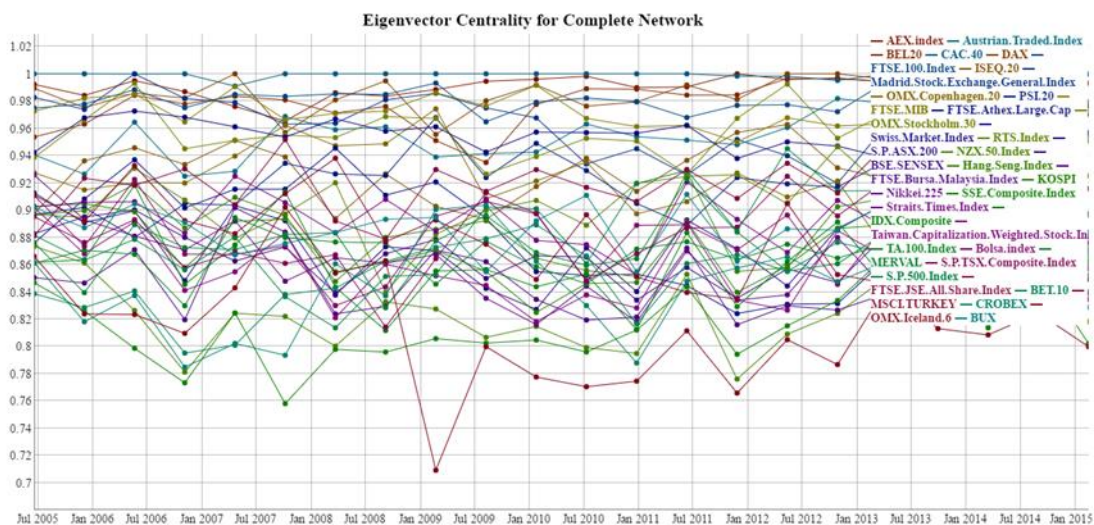
- Σθένος

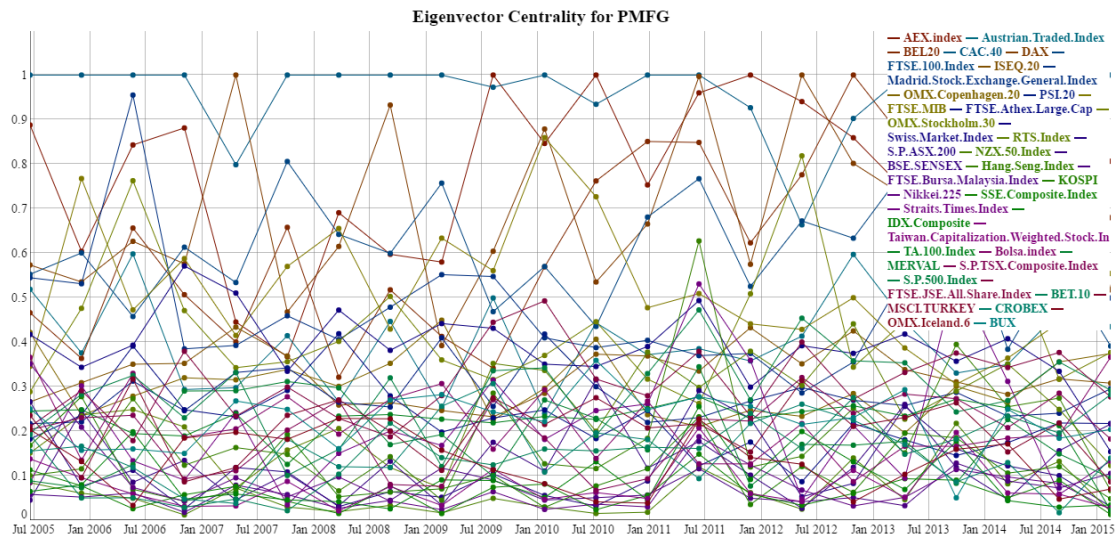
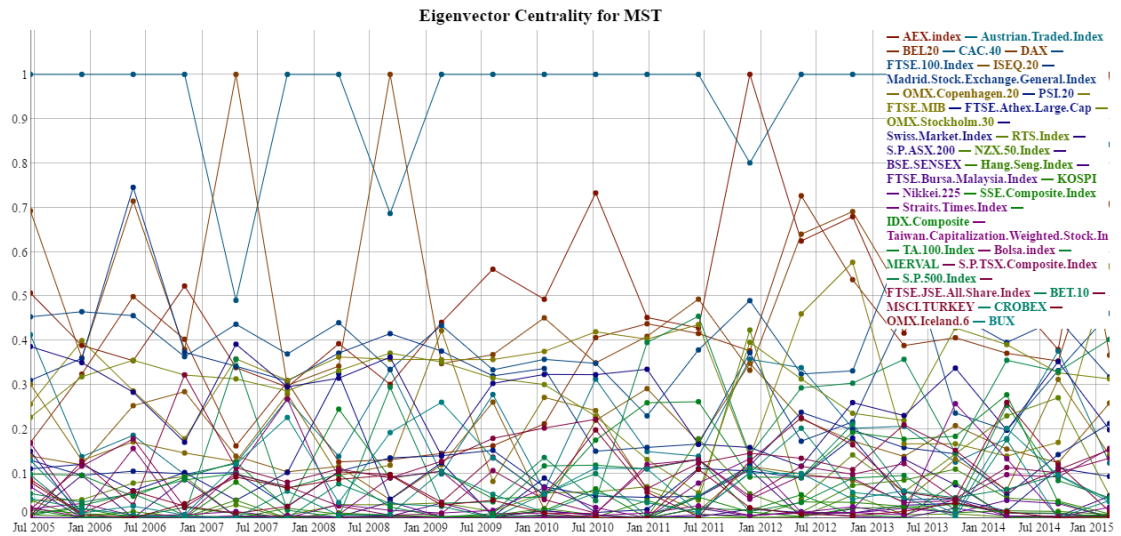


Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

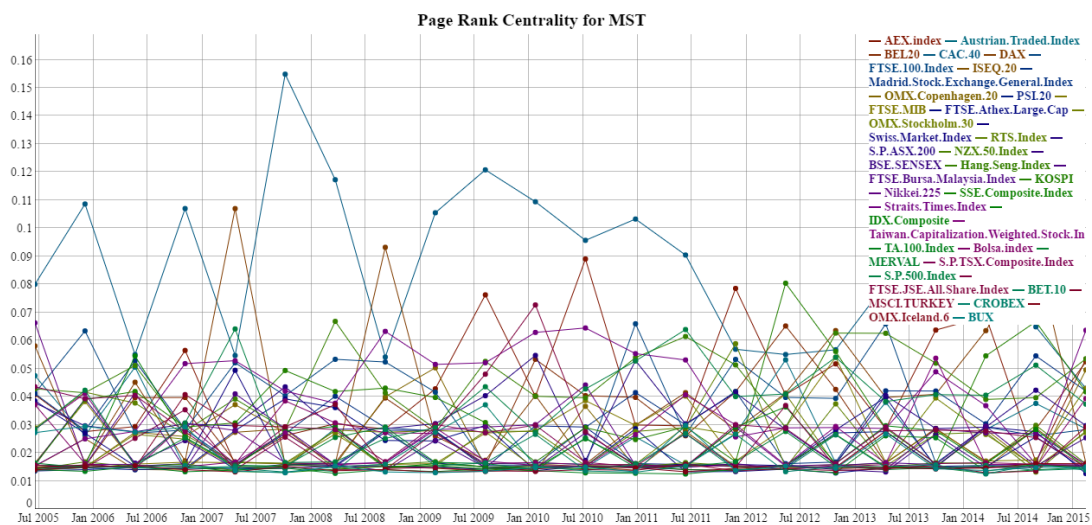
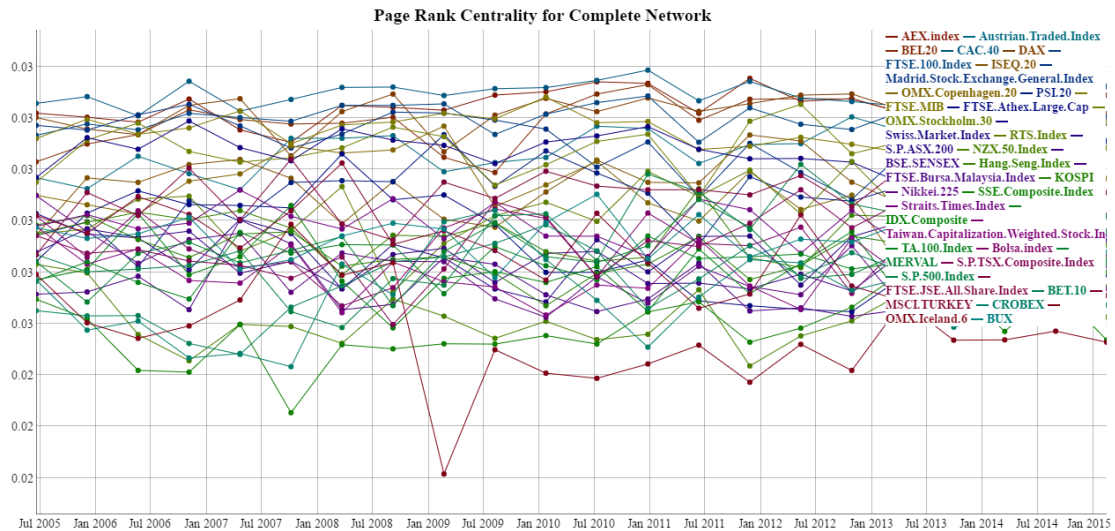


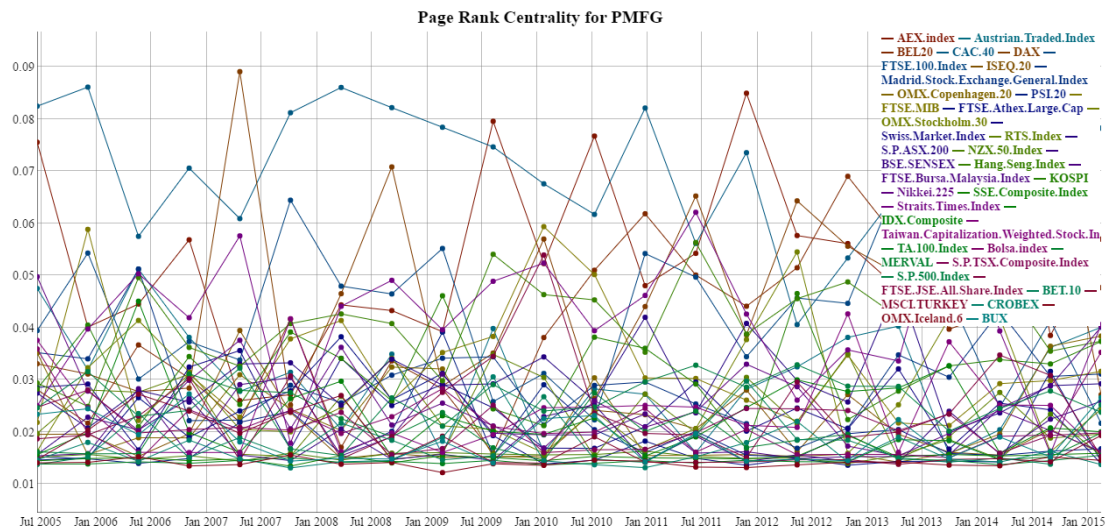
- Ιδιοκεντρικότητα



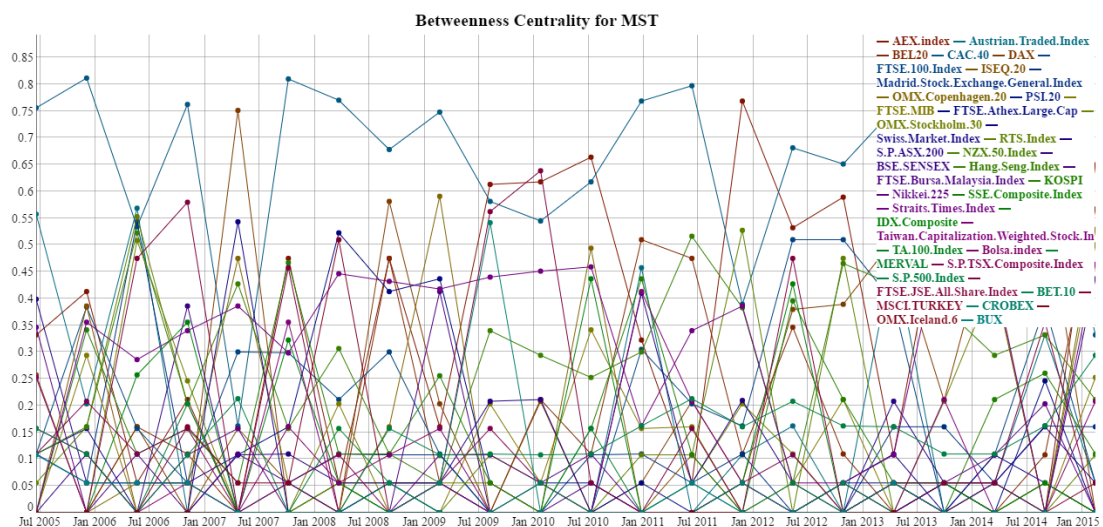


• Βαθμική κεντρικότητα Page

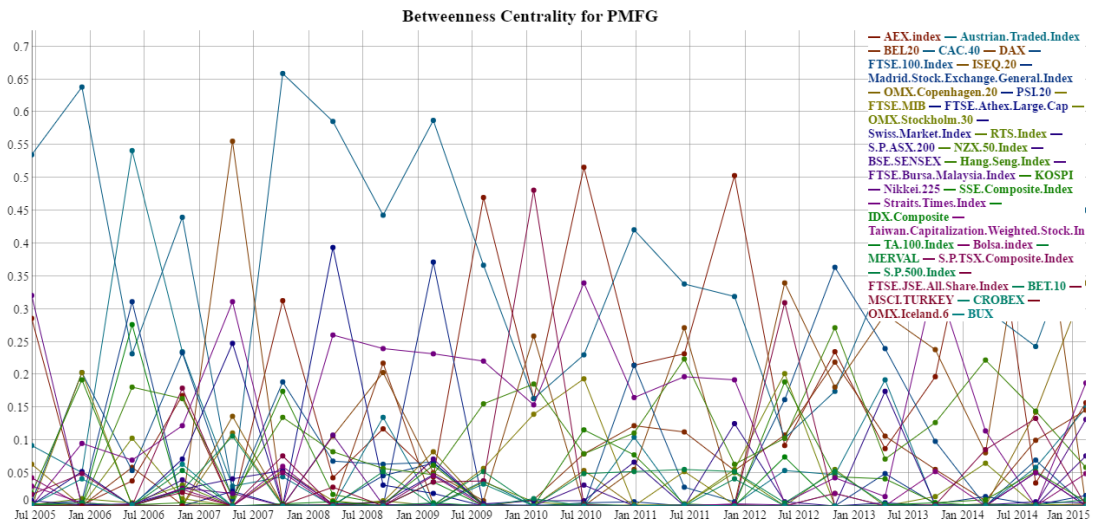




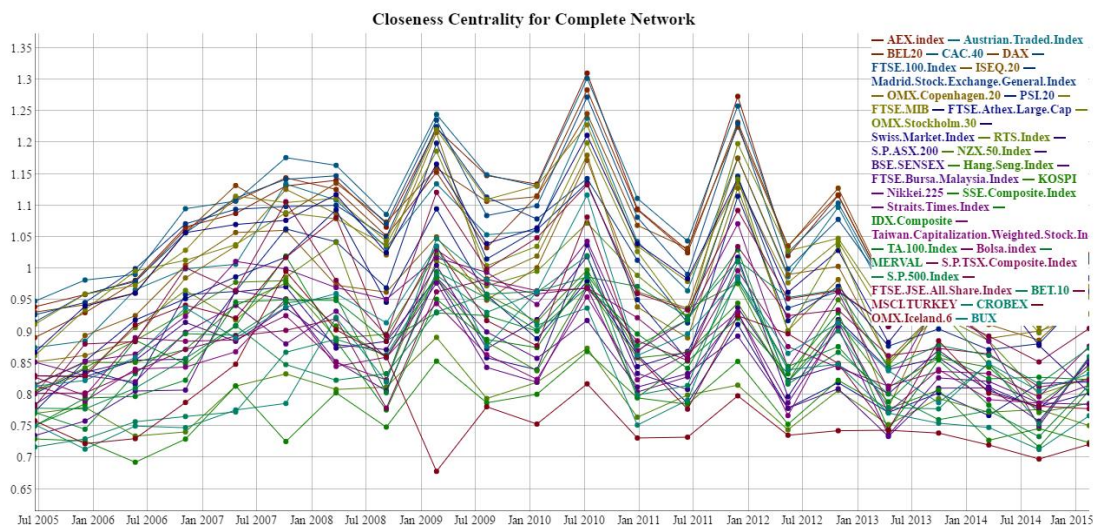
- **Ενδιάμεση κεντρικότητα**
Η ενδιάμεση κεντρικότητα είναι 0 για όλες τις κορυφές-δείκτες

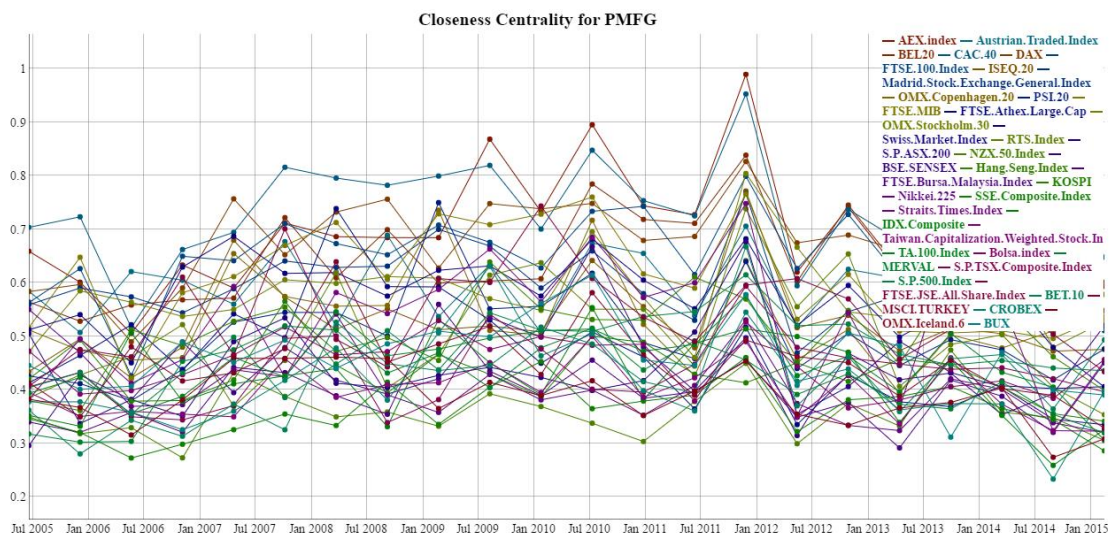
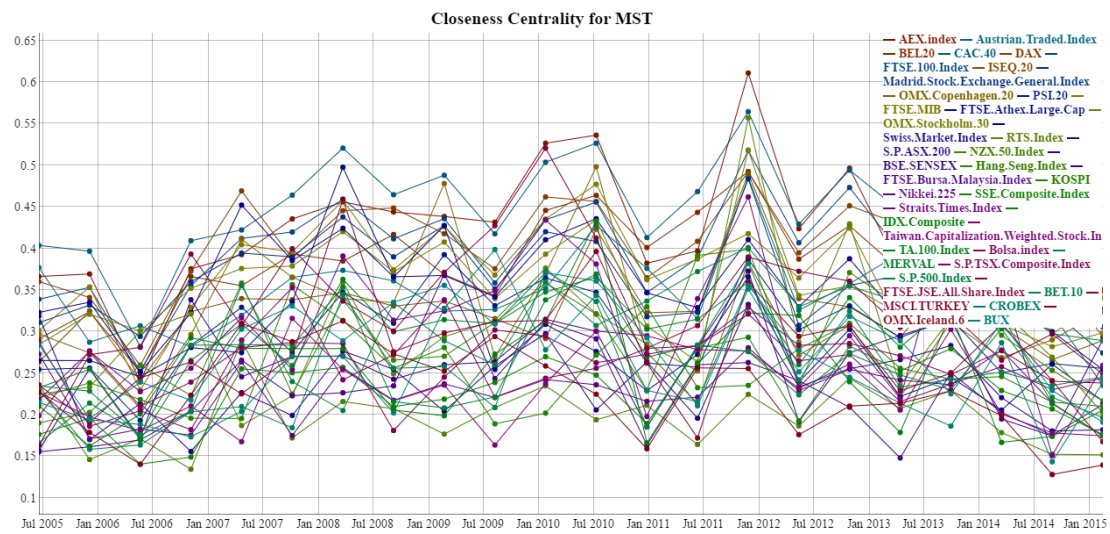


Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015



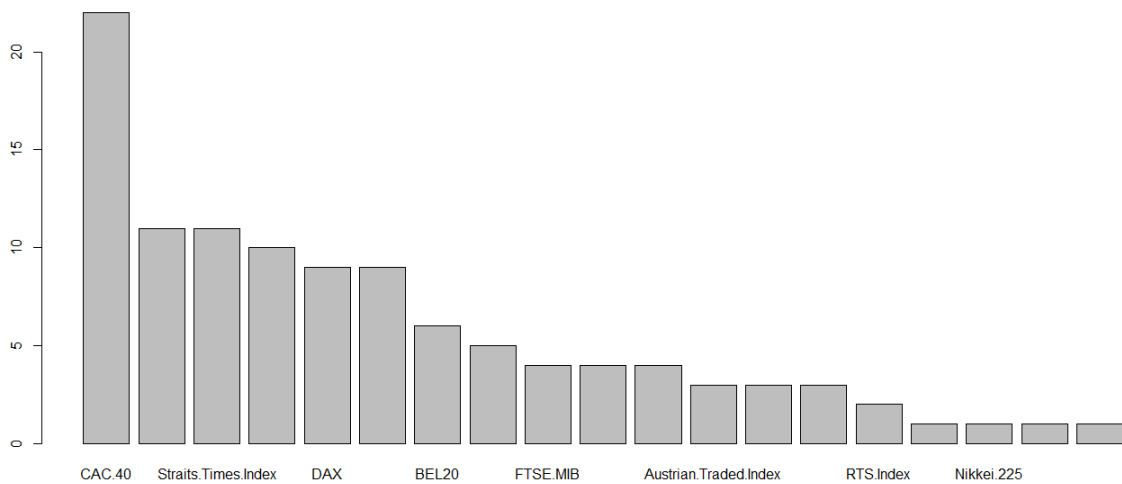
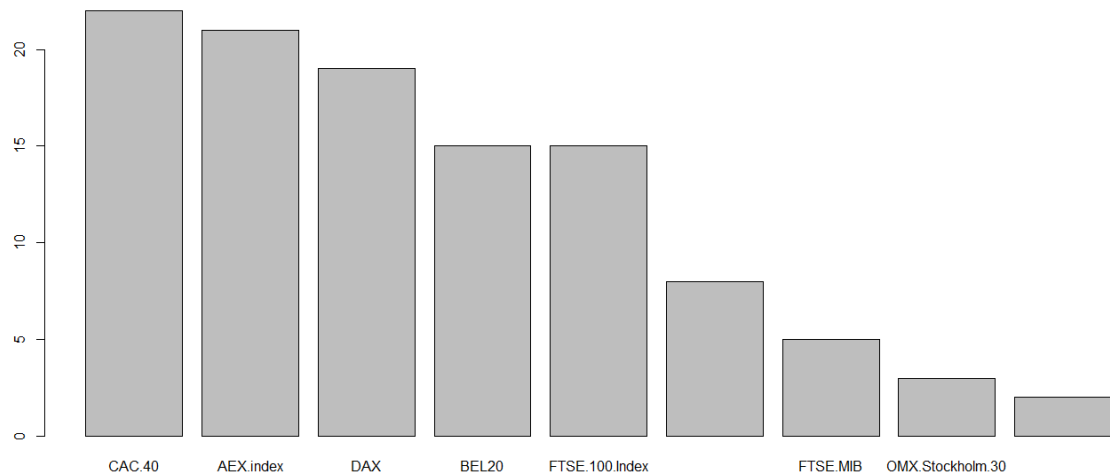
- Κεντρικότητα εγγύτητας

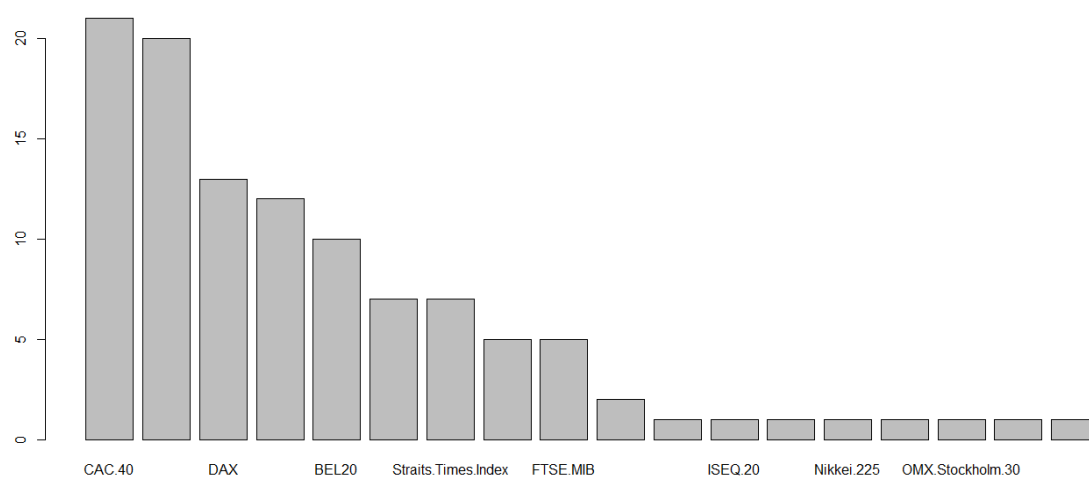




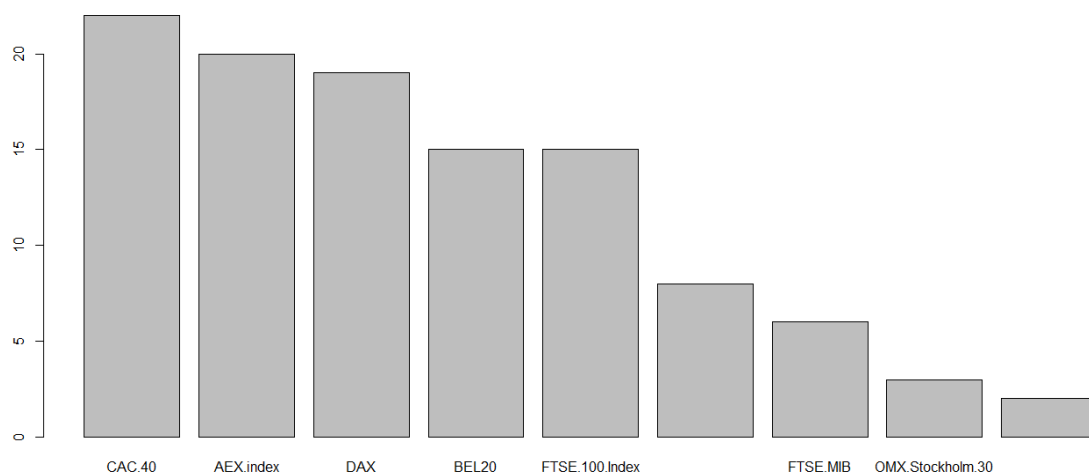
2. Εικόνες για τα ραβδογράμματα των δεικτών που καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις στα μέτρα κεντρικότητας στις τρεις μορφές του δικτύου και στα 22 δίκτυα.

- Σθένος για Πλήρες Δίκτυο, ΕΔΖ και ΕΜΦΓ

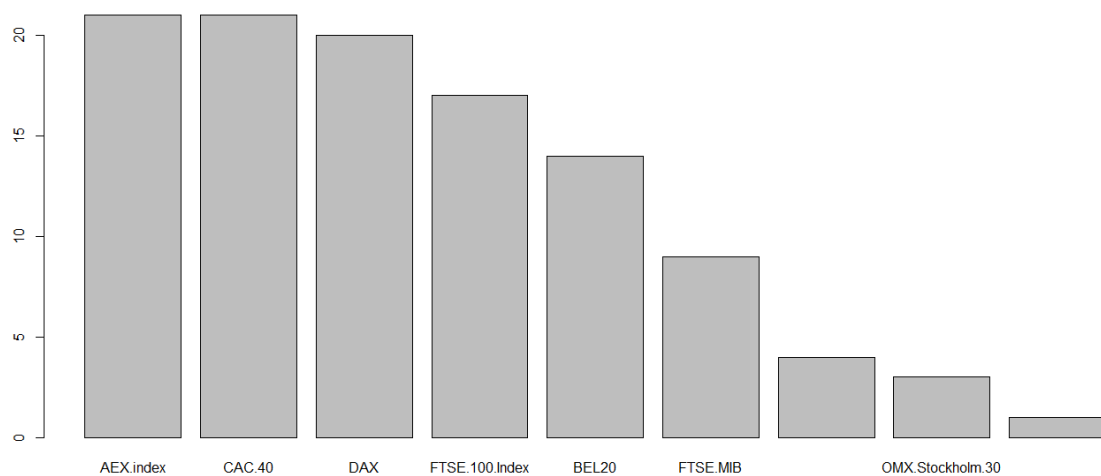
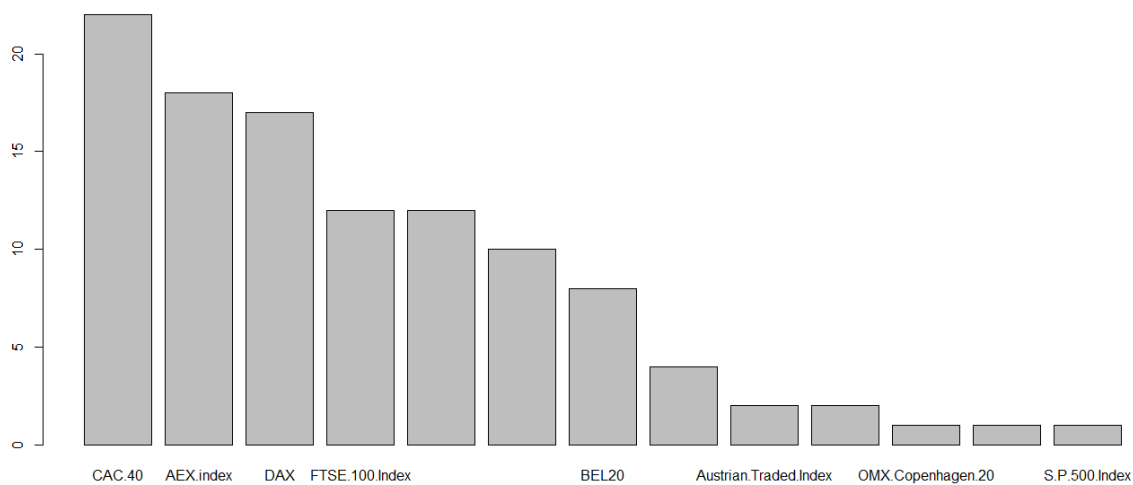




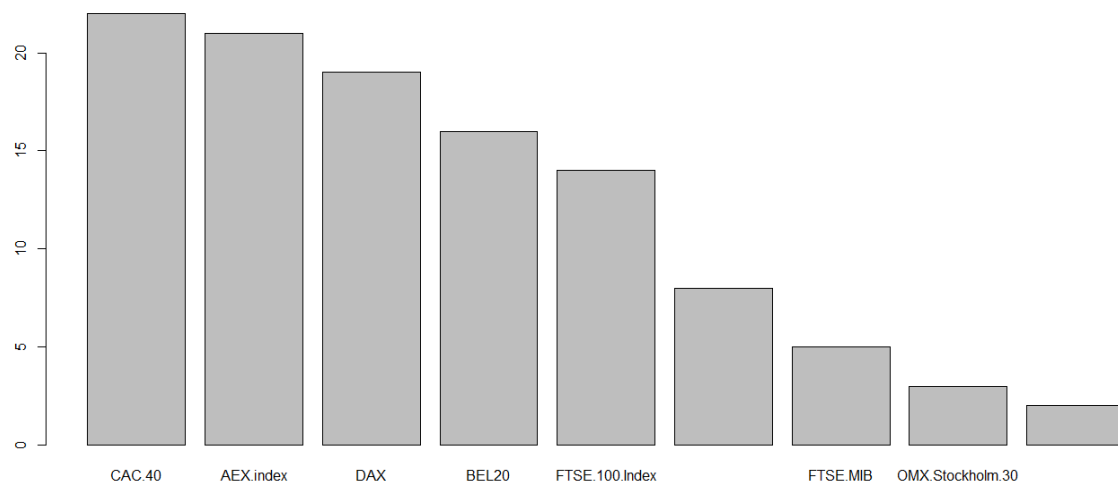
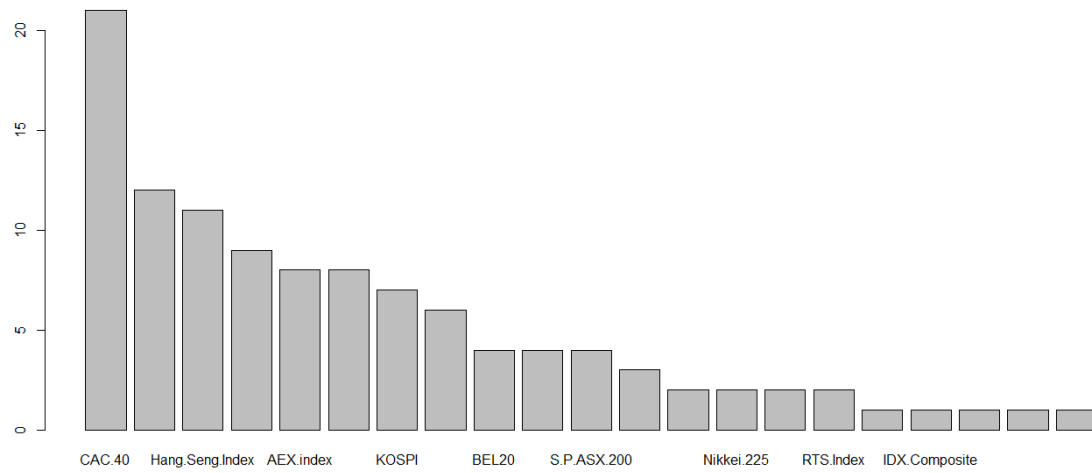
- Ιδιοκεντρικότητα για Πλήρες Δίκτυο, ΕΔΖ και ΕΜΦΓ

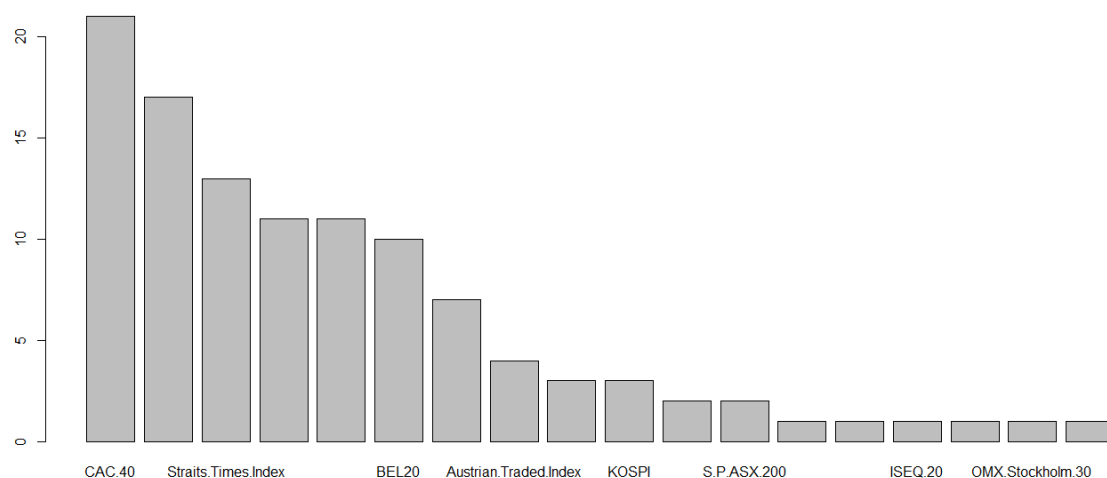


Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015



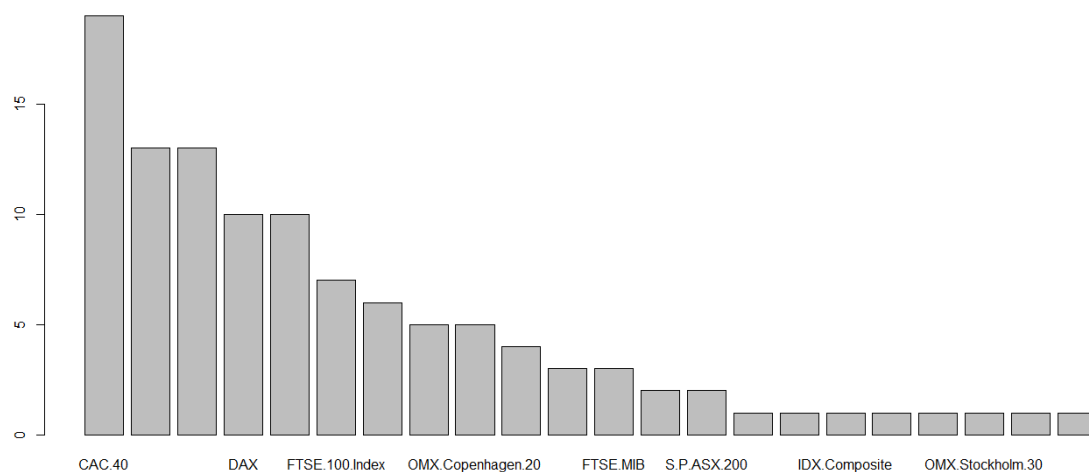
- Βαθμική κεντρικότητα Page για Πλήρες Δίκτυο, ΕΔΖ και ΕΜΦΓ

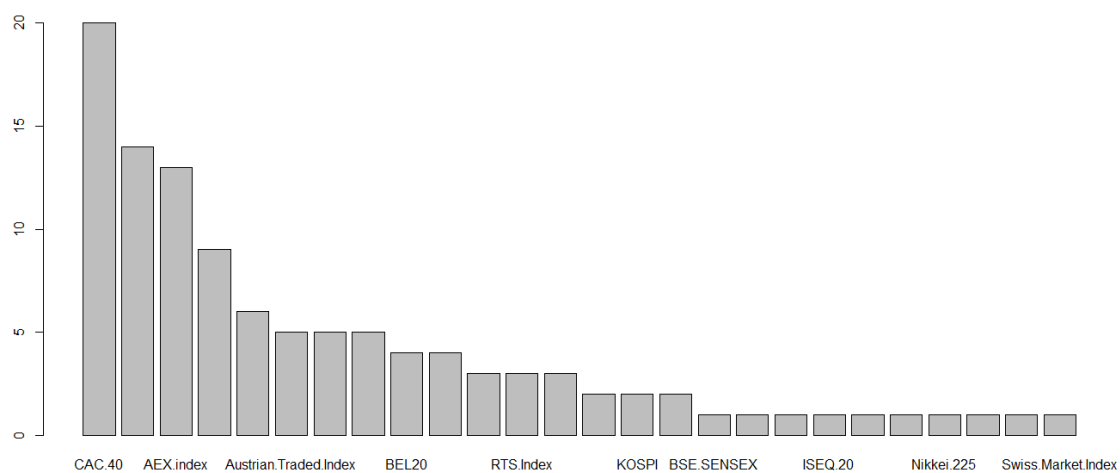




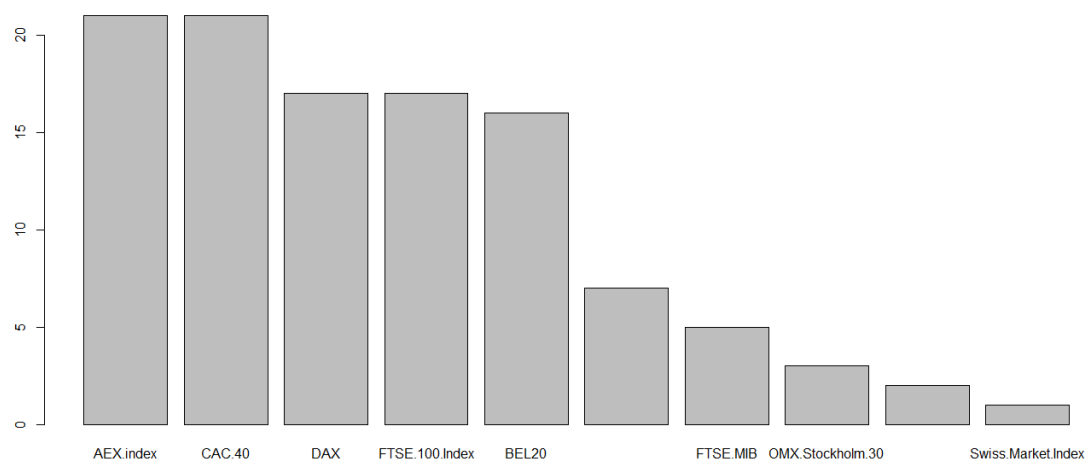
- Ενδιάμεση Κεντρικότητα για Πλήρες Δίκτυο, ΕΔΖ και ΕΜΦΓ

Στο Πλήρες Δίκτυο όλες οι κορυφές-δείκτες εμφανίζουν την ίδια ενδιάμεση κεντρικότητα.

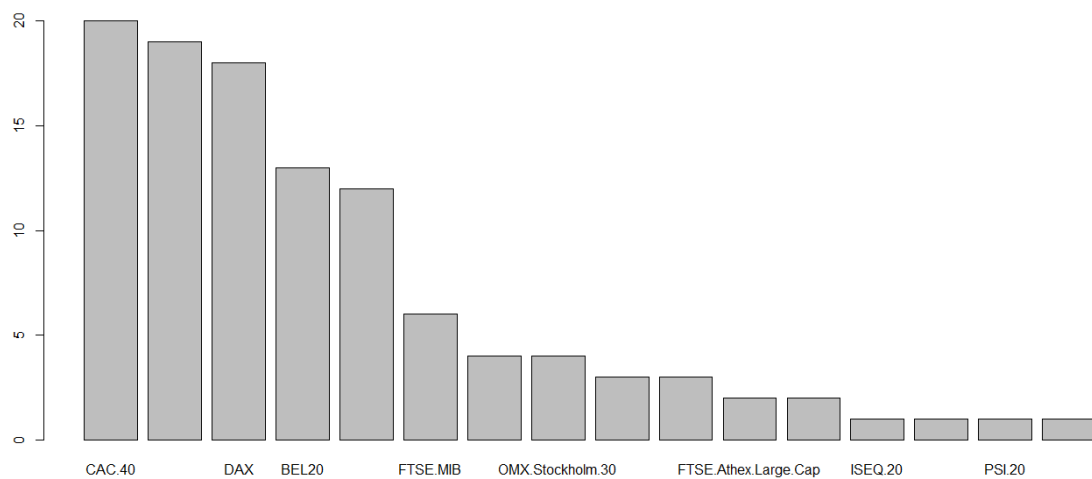
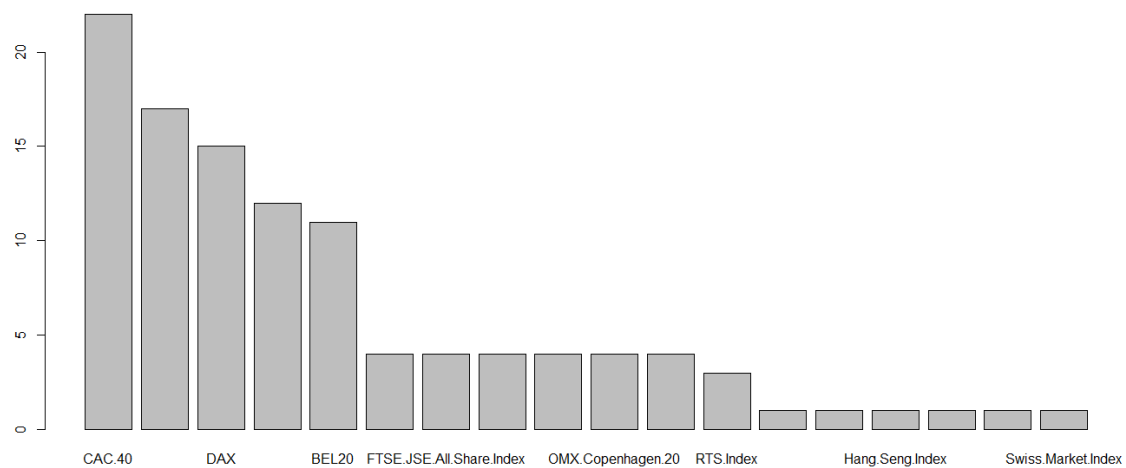




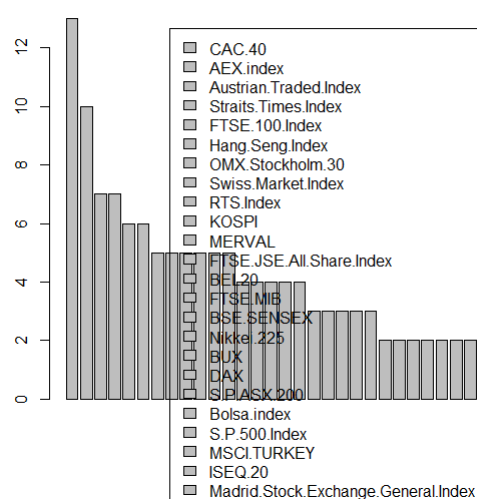
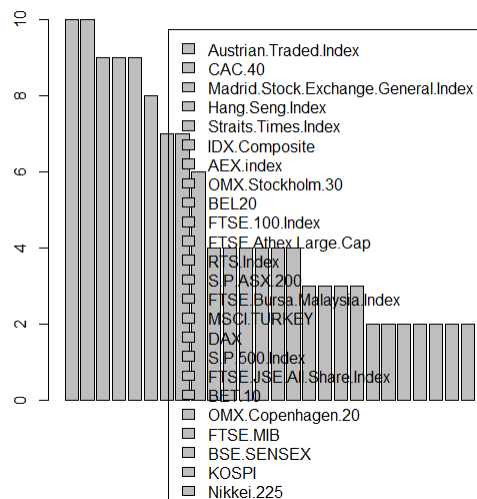
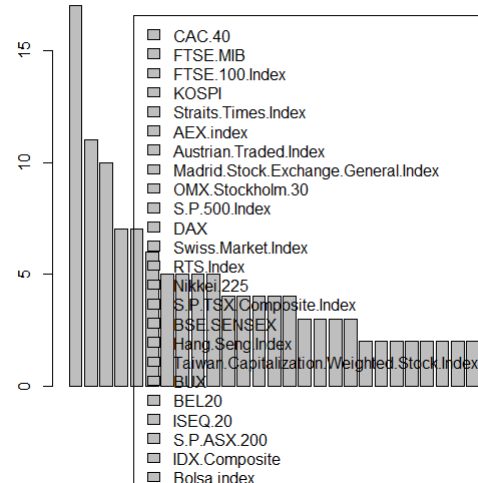
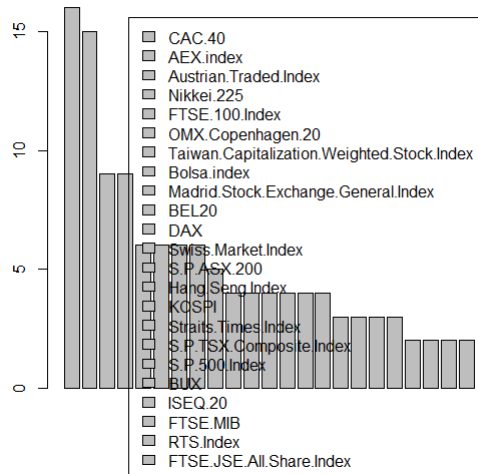
- Κεντρικότητα εγγύτητας για Πλήρες Δίκτυο, ΕΔΖ και ΕΜΦΓ



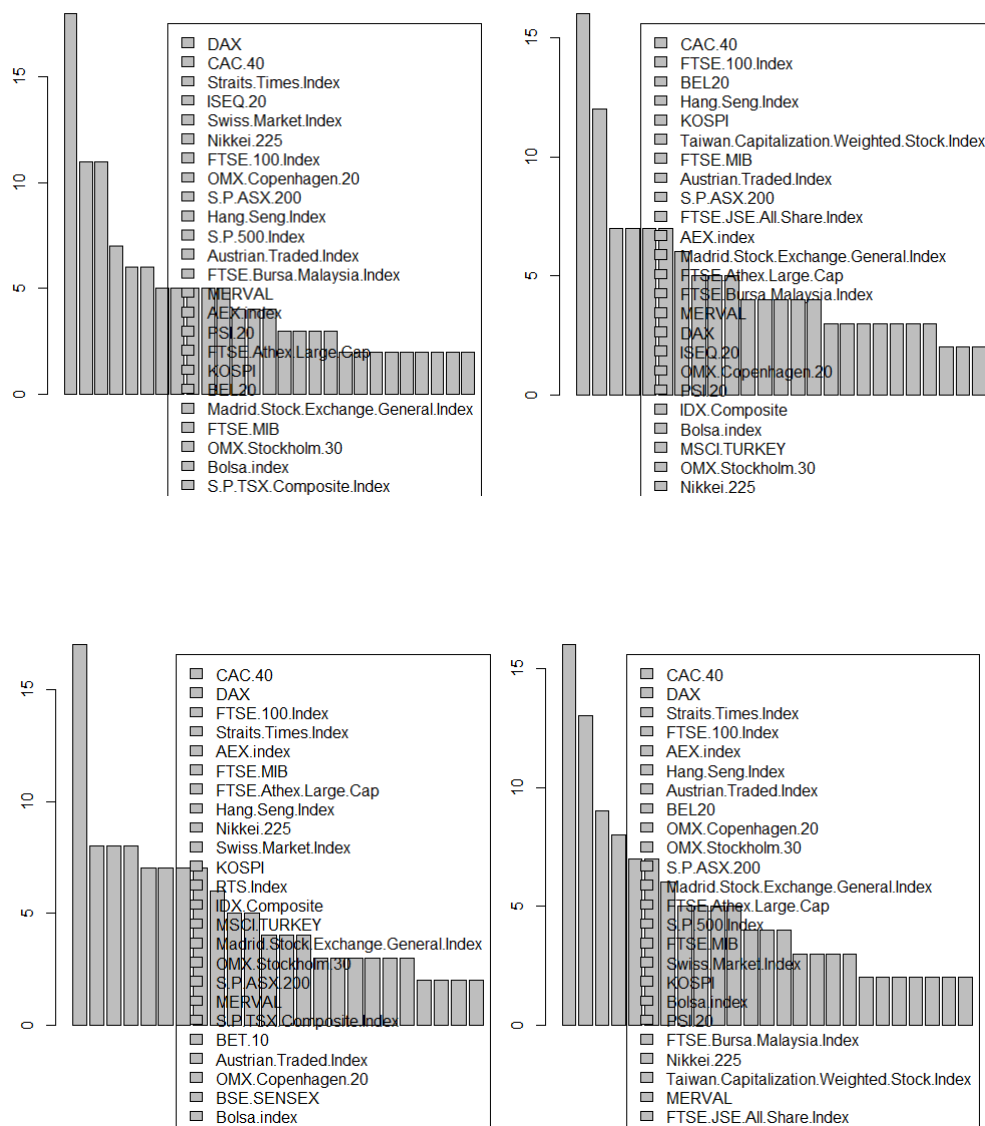
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

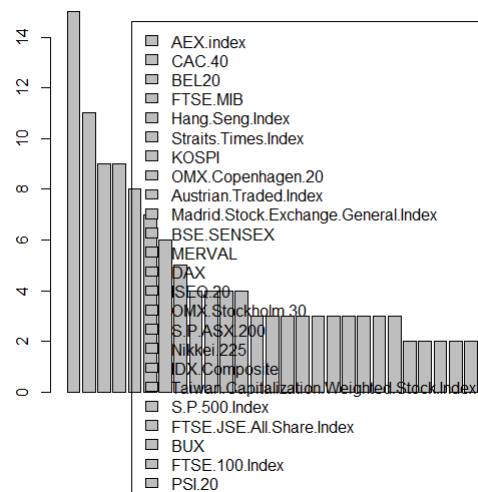
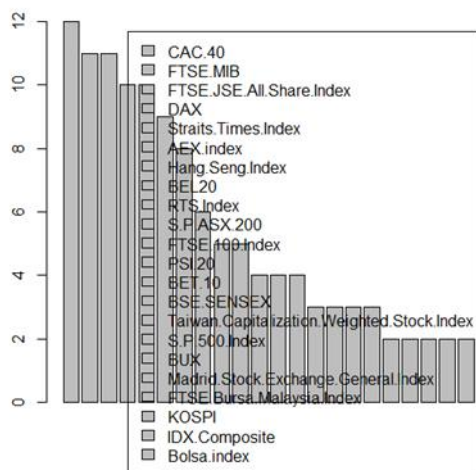
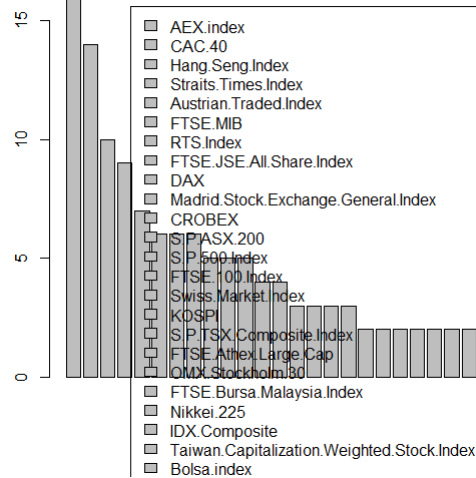
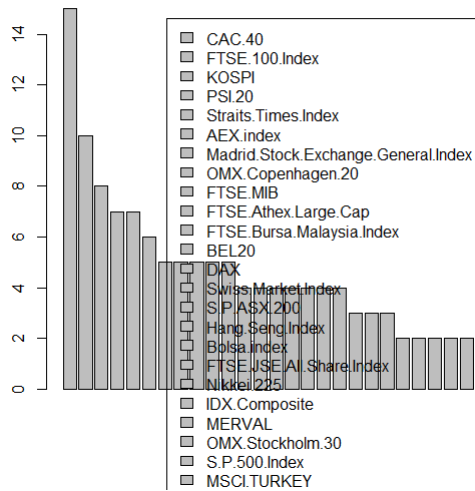


3. Εικόνες για τα ραβδογράμματα των κορυφών που εμφανίζονται σε κλίκες με ποσοστό μεγαλύτερο από 0.05 για τα ΕΜΦΓ

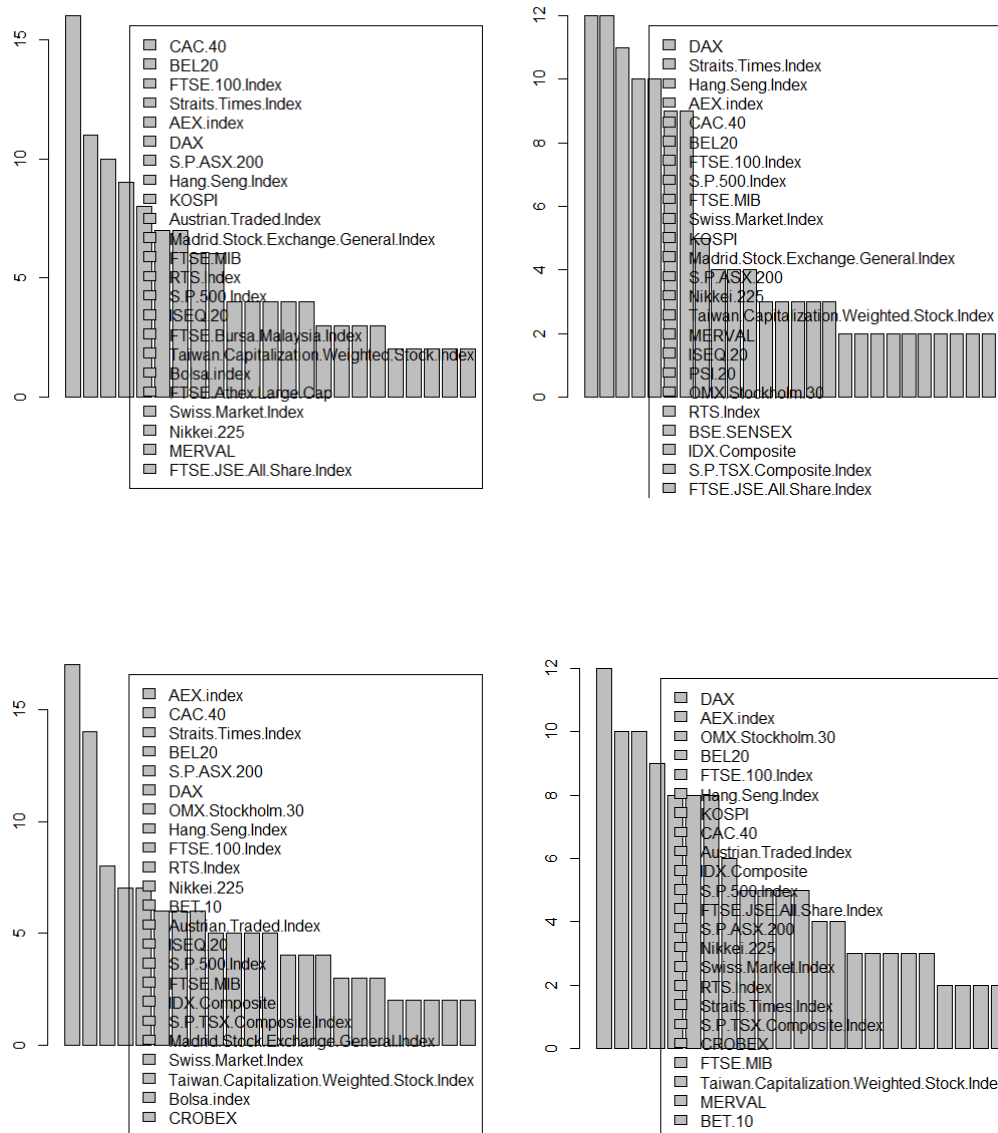


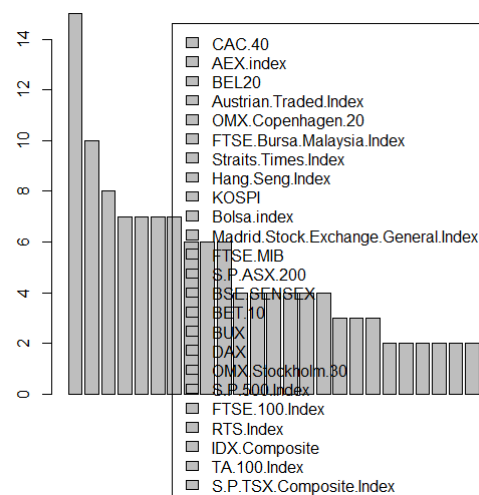
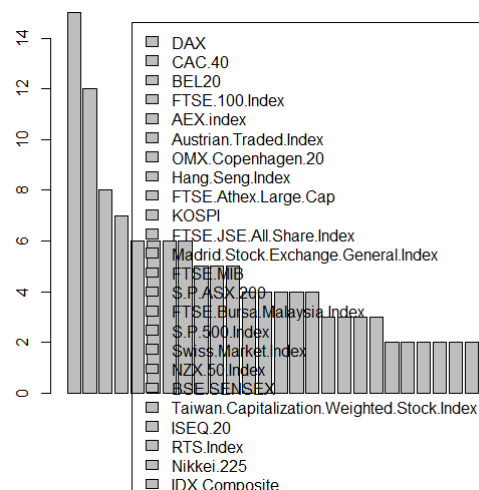
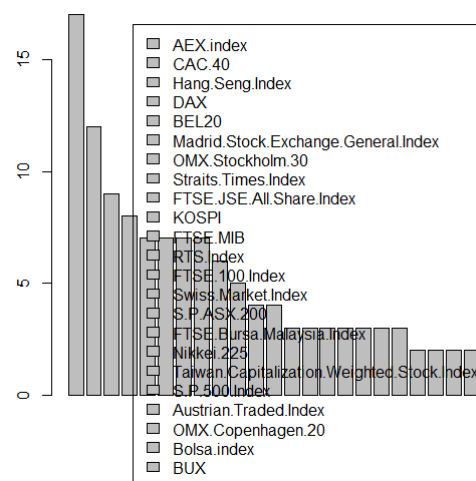
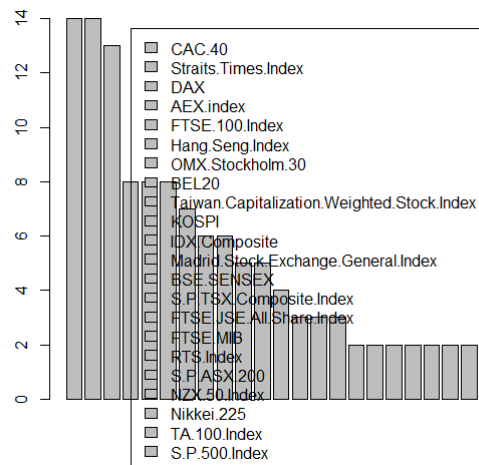
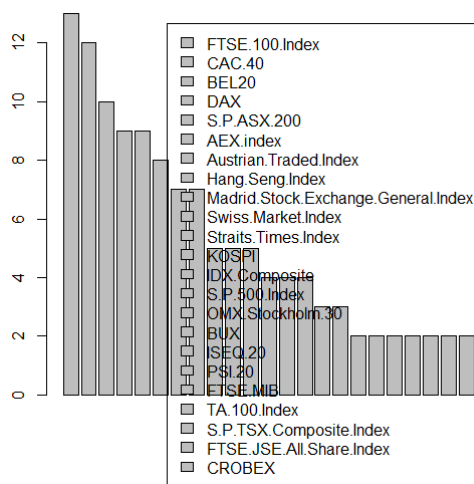
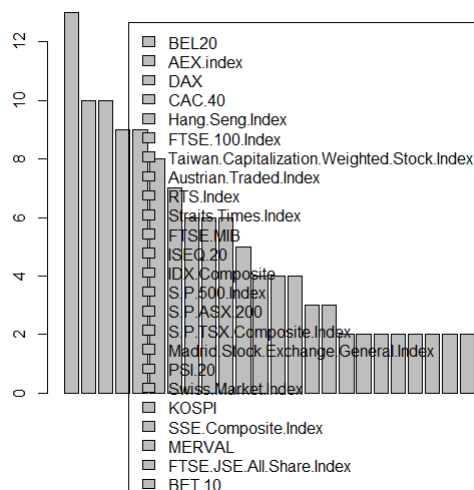
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015





Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ
ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ
ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

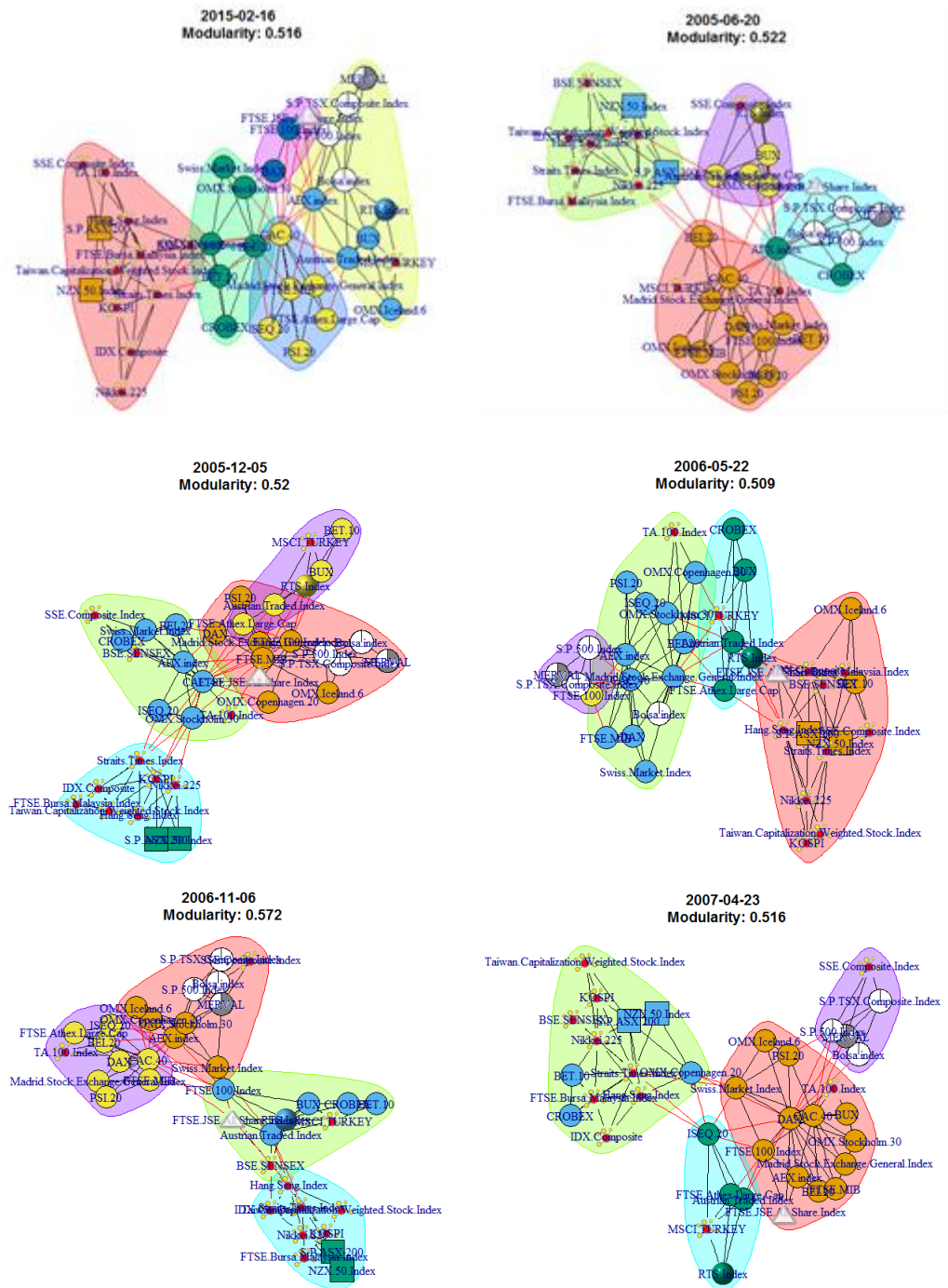


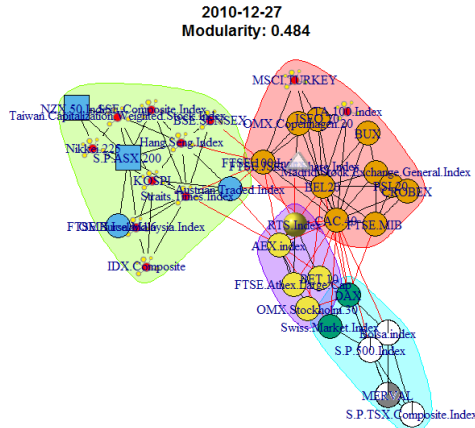
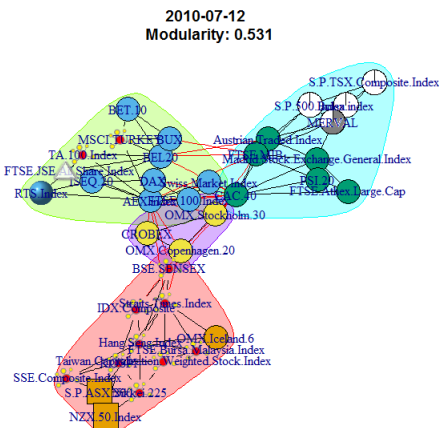
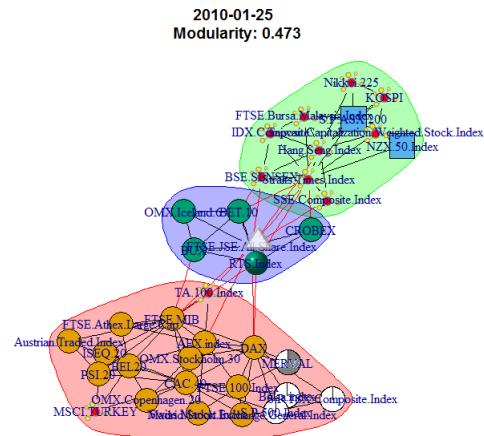
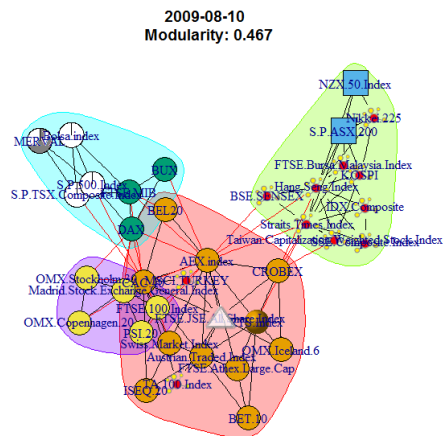
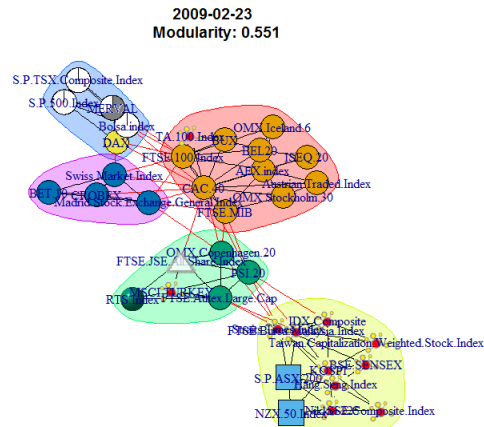
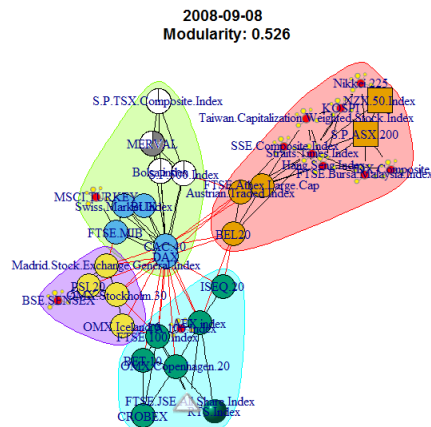
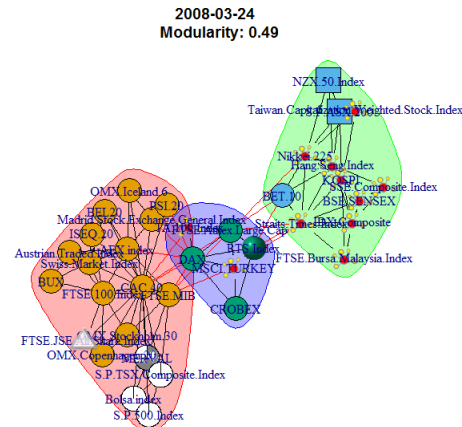
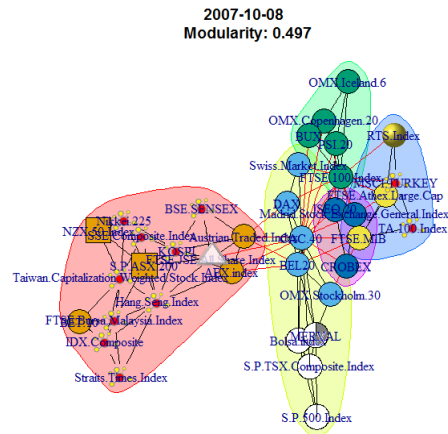


4. Εικόνες των κοινοτήτων και τα χαρακτηριστικά των κορυφών τους

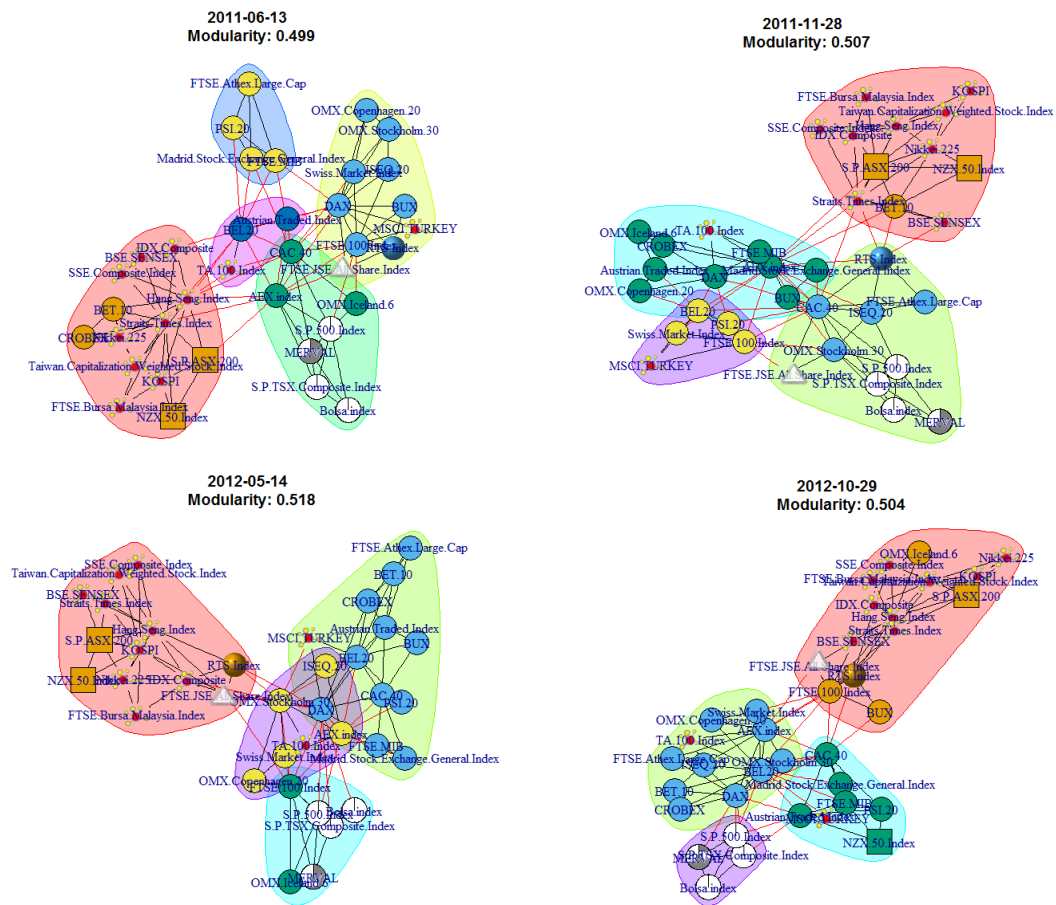
• Γεωγραφική Περιοχή

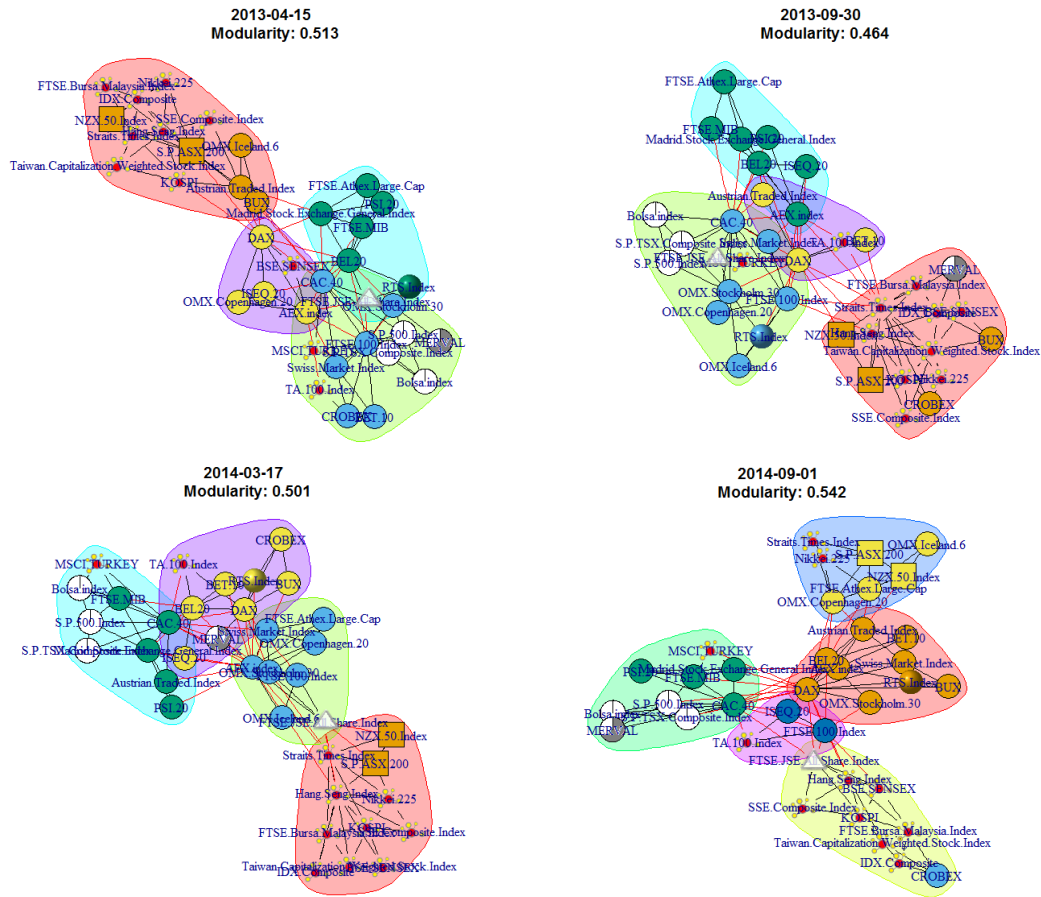
Υπόμνημα 1: Κύκλος-Ευρώπη, Ψηφιδωτό-Ασία, Πίτα-Βόρεια Αμερική, Μισή
γκρι πίτα-Νότια Αμερική, Τετράγωνο-Ωκεανία, Τρίγωνο-Αφρική, Σφαίρα-Ευρασία





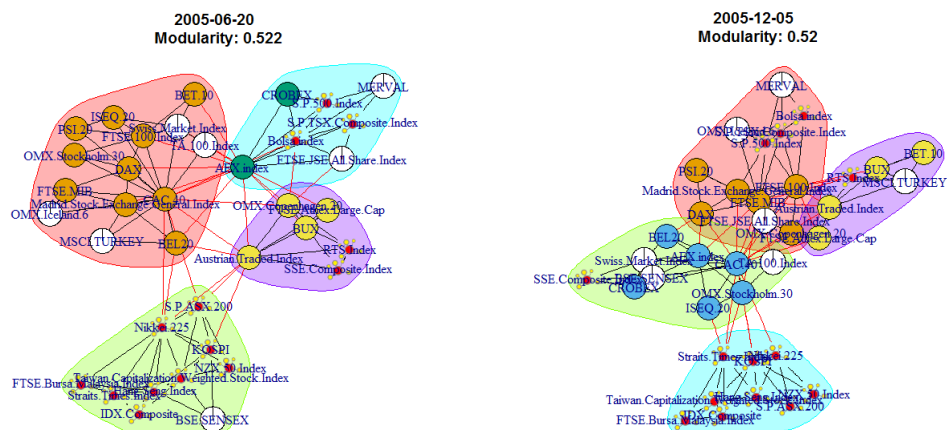
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

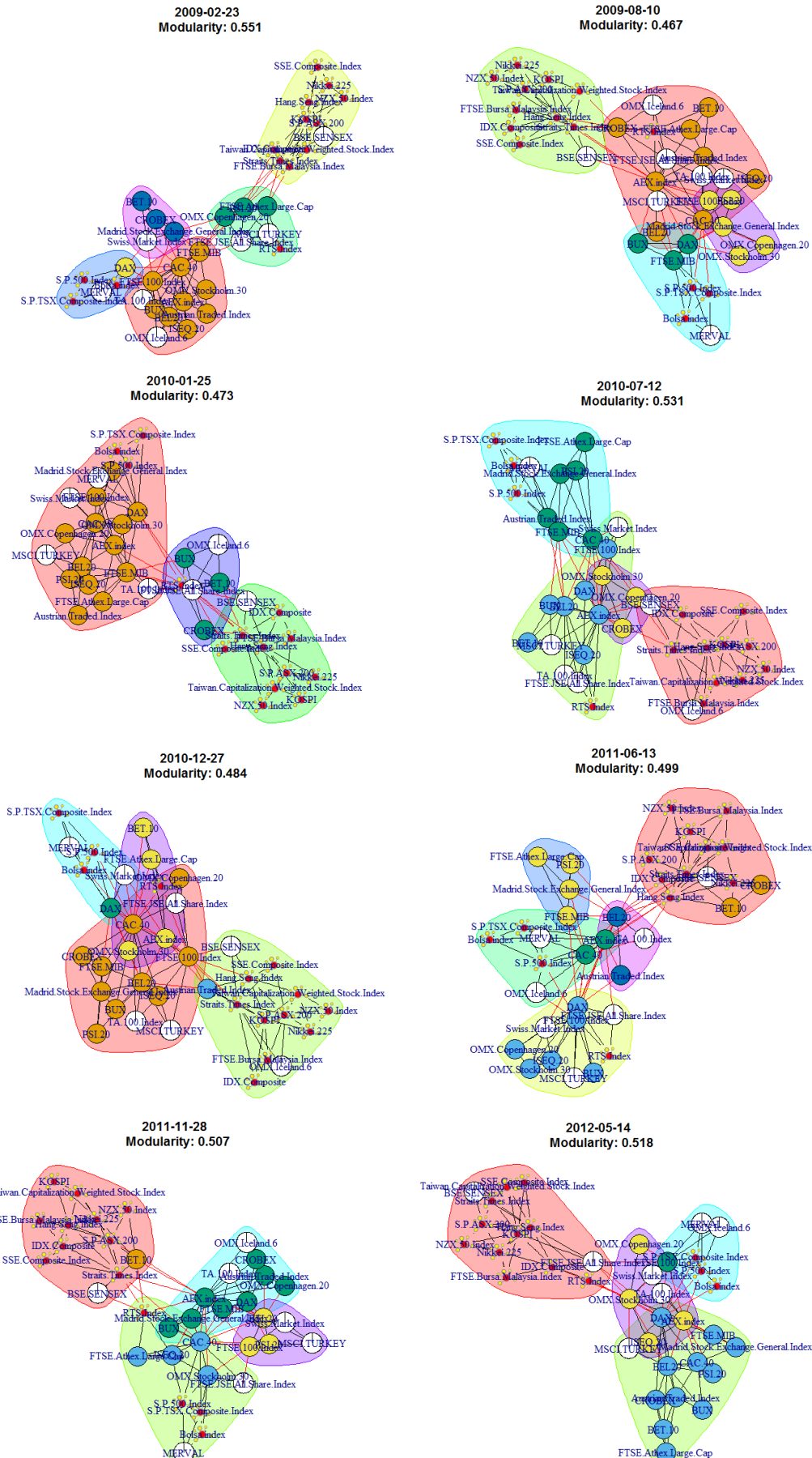




- Οικονομική ένωση-Συνεργασία

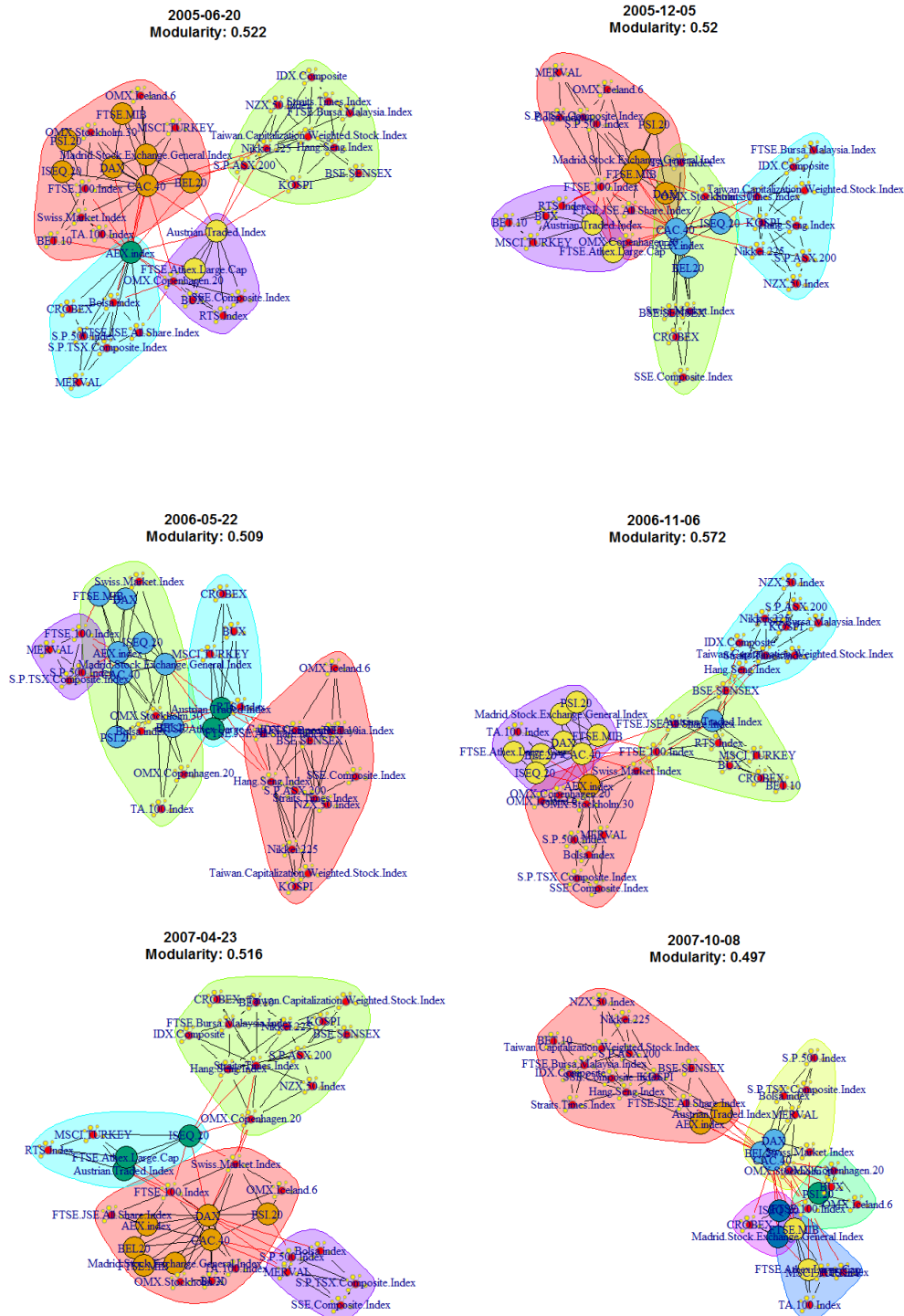
Υπόμνημα 2: Κύκλος-Ευρωπαϊκή Ένωση, Ψηφιδωτό-APEC, Πίτα-Καμία οικονομική ένωση-συνεργασία





- Νομισματική ένωση

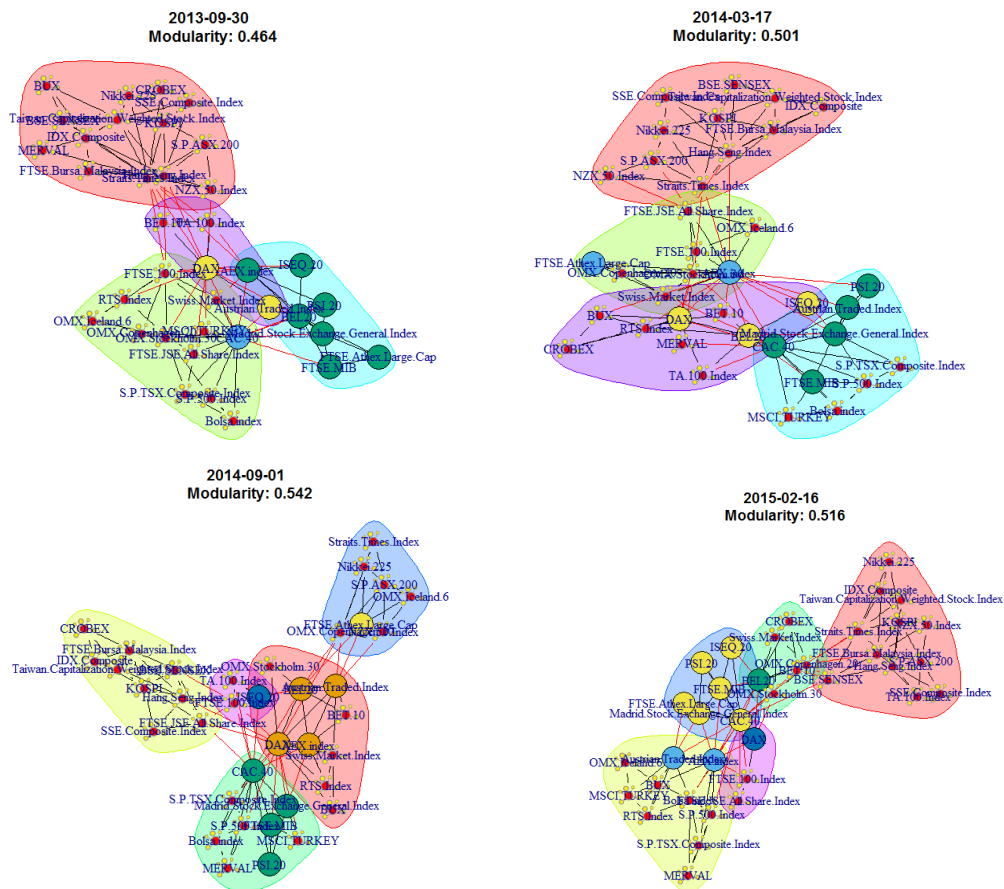
Υπόμνημα 3: Κύκλος-Ευρωζώνη, Ψηφιδωτό-Καμία νομισματική ένωση



Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

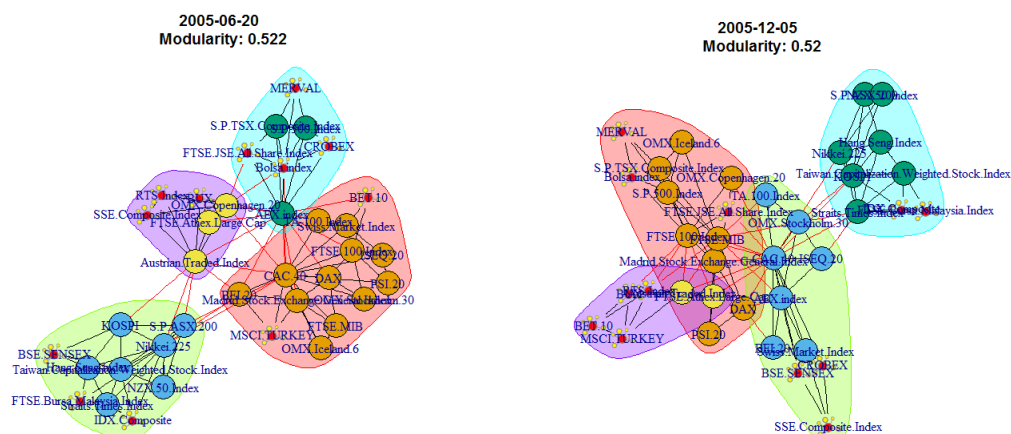


Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

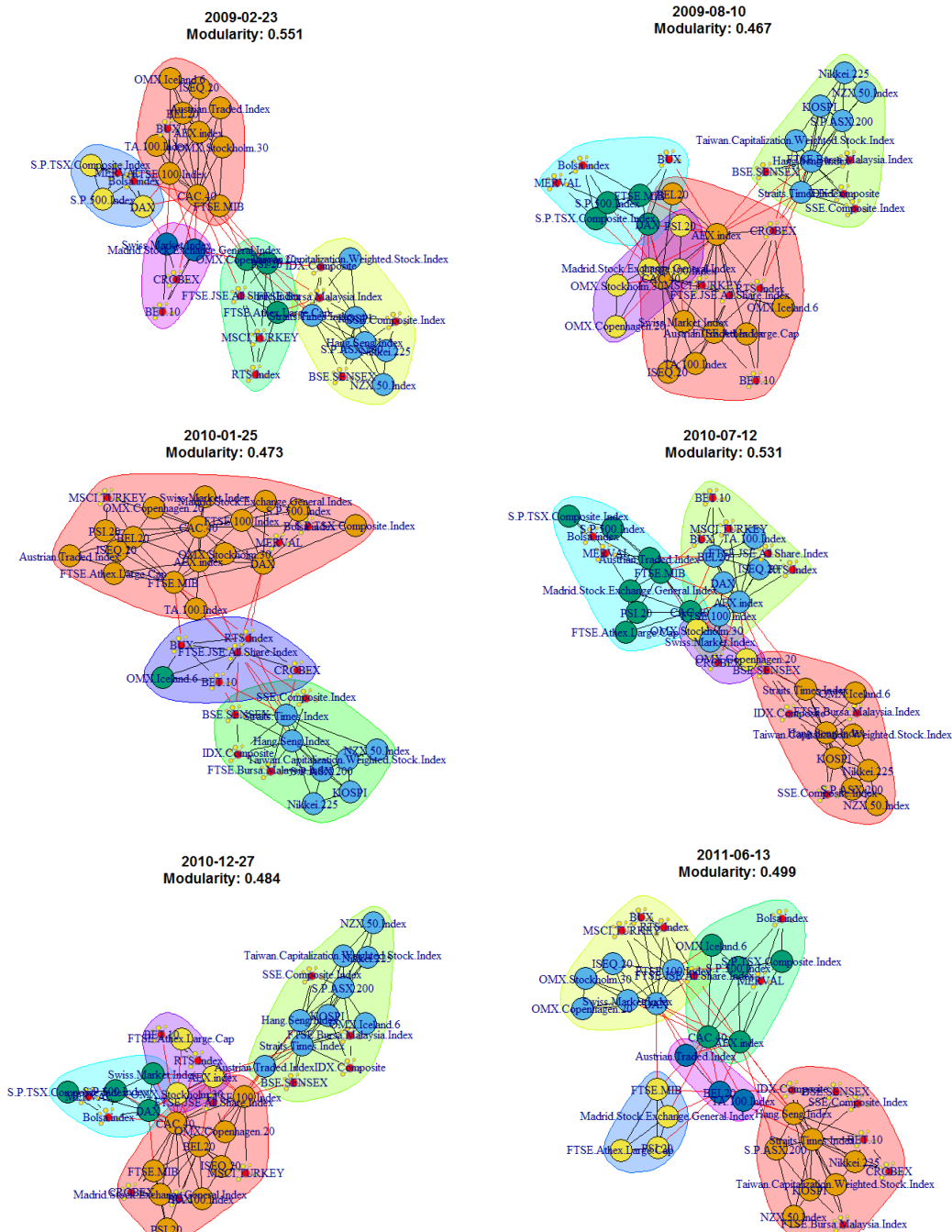


- Κατάταξη των χωρών ως αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες βάσει του ΔΝΤ

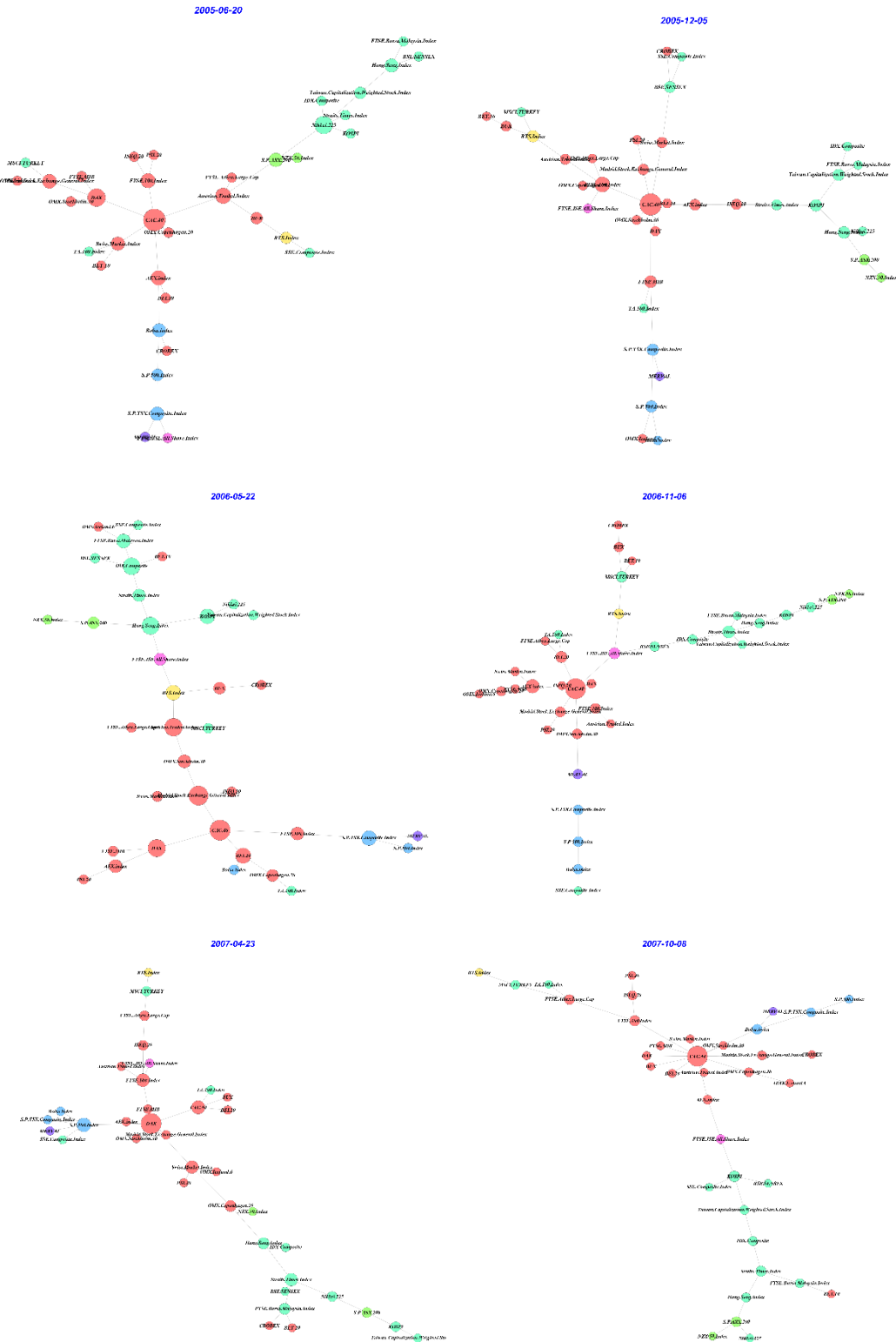
Υπόμνημα 4: Κύκλος-Αναπτυγμένες, Ψηφιδωτό-Αναπτυσσόμενες

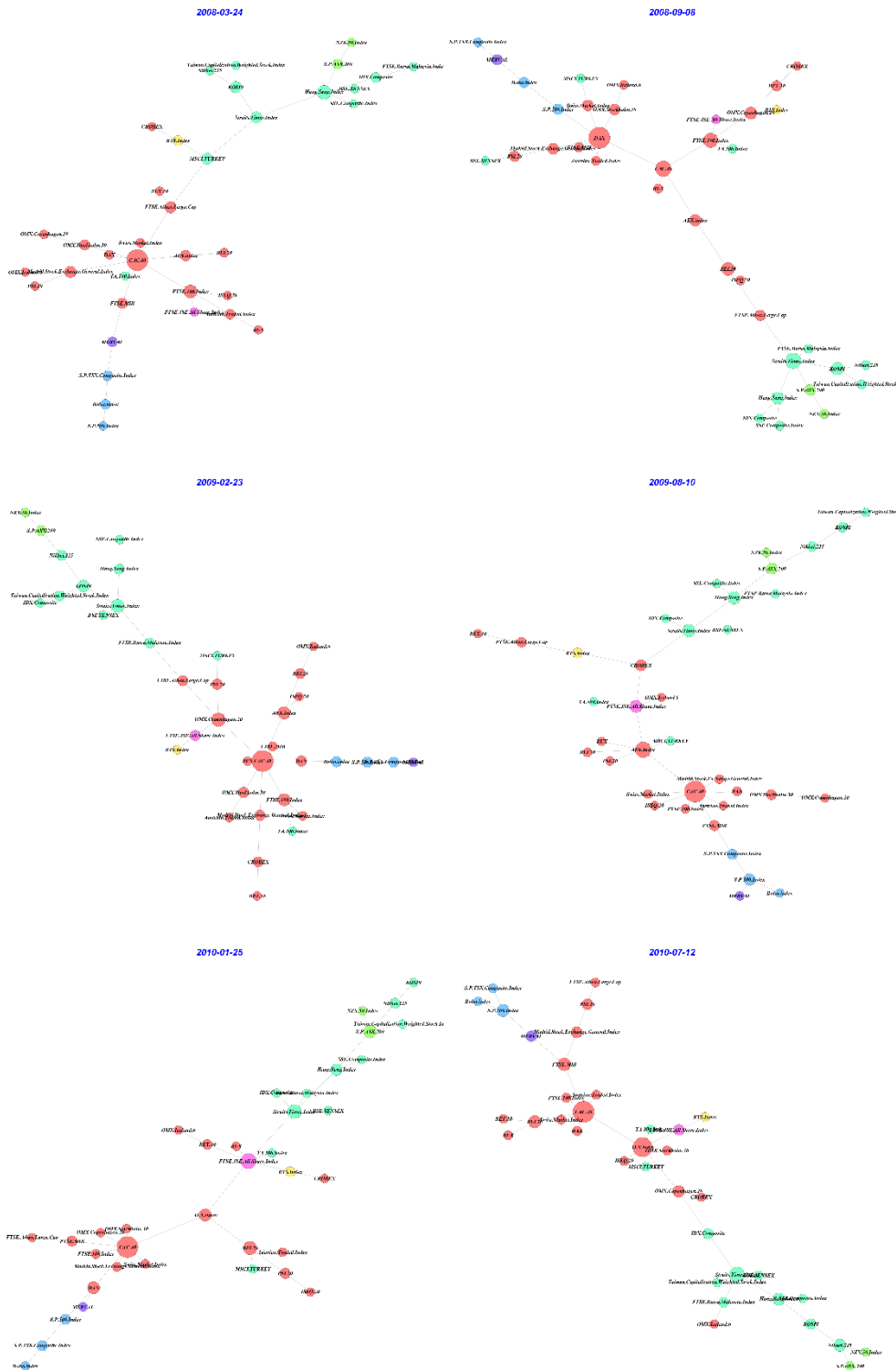


Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

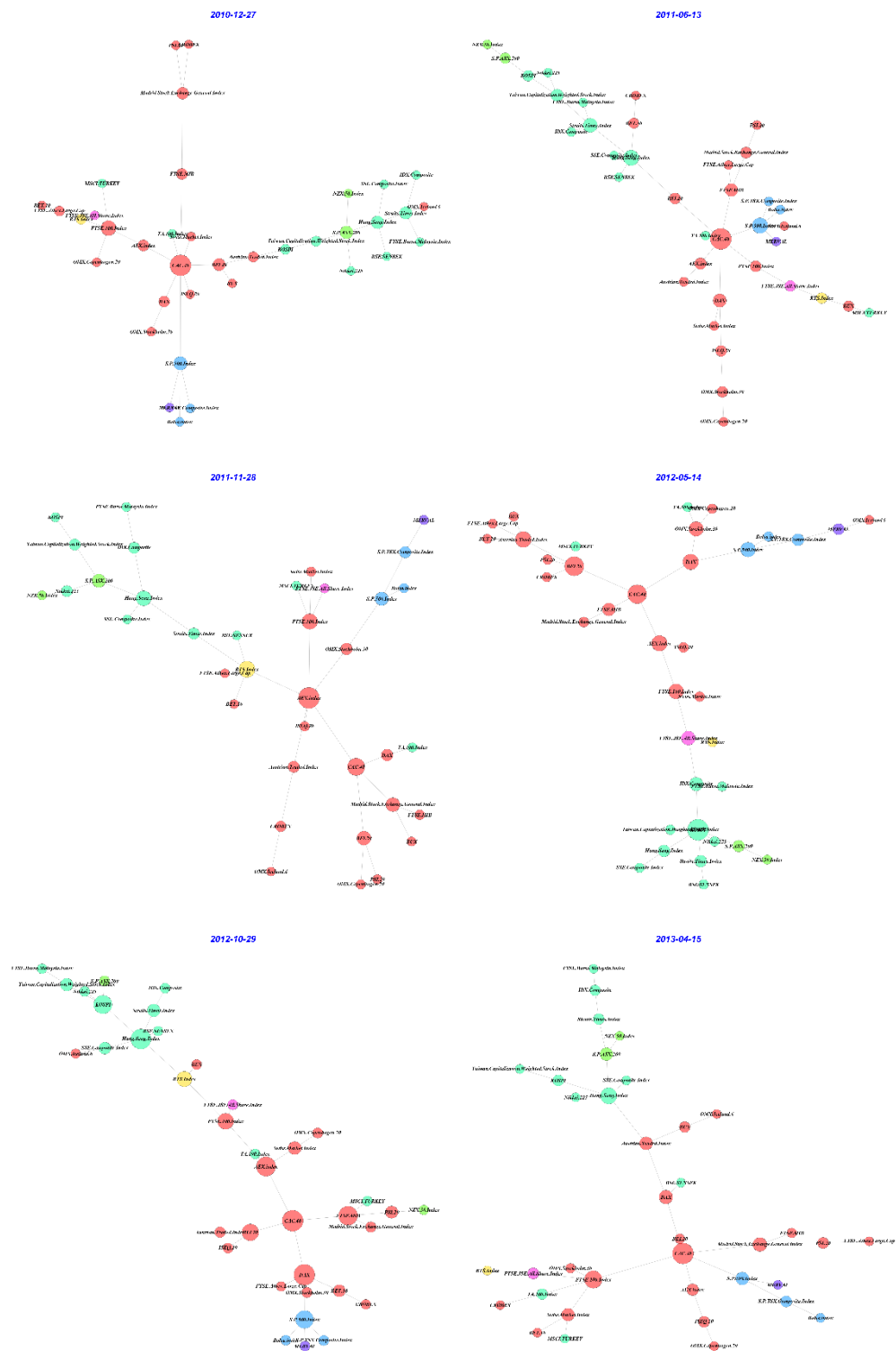


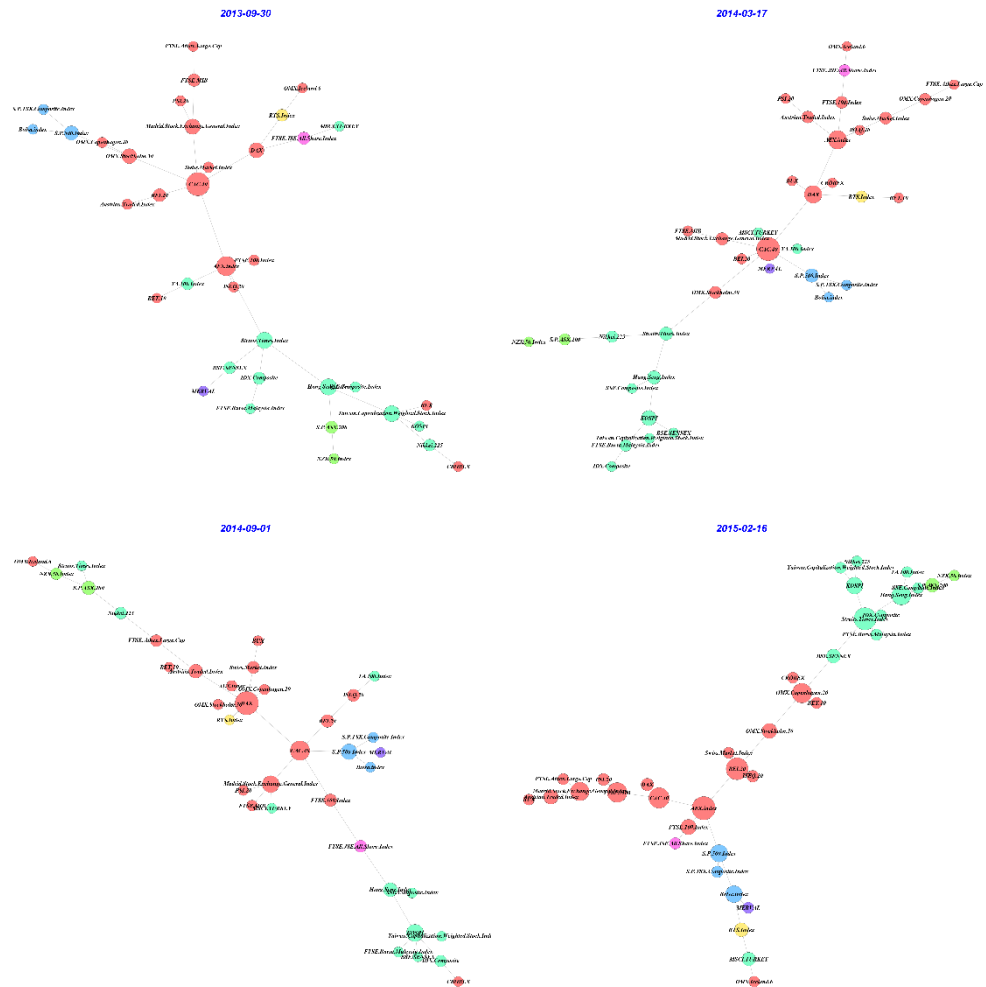
5. Εικόνες για το Ελάχιστο Δένδρο Ζεύξης



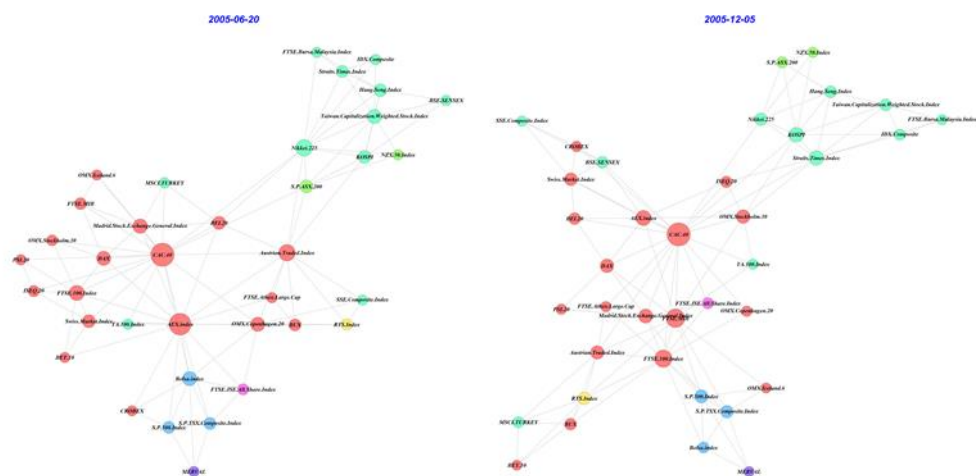


Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015

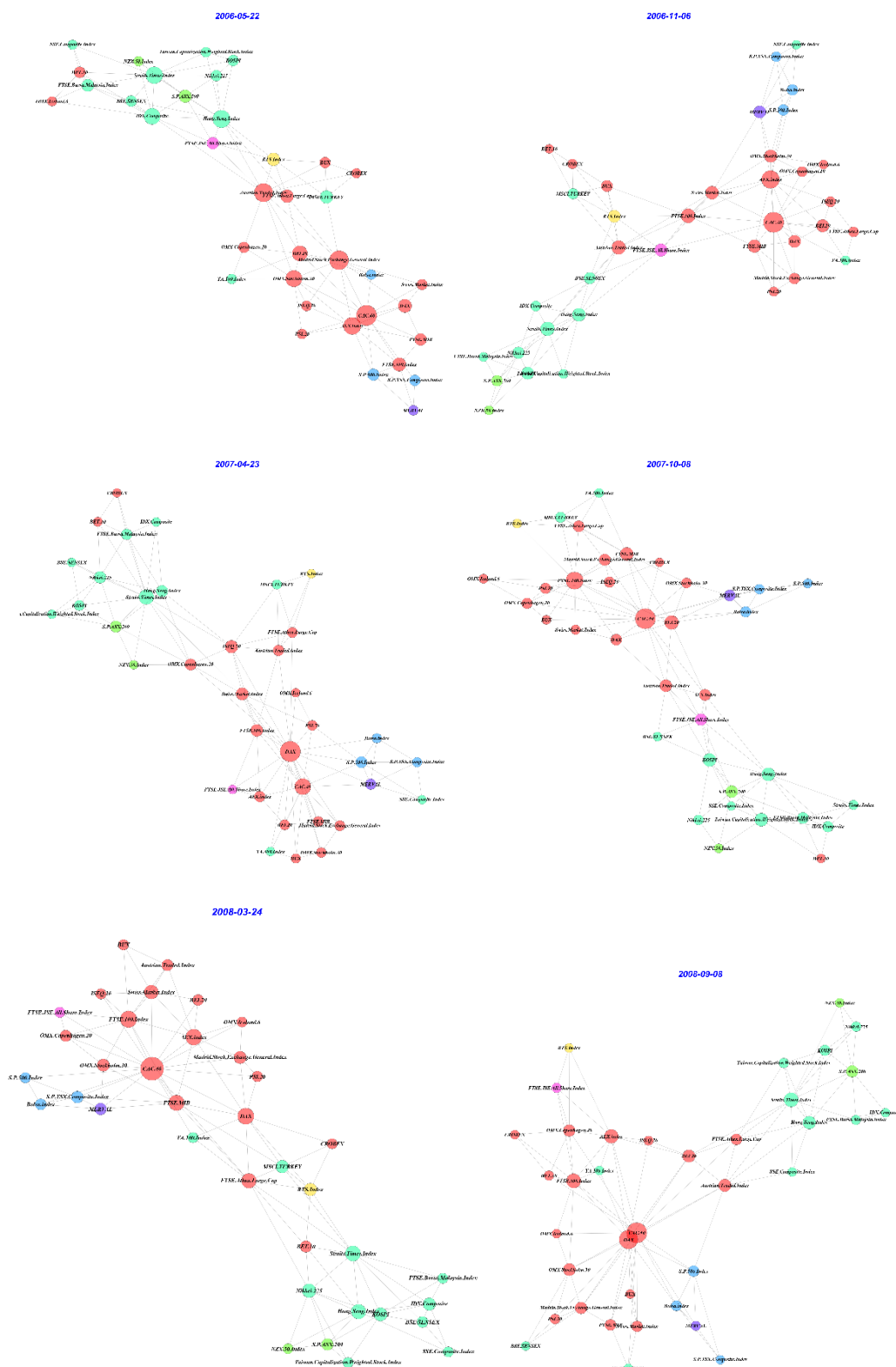


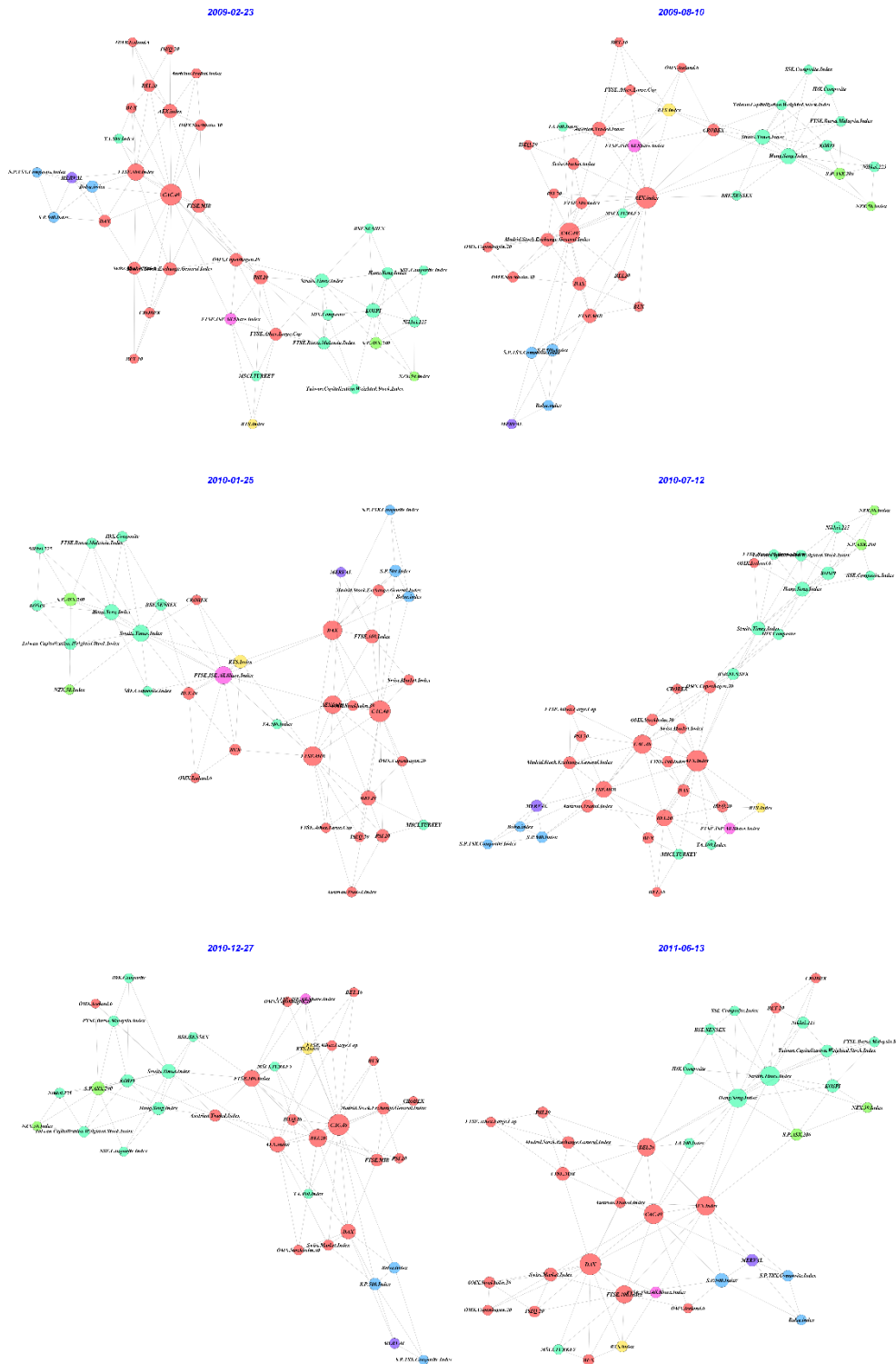


6. Εικόνες για το Επίπεδο Μέγιστα Φιλτραρισμένο Γράφημα

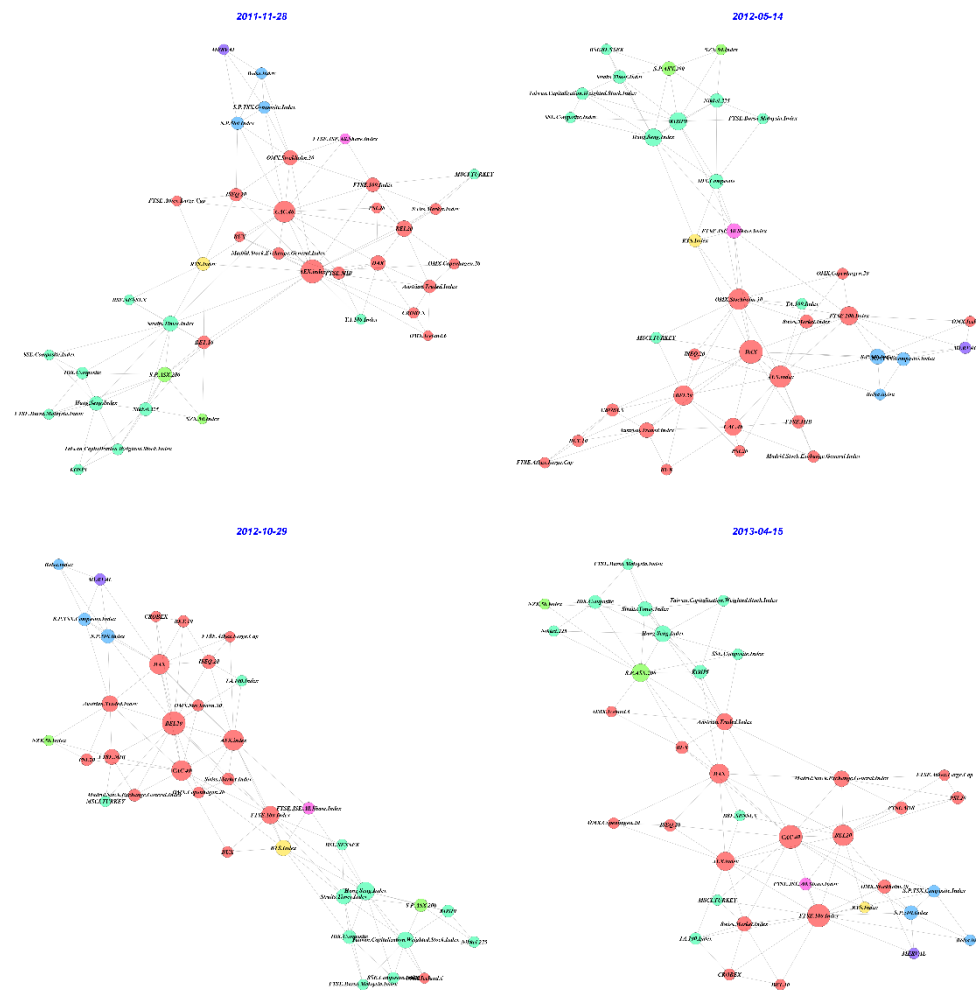


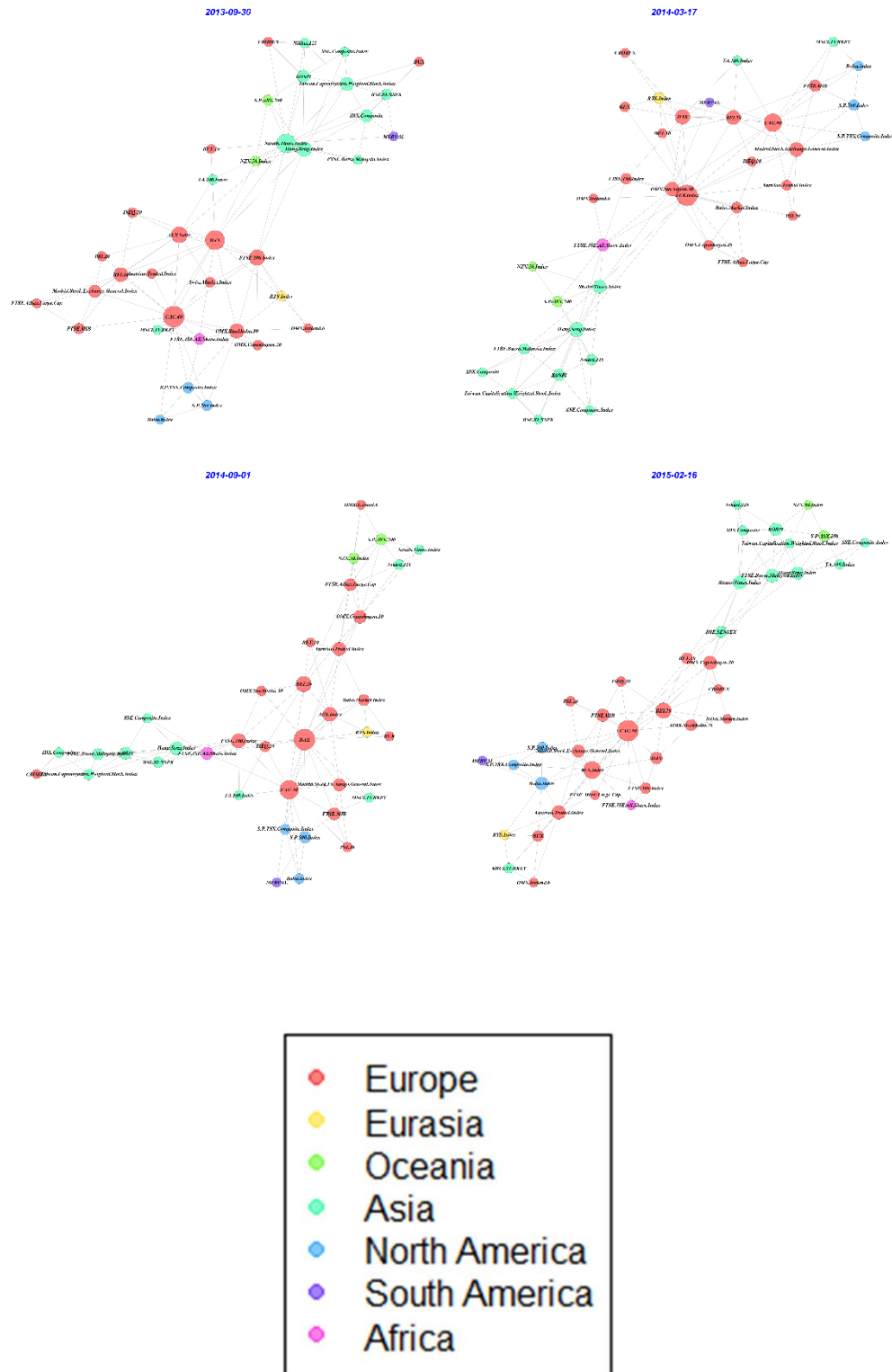
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015





Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ, ΤΗΝ ΑΣΙΑ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΚΕΑΝΙΑ, ΑΠΟ ΤΟ 2005 ΕΩΣ ΤΟ 2015





9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μωυσιάδης Π., 2002. Συνδυαστική Απαρίθμηση. Η τέχνη να μετράμε χωρίς μέτρημα, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
2. Albert R., Barabasi A.-L., 2002. Statistical mechanics of complex networks, Reviews of Modern Physics, 74, 47.
3. Aste T., Di Matteo T., Tumminello M., Mantegna R. N., 2005. Correlation filtering in financial time series. Noise and Fluctuations in Econophysics and Finance, Edited by D. Abbott, J.-P. Bouchaud, X. Gabaix, J. L. McCauley, Proc. of SPIE, Vol. 5848 (SPIE, Bellingham, WA, 2005), 100-109. (Invited Paper).
4. Barigozzi M., Fagiolo G., Mangioni G., 2011. Identifying the Community Structure of the International-Trade Multi Network, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications Volume 390, Issue 11, 2051–2066.
5. Barrat A., Barthélemy M., Pastor-Satorras R., Vespignani A., 2004. The architecture of complex weighted networks, Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 101, 3747.
6. Birch J., Pantelous A. A., Soramäki K., 2015. Analysis of Correlation Based Networks Representing DAX 30 Stock Price Returns, Comput Econ DOI 10.1007/s10614-015-9481-z.
7. Birch, J., Pantelous, A. A., Zuev, K., 2015. The maximum number of 3- and 4-cliques within a planar maximally filtered graph, Physica A, 417, 221–229.
8. Bonacich, P., 1987. Power and Centrality: A Family of Measures, American Journal of Sociology, 92, 1170-1182.
9. Bonanno G., Caldarelli G., Lillo F., Micciche S., Vandewalle N., Mantegna R. N., 2004. Networks of equities in financial markets, Eur Phys J B, 38, 363-371.
10. Bondy A., Murty U. S. R., 1982. Graph theory with applications, Elsevier Science Publications, NY.
11. Bondy A., Murty U. S. R., 2008. Graph theory, Graduate Texts in Mathematics, Springer.
12. Brandes U., Erlebach T., 2005. Network Analysis Methodological Foundations, Lecture Notes in Computer Science, Springer.
13. Coelho R., Hutzler S., Repetowicz P., Richmond P., 2007. Sector analysis for a FTSE portfolio of stocks, Physica A 373, 615.

- 14.Costa L., Rodrigues F.A., Travieso G., Boas P. R. V., 2007. Characterization of complex networks: A survey of measurements, *Advances in Physics*, Volume 56, 167 - 242, Issue 1.
- 15.De Nooy W., Mrvar A., Batagelj V., 2011. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, New York: Cambridge University Press.
- 16.Fortunato S., 2010. Community detection in graphs *Physics Reports* 486, 75-174.
- 17.Freeman L.C., 1979. Centrality in Social Networks I: Conceptual Clarification, *Social Networks*, 1, 215-239.
- 18.Gol'dshtein V., Koganov G.A., Surdutovich G.I., 2004. Vulnerability and Hierarchy of Complex Networks, *arXiv:cond-mat/0409298 [cond-mat.dis-nn]*.
- 19.Heimo T., Kaski K., Saramaki J., 2009. Maximal spanning trees, asset graphs and random matrix denoising in the analysis of dynamics of financial networks, *Physica A*, 388, 145.
- 20.Huffman D. A., 1952, *Proc. IRE* 40(9), 1098.
- 21.Jennrich Robert I., 1970. An Asymptotic χ^2 Test for the Equality of Two Correlation Matrices, *Journal of the American Statistical Association*, 65, 904-912.
- 22.Kolaczyk Eric D., 2009. *Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models*, Springer.
- 23.Labatut V., Balasque J.-M., 2012. Detection and Interpretation of Communities in Complex Networks: Methods and Practical Application. *Computational Social Network: Tools, Perspective and Applications*, Springer, 79-110, 2012, *Computer and Communication Networks*.<hal-00633653v2>.
- 24.Lacasa L., Nicosia V., Latora V., 2015. Network structure of multivariate time series, *Sci. Rep.* 5, 15508.
- 25.Lancichinetti A., Fortunato S., 2010. Community detection algorithms: a comparative analysis, *Physical Review E* 80, 056117.
- 26.Latora V., Marchiori M., 2001. Efficient Behavior of Small-World Networks, *PhysRevLett.*87.198701.
- 27.Maarten van Steen, 2010. *Graph Theory and Complex Networks, An Introduction*, <http://www.distributed-systems.net> .
- 28.Mahmoud H., Masulli F., , Resta M., , Rovetta S., Abdulatif A., 2014. Hubs and Communities Identification in Financial Networks, Conference Paper (PDF Available) June 2014 with 64 Reads DOI: 10.13140/2.1.4005.1845. Conference: WIRN 2014, At

24th Italian Workshop on Neural Networks May 15 - 16, Vietri sul Mare, Salerno, Italy,
Volume: Paper 39.

29.Mantegna R., 1999. Hierarchical structure in financial markets, The European
Physical Journal B - Condensed Matter and Complex Systems, 11, 1, 193–197.

30.Miller G. L., 1985. An Additivity Theorem for the Genus of a Graph, MIT, TR-85-
342.

31.Newman M.E.J, 2003. The Structure and Function of Complex Networks, SIAM Rev.,
45(2), 167–256.

31.Newman M., 2011. Complex Systems: A Survey, Am. J. Phys., 79, 800-810.

32.Onnela J.-P.,2002. Taxonomy of Financial Assets, Master Thesis, Helsinki University
of Technology.

33.Onnela J.-P., 2002. Taxonomy of Financial Assets, Master Thesis, Helsinki University
of Technology, 3, 5-6, 11, 40, 42-43.

34.Onnela J.-P., Kaski K., Kertesz J., 2004. Clustering and information in correlation
based financial networks, Eur. Phys. J. B., 38, 353–362.

35.Pozzi F., Di Matteo T., Aste T., 2013. Spread of risk across financial markets: Better
to invest in the peripheries, Scientific Reports 3 (2013) 1665.

36.Rammal R., Toulouse G., Virasoro M. A., 1986. Ultrametricity for physicists, Rev.
Mod. Phys., 58, 765.

37.Rosen K., editor in chief, Michaels J. G., project editor...[et al.], 2000. Handbook of
discrete and combinatorial mathematics, CRC Press LLC, Boca Raton.

38.Sergey Brin and Larry Page, 1998. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web
Search Engine, Proceedings of the 7th World-Wide Web Conference, Brisbane, Australia,
April 1998.

39.Shrout S.P., Fleiss L.J., 1979. Intraclass Correlations : Uses in Assessing Rater
Reliability, Psychological Bulletin Vol. 86, No. 2, 420-428.

40.Theodoridis Thomas, 2012. Comparing Weighted to Unweighted Networks from
Time Series, Master Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, 13.

41.Tibely G., Onnela J.-P., Saramaki J., Kaski K., Kertesz J., 2006. Spectrum, Intensity
and Coherence in Weighted Networks of a Financial Market, Physica A 370, 145-150.

42.Tittmann P., 2010. Computer-based diagnostics and systematic analysis of knowledge,
Springer US, 177-188.

43. Townshend S., White M., Gollini A., Murphy I., Brendan T., 2012. Detection and Interpretation of Communities in Complex Networks: Practical Methods and Application in Computational Social Networks, Springer.
44. Townshend S., White M., Gollini A., Murphy I., Brendan T., 2012. Review of Statistical Network Analysis: Models, Algorithms, and Software. Statistical Analysis and Data Mining, 5 (4): 243-264.
45. Tumminello M., Aste T., Di Matteo T., Mantegna R.N., 2005. A tool for filtering information in complex systems, Proc Natl Acad Sci, USA, 102:10421–10426.
46. Tumminello M., Aste T., Di Matteo T., Mantegna R. N., 2005. A Tool for Filtering Information in Complex Systems, PNAS, vol. 102, no. 30, 10421–10426.
47. Vitali S., Battiston S., 2014. The Community Structure of the Global Corporate Network, PLoS One, 2014; 9(8): e104655, Published online 2014 Aug 15, doi: 10.1371/journal.pone.0104655 PMID: PMC4134229.
48. Wasserman S., Faust K., 1994. Social Network Analysis, Cambridge University Press.
49. Watts. D. J., Strogatz S. H., 1998. Collective dynamics of 'small-world' networks, Nature 393, 440-442 (4 June 1998) doi:10.1038/30918.
50. <http://infolab.stanford.edu/~backrub/google.html>
51. http://mibes.teilar.gr/esdo_proceedings/proceedings/2008/blanas.pdf
52. <http://www.fna.fi/blog/2012/07/06/a-short-history-of-correlation-networks-research>
53. https://en.wikipedia.org/wiki/Stock_market_index
54. <http://ti-einai.gr/genikos-deiktis-sto-xrimatistirio/>
55. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%85%CF%81%CF%89%CF%80%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AE_%CE%88%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7
56. https://en.wikipedia.org/wiki/Asia-Pacific_Economic_Cooperation
57. <http://www.apec.org/About-Us/About-APEC/Mission-Statement.aspx>
58. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%85%CF%81%CF%89%CE%B6%CF%8E%CE%BD%CE%B7>
59. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%AD%CF%82_%CE%9D%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%A4%CE%B1%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%BF
60. <http://www.a4id.org/blog/understanding-developeddeveloping-country-taxonomy>

- 61.http://okeanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2030/de_00166b.pdf?sequence=2
- 62.https://en.wikipedia.org/wiki/Real_estate_bubble
- 63.https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_housing_bubble
- 64.https://en.wikipedia.org/wiki/Real_estate_bubble
- 65.https://en.wikipedia.org/wiki/Subprime_mortgage_crisis
- 66.http://www.hardouvelis.gr/FILES/PROFESSIONAL%20WORK/Economy%20and%20Markets%20IV_8_DEC2009.pdf
- 67.https://en.wikipedia.org/wiki/Financial_crisis_of_2007%E2%80%932008)
- 68.https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Recession
- 69.https://en.wikipedia.org/wiki/European_debt_crisis
- 70.https://en.wikipedia.org/wiki/2008%E2%80%932009_Icelandic_financial_crisis
- 71.https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Icelandic_financial_crisis
- 72.https://en.wikipedia.org/wiki/European_debt_crisis#Ireland
- 73.https://en.wikipedia.org/wiki/Post-2008_Irish_economic_downturn
- 74.https://en.wikipedia.org/wiki/Post-2008_Irish_banking_crisis
- 75.<http://www.anarkismo.net/article/18367>
- 76.https://en.wikipedia.org/wiki/European_debt_crisis#Spain
- 77.https://en.wikipedia.org/wiki/2008%E2%80%932009_Spanish_financial_crisis
- 78.https://en.wikipedia.org/wiki/European_debt_crisis#Greece
- 79.https://en.wikipedia.org/wiki/Greek_government-debt_crisis
- 80.https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%BA%CF%81%CE%AF%CF%83%CE%B7_%CF%87%CF%81%CE%AD%CE%BF%CF%85%CF%82_2009-%CF%83%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%81%CE%B1
- 81.https://en.wikipedia.org/wiki/2010%E2%80%932011_Portuguese_financial_crisis
- 82.[https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_financial_crisis_\(2014%E2%80%93present\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_financial_crisis_(2014%E2%80%93present))
- 83.https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_economic_crisis
- 84.https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_banking_crisis
- 85.https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Recession
- 86.https://en.wikipedia.org/wiki/2009_United_Kingdom_bank_rescue_package

87.<http://agora.mfa.gr/agora/images/docs/rad0A8D8%CE%93%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CE%B2%CE%B5%CE%BB%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%20%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%AF%CE%B1%CF%82-AGORA.doc>

88.https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_banking_crises

89.http://www.hba.gr/5Ekdosis/UplPDFs/deltia/4_2002/08.pdf

90.https://en.wikipedia.org/wiki/Stock_market_crash

91.https://en.wikipedia.org/wiki/The_Vanguard_Group

92.https://en.wikipedia.org/wiki/Market_trend#Bear_market

93.https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_stock_market_crashes_and_bear_markets

94.https://en.wikipedia.org/wiki/Chinese_stock_bubble_of_2007

95.https://en.wikipedia.org/wiki/2010_Flash_Crash

96.<http://money.cnn.com/2012/05/31/investing/stocks-markets/>

97.https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjmtHu4o7PAhVEuBQKHZ67DisQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.fitchratings.com%2Fweb_content%2Fratings%2Fsovereign_ratings_history.xls&usg=AFQjCNFS-pg3JuDwvCfPteSdVPtLoMTbag

98.[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AD%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF_\(%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%93%CF%81%CE%AC%CF%86%CF%89%CE%BD\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AD%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF_(%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%93%CF%81%CE%AC%CF%86%CF%89%CE%BD))

99.<http://www.cs.ucsb.edu/~veronika/MAE/wagner07comparingclusterings.pdf>

100.<https://en.wikipedia.org/wiki/Euronext>

101.https://en.wikipedia.org/wiki/CAC_40

102.<https://www.government.nl/topics/international-relations/contents/south-africa>

103.<http://southafrica.nlembassy.org/doing-business/economic--trade-relations.html>

104.<http://ec.europa.eu/trade/policy/countries-and-regions/countries/south-africa/>

105.<http://www.bis.org/review/r120306c.pdf>

106.https://en.wikipedia.org/wiki/Australia%E2%80%93New_Zealand_relations

107.<https://books.google.gr/books?id=EtaZCgAAQBAJ&pg=PA40&lpg=PA40&dq=in+2009+offers+were+made+by+state+owned+chinese+companies+to+invest+22+billion&source=bl&ots=B2waINn6iR&sig=kueAju90Q7AivDNdNPzOmM36XVc&hl=el&sa>

=X&ved=0ahUKEwi2mpnzj9fNAhXLJ8AKHa73D8wQ6AEIGjAA#v=onepage&q=in
%202009%20offers%20were%20made%20by%20state%20owned%20chinese%20com
panies%20to%20invest%2022%20billion&f=false

108.[https://en.wikipedia.org/wiki/Group_of_Seven_\(G7\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Group_of_Seven_(G7))

109.https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_housing_market_correction