



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

Μελέτη εξέλιξης του δικτύου των Ευρωπαϊκών χωρών εντός και εκτός οικονομικής ένωσης με ανταγωνιστικό οικονομικό πλεονέκτημα ως προς κατηγορίες εξαγωγικών προϊόντων, από το 1995 έως το 2014.

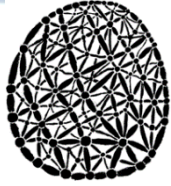
Study of the evolution of European countries' network with comparative advantage in exports from 1995 until 2014.

Παπαθεοδώρου Θ. Δανάη

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Καραγιάννης Βασίλειος, Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Μαθηματικών, Α.Π.Θ

Θεσσαλονίκη , Δεκέμβριος 2019





**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

Μελέτη εξέλιξης του δικτύου των Ευρωπαϊκών χωρών εντός και εκτός οικονομικής ένωσης με ανταγωνιστικό οικονομικό πλεονέκτημα ως προς κατηγορίες εξαγωγικών προϊόντων, από το 1995 έως το 2014.

Study of the evolution of European countries' network with comparative advantage in exports from 1995 until 2014.

Παπαθεοδώρου Θ. Δανάη

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Καραγιάννης Βασίλειος, Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Μαθηματικών, Α.Π.Θ

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή την 23^η Δεκεμβρίου 2019

Καραγιάννης Βασίλειος,
Μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα
Μαθηματικών, ΑΠΘ.

Αντωνίου Ιωάννης,
Καθηγητής, Τμήμα
Μαθηματικών, Α.Π.Θ.

Μουσιάδης Πολυχρόνης,
Ομότιμος Καθηγητής,
Τμήμα Μαθηματικών,
ΑΠΘ.

.....

.....

.....

Θεσσαλονίκη , Δεκέμβριος 2019



.....

Παπαθεοδώρου Θ. Δανάη

Πτυχιούχος Μαθηματικός Α.Π.Θ.

Copyright © Παπαθεοδώρου Θ. Δανάη, 2019

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

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η μελέτη της εξέλιξης του δικτύου εξαγωγών μεταξύ ευρωπαϊκών χωρών από το 1995 έως το 2014. Με χρήση δεδομένων ως προς τις εξαγωγές από το Στατιστικό Ινστιτούτο των Ηνωμένων Εθνών, υπολογίστηκαν οι τιμές δυο μακροοικονομικών δεικτών ως προς την τιμή των εξαγωγών κάθε Ευρωπαϊκής χώρας σε δεκα κατηγορίες προϊόντων. Στη συνέχεια με την επιβολή δυο κατωφλιών τιμών σε κάθε έναν από αυτούς, σχηματίστηκαν τα αντίστοιχα διμερή δίκτυα και έπειτα οι μη-σταθμισμένες προβολές αυτών ως προς τις χώρες εξαγωγής. Μελετήθηκαν οι τιμές assortativity και modularity καθώς και οι τιμές δεκαπέντε δεικτών κεντρικότητας για κάθε ένα από αυτά. Κατόπιν, με χρήση της μεθόδου Principal Component Analysis, προσδιορίστηκαν οι κεντρικότητες που περιείχαν τον μεγαλύτερο όγκο πληροφορίας, για κάθε δίκτυο. Τέλος, προσδιορίστηκαν οι κόμβοι που παρουσίασαν υψηλές τιμές κεντρικότητας στα δυο ειδών δίκτυα για κάθε χρόνο.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Δίκτυο Εξαγωγών, Μέτρα Κεντρικότητας, Principal Component Analysis, Net Export Index, Revealed Comparative Advantage



ABSTRACT

Purpose of this thesis is the study the evolution of European exports' network from 1995 until 2014. With the use of exports' data from the United Nations' Statistical Institute, two macroeconomic indexes have been calculated regarding the export values of every European country for 10 categories of goods. By a threshold imposure in both of them, the bipartite netwroks have been constructed and after that their countris' binary projections. The values of assortativity and modularity have been calculated for each of them. Subsequently, with the use of Principal Component Analysis method, the centralities with the biggest amount of information have been determined, for each network. Finally, the nodes that appeared to be the most significant in both kinds of networks have been determined.

KEY WORDS

Exports Network, Centralities measures, Principal Component Analysis, Net Export Index, Revealed Comparative Advantage

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	10
SUMMARY	11
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	12
Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή στα Δίκτυα	13
1.1 Εισαγωγή.....	13
1.2 Πεδία Εφαρμογών της Επιστήμης των Δικτύων	13
1.2.1 Εφαρμογή σε GPS/ Google Maps.....	14
1.2.2 Εφαρμογή στην Ρύθμιση της Οδικής Κυκλοφορίας.....	14
1.2.3. Εφαρμογή σε Social Networks	14
1.2.4. Εφαρμογή στο Travelling Salesman's Problem (TSP).....	15
1.2.5. Εφαρμογή στην Επιστημή των Υπολογιστών	16
1.2.6. Data Mining Εφαρμογές	16
Κεφάλαιο 2 : Θεωρία Γράφων.....	17
2.1 : Εισαγωγή στη θεωρία γράφων	17
2.2 : Multigraphs	17
2.3 : Γράφοι με βάρη.....	18
2.4 : Βαθμοί.....	18
2.5 : Υπογράφημα	19
2.6 : Περίπατος, Μονοπάτι, Κύκλος.....	19
Κεφάλαιο 3 : Centralities	21
3.1: Subgraph Centrality Scores	21
3.2 : Topological coefficient	21
3.3: Average Distance	21
3.4 : Barycenter Centrality	22
3.5 : BottleNeck Centrality	22
3.6 : Centroid Value	23
3.7: Closeness Centrality (Freeman).....	23
3.8: Decay Centrality	24
3.9: Degree Centrality	24

3.10: Diffusion Degree Centrality.....	24
3.11: DMNC – Density of Maximum Neighborhood Component	25
3.12: Eccentricity Centrality	26
3.13: Harary Centrality	26
3.14 : Eigenvector Centrality	26
Κεφάλαιο 4 : Modularity και Assortativity	27
4.1: Modularity	27
4.2 : Μέθοδος μεγιστοποίησης modularity.....	27
4.3 : Assortativity.....	28
Κεφάλαιο 5 : Δείκτες Συγκριτικού Πλεονεκτήματος	31
5.1 : Εισαγωγή	31
5.2 :Θεωρητική Υποστήριξη.....	32
5.2.1 : Συγκριτικό Πλεονέκτημα.....	32
5.2.2: Συγκριτικό Πλεονέκτημα και Αποκαλυπτόμενο Συγκριτικό Πλεονέκτημα	34
5.2.3: Δείκτες Αποκαλυπτόμενου Συγκριτικού Πλεονεκτήματος (RCA) και η χρήση τους	36
5.2.4: Υπολογισμός συγκριτικού πλεονεκτήματος.....	36
5.3: Balassa’s Revealed Comparative Advantage Index	37
5.4 : Ο δείκτης καθαρών εξαγωγών (Net Export Index- NEI)	39
Κεφάλαιο 6: Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA)	41
6.1 : Περιγραφή Μεθόδου	41
6.2 : Ανάλυση της μεθόδου.....	41
6.3 : Σύνοψη της Μεθόδου	44
Κεφάλαιο 7: Περιγραφή δεδομένων και μεθόδου.	45
7.1 : Προέλευση του dataset	45
7.2 : Περιγραφή των δεδομένων	46
7.3 : Κατασκευή των Δικτύων	47
7.4: Επισκόπηση των αποτελεσμάτων και ερμηνεία	47
7.4.1 : Αποτελέσματα των δεικτών κεντρικότητας και ερμηνεία.....	47
7.4.2 : Αποτελέσματα των δεικτών Assortativity και Modularity και ερμηνεία	63
Κεφάλαιο 8 : Συμπεράσματα διπλωματικής εργασίας	71
Βιβλιογραφία	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	86

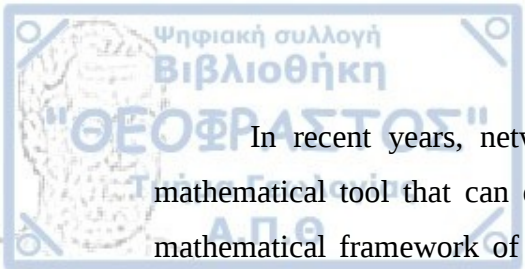
ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια, η θεωρία δικτύων κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος, ως το μαθηματικό εργαλείο για την περιγραφή περίπλοκων συστημάτων. Συγκεκριμένα το μαθηματικό πλαίσιο της θεωρίας γράφων έκανε δυνατή την εξαγωγή σημαντικής πληροφορίας βιολογικών, οικονομικών και κοινωνικών συστημάτων. Παρόλο που πρόκειται για μια νέα προσέγγιση, αυτή των δικτύων στο εμπόριο, έχει αποτελέσει τη βάση για την δημιουργία πληθώρας θεωρητικών μοντέλων και εμπορικών εργαλείων απαραίτητων για την ποσοτικοποίηση και μέτρηση της συμπεριφοράς της αγοράς.

Στη θεωρία δικτύων, τα μέτρα κεντρικότητας ("centralities") αποτελούν δείκτες σημαντικότητας κόμβων. Ο όρος "σημαντικότητα" έχει ένα ευρύ πλαίσιο ερμηνειών, οδηγώντας σε διαφορετικούς ορισμούς της κεντρικότητας και επιτρέποντας στους διάφορους δείκτες κεντρικότητας να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το είδος της ροής που θεωρείται σημαντική σε κάθε περίπτωση.

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός κεντρικών κόμβων-χωρών σε δίκτυα που υποδεικνύουν ανεξάρτητη αλλά και συγκριτική εξαγωγική εξωστρέφεια, και η εξέλιξη τους διαχρονικά. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται μια σύνδεση των αποτελεσμάτων της δικτυακής ανάλυσης με γεωπολιτικά και οικονομικά γεγονότα της περιόδου αυτής.

Στο 1ο κεφάλαιο παρατίθενται οι βασικότεροι τομείς στους οποίους εφαρμόζεται η θεωρία δικτύων σήμερα. Στο 2ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βασική θεωρία ως προς την δομή και τα διάφορα είδη δικτύων. Στο 3ο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση των ορισμών και της έννοιας των δεικτών κεντρικότητας που χρησιμοποιήθηκαν. Στο 4ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους δείκτες assortativity και modularity. Στο 5ο κεφάλαιο, αναλύονται οι μακροοικονομικοί δείκτες σύμφωνα με τους οποίους σχηματίστηκαν τα δίκτυα. Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μέθοδος ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες, με την βοήθεια της οποίας προσδιορίστηκαν οι σημαντικότερες κεντρικότητες σε κάθε δίκτυο. Στο 7ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή στα εμπορικά δίκτυα εξαγωγών, τα αποτελέσματα και η ερμηνεία αυτών. Τέλος στο 8ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας.



SUMMARY

In recent years, network theory becomes more and more popular, as the mathematical tool that can describe successfully complex systems. Particularly the mathematical framework of network theory, made possible the extraction of useful information in biological, economic and social systems. Although the development of network approach in trade is recent, has been the setting stone, for the construction of various theoretical models and tools important for the quantify and measure of the trade market.

In network theory, centralities, indicate the importance of every node. The term ‘importance’ has a variety of interpretations, leading to different definitions of centralities. So, these centrality measures can be classified according to the type of the flow that is considered as important in each case.

Main purpose of this thesis is the specifying of central nodes-countries, in networks that indicate independent export outreach as well as a comparative one across Europe. Also, a correlation between the results of this network analysis and significant geopolitical and economic results of this period is presented.

In the first chapter, the basic sectors of network theory appliance are stated. In the second chapter the basic graph theory components are presented. In the third chapter the definitions of the used centrality measures are introduced. In the fourth chapter the assortativity and modularity concepts are stated. In the fifth chapter, the macroeconomic indexes used for the networks’ construction are analyzed. In the sixth chapter. In the seventh chapter, the trade network analysis is introduced as long as the results and their interpretation. Finally in the eight chapter the conclusion of the theses are presented.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πολύπλοκα Συστήματα και Δίκτυα».

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή μου κ.Καραγιάννη Βασίλειο για την βοήθεια και τις καίριες υποδείξεις που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου για την υποστήριξή τους σε αυτή τη προσπάθειά μου.

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή στα Δίκτυα

1.1 Εισαγωγή

Η Θεωρία Δικτύων αποτελεί την μελέτη των γράφων ως μία αναπαράσταση είτε συμμετρικών είτε ασύμμετρων σχέσεων μεταξύ διακριτών αντικειμένων. Στην Επιστήμη των Υπολογιστών και στην Επιστήμη των Δικτύων, η Θεωρία Δικτύων αποτελεί μέρος της Θεωρίας Γράφων: ένα δίκτυο μπορεί να οριστεί ως ένας γράφος του οποίου οι κόμβοι και/ή οι ακμές έχουν κάποια χαρακτηριστικά (λ.χ. ονόματα).

Η Θεωρία Δικτύων έχει εφαρμογή σε πολλά πεδία συμπεριλαμβανομένων αυτών της στατιστικής, μοριακής φυσικής, επιστήμης υπολογιστών, ηλεκτρονικής μηχανικής, βιολογίας, οικονομικών, χρηματοοικονομικών, κλιματολογίας, οικολογίας, δημόσιας υγείας, και κοινωνιολογίας. Εφαρμογές της Θεωρίας Δικτύων αποτελούν τα λογιστικά δίκτυα, ο Παγκόσμιος Ιστός, το Internet, τα μεταβολικά δίκτυα, τα κοινωνικά δίκτυα και άλλα.

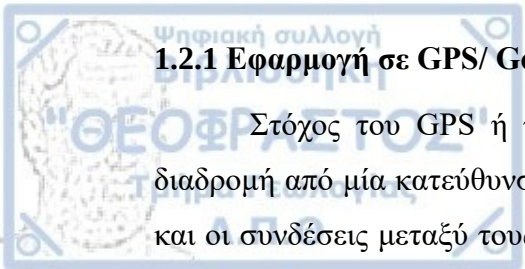
Η λύση του Euler στο πρόβλημα των Επτά Γέφυρων του Konisberg, θεωρείται η πρώτη αληθινή απόδειξη στην Θεωρία Δικτύων [1].



Σχήμα 1 : Παράδειγμα δικτύου με 8 κορυφές και 10 ακμές

1.2 Πεδία Εφαρμογών της Επιστήμης των Δικτύων

Τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για να μοντελοποιήσουν πολλά προβλήματα σε διάφορα πεδία, καθώς αποτελούν δυναμικά και ευέλικτα εργαλεία μοντελοποίησης. Παρακάτω αναφέρονται μερικά παραδείγματα πεδίων εφαρμογής τους [3].



1.2.1 Εφαρμογή σε GPS/ Google Maps.

Στόχος του GPS ή του Google Maps είναι να προσδιορίσει την βέλτιστη διαδρομή από μία κατεύθυνση προς μία άλλη. Οι προορισμοί αποτελούν τις κορυφές και οι συνδέσεις μεταξύ τους τις ακμές, συμπεριλαμβάνοντας και τις αποστάσεις. Η βέλτιστη διαδρομή υπολογίζεται μέσω του λογισμικού. Σχολεία/Εκπαιδευτήρια χρησιμοποιούν την ίδια μέθοδο για να συλλέξουν τους μαθητές από τα σημεία [3].

1.2.2 Εφαρμογή στην Ρύθμιση της Οδικής Κυκλοφορίας

Για να μελετηθεί το πρόβλημα της διαχείρισης της κυκλοφορίας σε ένα αυθαίρετο σημείο μιας διασταύρωσης, πρέπει να μοντελοποιηθεί μαθηματικά χρησιμοποιώντας ένα απλό δίκτυο για την ανάκτηση των δεδομένων κυκλοφορίας.

Οι ακμές του στοιχειώδους δικτύου, θα αναπαριστούν την επικοινωνία μεταξύ των κόμβων σε μια διασταύρωση. Σε αυτό το δίκτυο, οι ροές που μπορούν να κινηθούν ταυτόχρονα χωρίς πρόβλημα προς οποιαδήποτε κατεύθυνση ενώνονται με ακμές ενώ σε αντίθετη περίπτωση δεν ενώνονται. Η λειτουργία των σηματοδοτών και ο χρόνος μεταξύ τους είναι το πρόβλημα που επιλύεται μέσω του δικτύου. Με την μέθοδο χρωματισμού των κορυφών, επιλύονται οι περιπτώσεις παράβασης του χώρου και του χρόνου προσδιορίζοντας τον χρωματικό αριθμό για τον αριθμό των κύκλων που είναι απαραίτητοι[3].

1.2.3. Εφαρμογή σε Social Networks

Συνδεόμαστε με φίλους μέσω Social media ή ένα video γίνεται viral, σε αυτές τις περιπτώσεις ο χρήστης αποτελεί κορυφή και οι υπόλοιποι συνδεδεμένοι χρήστες παράγουν μια ακμή, επομένως ένα video μπορεί να γίνει viral όταν αγγίζει ορισμένο σημείο συνδέσεων.

Στην κοινωνιολογία, οικονομία, πολιτική επιστήμη, κοινωνική βιολογία, ψυχολογία, ανθρωπολογία, ιστορία και άλλες παρόμοιες επιστήμες, είναι συχνό φαινόμενο η ανάγκη να μελετηθεί κάποια κοινότητα βάσει της δομής των συνδέσεων μεταξύ αυτής της κοινότητας.

Παραδείγματα τέτοιων δικτύων μπορούν να αποτελέσουν δίκτυα φίλων σε κάποιο σχολείο ή στο Facebook, δίκτυα υποστήριξης σε κάποιο χωριό ή πολιτικά/επιχειρηματικά δίκτυα διασυνδέσεων.

Σε τέτοιου είδους δίκτυα βασικά ερωτήματα αποτελούν: το πως διαμορφώνεται η ροή της πληροφορίας ή του πλούτου, ή το πως διαμορφώνονται οι απόψεις συγκριτικά με την δομή του δικτύου, και ποιοι συμμετέχοντες έχουν την μεγαλύτερη επίδραση.

Στην Ιατρική, το ενδιαφέρον έγκειται σε δίκτυα φυσικής επαφής ανθρώπων με στόχο την μοντελοποίηση/αποφυγή επιδημιών[3].



Σχήμα 2: Απλοποιημένη αναπαράσταση κοινωνικού δικτύου

Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 70', η εμπειρική μελέτη των δικτύων έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην κοινωνική επιστήμη, και πολλά από τα μαθηματικά και στατιστικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται στην μελέτη των δικτύων εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά στην κοινωνιολογία.

Μεταξύ άλλων, η ανάλυση κοινωνικών δικτύων έχει χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση της διάδοσης νέων, καινοτομιών και φημών.

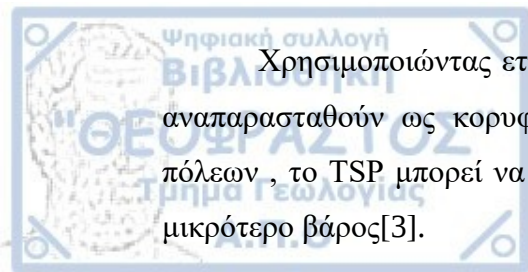
Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί στην μελέτη των αγορών, έτσι ώστε να εξεταστεί ο ρόλος της ανταλλακτικής εμπιστοσύνης και των κοινωνικών μηχανισμών στην απόδοση τιμών.

Παρόμοια, έχει χρησιμοποιηθεί στην μελέτη ένταξης σε πολιτικά κινήματα και κοινωνικών οργανώσεων, όπως επίσης και στην κατανόηση επιστημονικών διαφορών αλλά και ακαδημαϊκού κύρους.

Πρόσφατα, η Ανάλυση Δικτύων έχει αποκτήσει σημαντική χρήση σε εφαρμογές στρατιωτικής ευφυΐας, για την αποκάλυψη δικτύων εξεγέρσεων ιεραρχικής ή μη φύσεως.[1]

1.2.4. Εφαρμογή στο Travelling Salesman's Problem (TSP)

Το TSP αποτελεί ένα ιδιαίτερο πρόβλημα που βασίζεται στον κύκλο Hamilton. Η διατύπωση του προβλήματος έχει ως εξής: Δεδομένου ενός αριθμού πόλεων και του κόστους μετακίνησης από την μία πόλη στην άλλη, ζητείται να βρεθεί η οικονομικότερη κυκλική διαδρομή η οποία διέρχεται από όλες τις πόλεις ακριβώς μία φορά και τερματίζει στην αρχική πόλη



Χρησιμοποιώντας ετυμολογία θεωρίας δικτύων , όπου οι πόλεις μπορούν να αναπαρασταθούν ως κορυφές και οι ακμές ως το κόστος μεταξύ συνδεδεμένων πόλεων , το TSP μπορεί να επιλυθεί μέσω της εύρεσης του κύκλου Hamilton με το μικρότερο βάρος[3].

1.2.5. Εφαρμογή στην Επιστήμη των Υπολογιστών

Τα δίκτυα υπολογιστών αποτελούν τα πιο διαδεδομένα στην σημερινή εποχή. Σε τέτοια δίκτυα, ενεργοποιείται το packet routing κατά μήκους του δικτύου.

Στόχος είναι η διαπίστωση της συντομότερης διαδρομής μεταξύ κόμβων, ανάλυση του traffic και η αναζήτηση του fastest root μεταξύ των κόμβων. Κλασικοί αλγόριθμοι όπως ο Dijkstra's, Bellman-Ford χρησιμοποιούνται με διάφορους τρόπους για την εξαγωγή αποτελεσμάτων[3].

1.2.6. Data Mining Εφαρμογές

Data Mining καλείται η διαδικασία αντίληψης χρήσιμων δεδομένων από τεραστίου μεγέθους συνόλων δεδομένων, με τη βοήθεια διάφορων μεθόδων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, τα δεδομένα με τα οποία ασχολείται η Επιστήμη των Δεδομένων μπορούν να αναπαρασταθούν ως δίκτυα.

Αυτά τα δίκτυα μπορούν να παραχθούν εφαρμόζοντας γνωστούς αλγόριθμους και τεχνικές της Θεωρίας Δικτύων[3].

Κεφάλαιο 2 : Θεωρία Γράφων

2.1 : Εισαγωγή στη θεωρία γράφων

Με τον όρο “δίκτυο” αναφερόμαστε ουσιαστικά σε μία έννοια που περιγράφει ένα αντικείμενο που αποτελείται από στοιχεία ή αλληλεπιδράσεις ή συνδέσεις μεταξύ αυτών των στοιχείων. Για παράδειγμα, το Διαδίκτυο είναι ένα δίκτυο που αποτελείται από κόμβους (routers, hosts) και συνδέσεις μεταξύ αυτών των κόμβων (π.χ. καλώδια ινών). Ο φυσικός τρόπος να αποτυπώσουμε μοντέλα δικτύων με μαθηματικό τρόπο παρέχεται από την έννοια των γράφων.

Ένας γράφος $G = (V, E)$ είναι ένα αφηρημένο αντικείμενο που σχηματίζεται από ένα σετ V κορυφών (κόμβων) και ένα σετ E ακμών, οι οποίες ενώνονται με τους κόμβους. Το σετ κορυφών και το σετ ακμών ενός γράφου G συμβολίζονται ως $V(G)$ και $E(G)$ αντίστοιχα. Το πλήθος των στοιχείων του συνόλου V συνήθως συμβολίζεται ως n , ενώ το πλήθος των στοιχείων του συνόλου E ως m . Εάν δύο κορυφές ενώνονται από μια ακμή, είναι γειτονικές και αποκαλούνται γείτονες. Ένας γράφος μπορεί είναι είτε κατευθυνόμενος είτε μη κατευθυνόμενος. Μία μη κατευθυνόμενη ακμή που ενώνει κορυφές $u, v \in V$ συμβολίζεται ως $\{u, v\}$. Σε έναν κατευθυνόμενο γράφο, κάθε κατευθυνόμενη ακμή έχει μια προέλευση και έναν προορισμό. Μια ακμή με προέλευση $u \in V$ και προορισμό $v \in V$ δηλώνεται από ένα ζεύγος (u, v) . Για λόγους συντομίας, μια ακμή $\{u, v\}$ ή (u, v) συμβολίζεται επίσης και ως uv . Σε έναν κατευθυνόμενο γράφο, ως uv συμβολίζεται το ζεύγος (u, v) , ενώ σε ένα μη κατευθυνόμενο γράφο, είτε αναφερθούμε σε uv είτε σε vu είναι το ίδιο, μιας και τα δύο αντιπροσωπεύουν το $\{u, v\}$. Για έναν κατευθυνόμενο γράφο $G=(V, E)$, ο αντίστοιχος μη κατευθυνόμενος γράφος είναι ένας μη κατευθυνόμενος γράφος με σετ κορυφών V , ο οποίος έχει μη κατευθυνόμενη ακμή μεταξύ δύο κορυφών $u, v \in V$ εάν (u, v) , ή (v, u) ανήκουν στο E . Γράφοι που έχουν και κατευθυνόμενες ακμές και μη κατευθυνόμενες ακμές ονομάζονται ανάμεικτοι γράφοι, αλλά τέτοιου είδους γράφοι είναι σπάνιοι και δεν θα αναλυθούν περαιτέρω.[7]

2.2 : Multigraphs

Τόσο στους μη κατευθυνόμενους, όσο και στους κατευθυνόμενους γράφους, επιτρέπουμε το σετ ακμών E να περιέχει την ίδια ακμή αρκετές φορές, πχ. το E μπορεί να είναι ένα πολυσύνολο. Εάν μία ακμή εμφανίζεται αρκετές φορές στο E , τα αντίγραφα αυτής της ακμής αποκαλούνται παράλληλες ακμές. Γράφοι με παράλληλες ακμές ονομάζονται επίσης multigraphs. Ένας γράφος ονομάζεται απλός, εάν κάθε μία από τις ακμές του περιέχεται στο E μόνο μία φορά, πχ. εάν ο γράφος δεν περιέχει

παράλληλες ακμές. Μια ακμή που ενώνει μια κορυφή με τον εαυτό της ονομάζεται loop. Ένας γράφος ονομάζεται loop-free εάν δεν έχει loop. Υποθέτουμε ότι οι γράφοι είναι loop-free, εκτός κι αν προσδιορίζονται διαφορετικά.[7]

2.3 : Γράφοι με βάρη

Συχνά είναι χρήσιμο να συσχετίζονται οι αριθμητικές τιμές (βάρη) με τις ακμές ή τις κορυφές ενός γράφου $G=(V,E)$. Εδώ θα αναφερθούμε συγκεκριμένα στα βάρη ακμών. Τα βάρη ακμών αναπαρίστανται ως μία συνάρτηση $\omega : E \rightarrow \mathbb{R}$ η οποία αντιστοιχίζει κάθε ακμή $e \in E$ με ένα βάρος $\omega(e)$. Τα βάρη ακμών μπορούν να περιγράψουν διάφορες ιδιότητες όπως το κόστος (πχ. χρόνος ταξιδιού ή απόσταση), τη χωρητικότητα, τη δύναμη αλληλεπίδρασης ή την ομοιότητα. Τα χαρακτηριστικά των βαρών των ακμών μαρτυρούνται από την επιλογή του ονόματος της συνάρτησης. Γενικά, θα συμβολίζουμε με ω τα βάρη ακμών που εκφράζουν κόστη και άλλα γράμματα για να συμβολίσουμε βάρη ακμών που εκφράζουν χωρητικότητες ή δυνάμεις αλληλεπίδρασης. Τέλος, ένας γράφος χωρίς βάρη $G = (V,E)$ ισούται με ένα γράφο με βάρη και μονάδα βάρους ακμής $\omega(e) = 1$ για όλα τα $e \in E$. [7]

2.4 : Βαθμοί

Ο βαθμός μιας κορυφής v ενός μη κατευθυνόμενου γράφου $G=(V,E)$, που συμβολίζεται ως $d(v)$, είναι ο αριθμός των ακμών στο E που έχουν v άκρα ακμής. Εάν G είναι ένας multigraph, τότε οι παράλληλες ακμές υπολογίζονται σύμφωνα με την πολλαπλότητα στο E . Το σετ ακμών που έχει v άκρα ακμής συμβολίζεται $\Gamma(v)$. Το σετ γειτόνων του v συμβολίζεται $N(v)$. Σε ένα κατευθυνόμενο γράφο $G=(V,E)$, ο out-degree του $v \in V$ συμβολίζεται ως $d^+(v)$ και είναι ο αριθμός των ακμών στο E που έχουν προέλευση v . Ο in-degree του $v \in V$, συμβολίζεται $d^-(v)$ και είναι ο αριθμός των ακμών με προορισμό v . Για γράφους με βάρη, όλες αυτές οι έννοιες γενικεύονται αθροίζοντας τα βάρη ακμών. Το σετ ακμών με προέλευση v συμβολίζεται ως $\Gamma^+(v)$, ενώ το σετ ακμών με προορισμό ως $\Gamma^-(v)$. Το σετ προορισμών των ακμών στο $\Gamma^+(v)$ συμβολίζεται ως $N^+(v)$, ενώ το σετ προελεύσεων των ακμών στο $\Gamma^-(v)$ ως $N^-(v)$. Εάν ένας προς μελέτη γράφος δεν είναι ξεκάθαρος, τότε αυτές οι έννοιες μπορούν να αυξηθούν με το να ορίζουμε το γράφο ως δείκτη. Για παράδειγμα, το $dG(v)$ συμβολίζει το βαθμό του v στο G . Ο μέγιστος και ελάχιστος βαθμός ενός μη κατευθυνόμενου γράφου $G = (V,E)$ συμβολίζονται ως $\Delta(G)$ and $\delta(G)$ αντίστοιχα. Ένας μη κατευθυνόμενος γράφος $G = (V,E)$ καλείται regular όταν όλες οι κορυφές έχουν τον ίδιο βαθμό, ενώ r -regular εάν ο βαθμός είναι ίσος με το r . [7]

2.5 : Υπογράφημα

Ένας γράφος $G' = (V', E')$ είναι ένα υπογράφημα του γράφου $G = (V, E)$, εάν $V' \subseteq V$ και $E' \subseteq E$. Μιλάμε για ένα υπογράφημα, όταν το E' περιέχει όλες τις ακμές $e \in E$ που ενώνουν κορυφές στο V' . Το υπογράφημα του $G=(V,E)$ με σετ κορυφών $V' \subseteq V$ συμβολίζεται ως $G[V']$. Το υπογράφημα με σετ ακμών $E' \subseteq E$, συμβολίζεται ως $G[E']$, είναι ένα υπογράφημα $G' = (V', E')$ του G , όπου V' είναι ένα σετ όλων των κορυφών στο V τα οποία είναι άκρα ακμών τουλάχιστον μίας ακμής στο E' . Εάν C είναι ένα υποσύνολο του V , τότε ως $G - C$ συμβολίζεται το γράφημα που προκύπτει όταν από το G αφαιρεθούν όλες οι κορυφές του C και οι ακμές τους. Εάν F είναι ένα υποσύνολο του E , τότε $G - F$ συμβολίζεται ο γράφος που προκύπτει όταν από το G αφαιρεθούν όλες οι ακμές του F . [7]

2.6 : Περίπατος, Μονοπάτι, Κύκλος

Ένας περίπατος από το x_0 στο x_k σε ένα γράφο $G=(V,E)$ είναι μια ακολουθία $x_0, e_1, x_1, e_2, x_2, \dots, x_{k-1}, e_k, x_k$ από κορυφές και ακμές, όπου $e_i = \{x_{i-1}, x_i\}$ σε μη κατευθυνόμενο και $e_i = (x_{i-1}, x_i)$ σε ένα κατευθυνόμενο. Το μήκος του περιπάτου ορίζεται ως ο αριθμός των ακμών ενός περιπάτου. Ο περίπατος ονομάζεται μονοπάτι, εάν $e_i \neq e_j$ για $i \neq j$, και το μονοπάτι ονομάζεται απλό εάν $x_i \neq x_j$ για $i \neq j$. Ένα μονοπάτι με $x_0 = x_k$ ονομάζεται κύκλος. Ένας κύκλος είναι απλός εάν $x_i \neq x_j$ για $0 \leq i < j \leq k - 1$. [7]



Κεφάλαιο 3 : Centralities

3.1: Subgraph Centrality Scores

Ως Subgraph Centrality Score του κόμβου i ορίζεται το άθροισμα των κλειστών περιπάτων διαφόρων μηκών που ξεκινούν κι τελειώνουν στον κόμβο i . Καθώς αυτό το άθροισμα περιλαμβάνει τετριμμένους και μη τετριμμένους κλειστούς περιπάτους, συνυπολογίζουμε όλα τα υπογραφήματα κυκλικά και μη κυκλικά, αντίστοιχα. Η συνεισφορά αυτών των περιπάτων μειώνεται όσο το μήκος αυτών αυξάνεται. Αυτός ο κανόνας βασίζεται στην παρατήρηση ότι τα μοτίβα σε πραγματικά δίκτυα είναι μικρά υπογραφήματα. Η ακραία περίπτωση έγκειται μόνο σε κλειστό περίπατο μήκους δυο μόνο, δίνοντας μηδενικό βάρος σε μεγαλύτερους περιπάτους. [8]

3.2 : Topological coefficient

Topological coefficient, $T(n)$ ενός κόμβου n με $k(n)$ γείτονες ορίζεται ως:

$$T(n) = \text{avg}(J(n, m)) / k(n)$$

όπου $J(n, m)$ υπολογίζεται για όλους τους κόμβους m που έχουν τουλάχιστον έναν κοινό γείτονα με τον κόμβο n . Η τιμή $J(n, m)$ είναι ο αριθμός των γειτόνων που έχουν κοινούς οι κόμβοι n και m , και επιπλέον ένα αν υπάρχει ακμή που να συνδέει τον κόμβο n και m . Κόμβοι οι οποίοι έχουν έναν ή κανένα γείτονα έχουν τιμή topological coefficient ίση με το 0. [12]

3.3: Average Distance

Η centrality average distance, ενός κόμβου u σε σχέση με τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου ορίζεται ως:

$$C_u = \sum_{w \in V} \text{dis}(u, w) / (n-1)$$

και πρόκειται για το αντίστροφο της closeness centrality. [13]

3.4 : Barycenter Centrality

Η barycenter centrality ενός κόμβου v ορίζεται ως :

$$1/(\text{άθροισμα των αποστάσεων του κόμβου } v \text{ από όλους τους υπόλοιπους κόμβους})$$

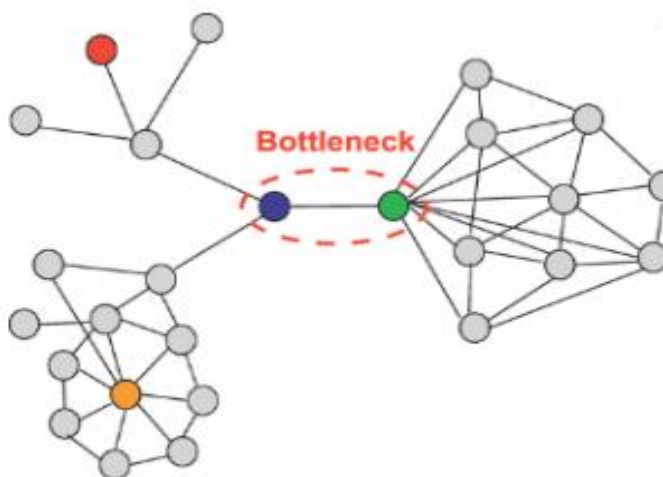
Επομένως, αν το συνολικό άθροισμα των αποστάσεων από όλους τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου είναι υψηλός, σημαίνει ότι ο κόμβος αυτός είναι μη κεντρικός , αφού δεν είναι άμεσα συνδεδεμένος με πολλούς άλλους κόμβους του δικτύου.[14]

3.5 : BottleNeck Centrality

Η BottleNeck Centrality ενός κόμβου v ορίζεται ως:

$$BN(v) = \sum (P(s)(v), s \text{ in } v)$$

Έστω ότι $T(s)$ είναι το συντομότερο δέντρο μονοπατιών με αρχή τον κόμβο s . $P(s)(v) = 1$, εάν περισσότερα από $|V(T(s))|/4$ από τον κόμβο s στους υπόλοιπους κόμβους του $T(s)$ συναντώνται στον κόμβο v , αλλιώς $P(s)(v) = 0$. [15]



Επομένως κόμβοι με υψηλό betweenness καλούνται bottlenecks, και όπως οι κόμβοι hubs αναπαριστούν σημαντικά σημεία του δικτύου επίσης.

3.6 : Centroid Value

Η centroid value $C_{cen}(v)$ ενός κόμβου v ορίζεται ως:

$$C_{cen}(v) := \min(f(v, w) : w \in V(v))$$

Όπου $f(v, w) := \gamma(v, w) - \gamma(w, v)$, και $\gamma(v, w)$ είναι το πλήθος των κόμβων εγγύτερων του v απ' ότι του w . [16]

Η centroid value centrality, είναι μια από τις πιο πολύπλοκες centrality index. Υπολογίζεται εστιάζοντας τον υπολογισμό σε ζεύγη κόμβων (v, w) και συστηματικά μετρώντας τους κόμβους που είναι πλησιέστερα (με την έννοια του shortest path) στον v ή στον w . Ο υπολογισμός συνεχίζεται συγκρίνοντας την απόσταση του κόμβου από τους υπόλοιπους κόμβους με την απόσταση όλων των κόμβων από τους υπόλοιπους κόμβους. Επομένως, αυτός ο υπολογισμός προσφέρει ένα centrality index πάντοτε σταθμισμένο σύμφωνα με τις τιμές όλων των υπόλοιπων κόμβων του δικτύου. Όντως ο κόμβος με την υψηλότερη τιμή centroid value είναι επίσης ο κόμβος με το υψηλότερο πλήθος γειτόνων (όχι μόνο άμεσων) συγκρινόμενου με όλους τους υπόλοιπους κόμβους. Με άλλα λόγια, ο κόμβος v με την υψηλότερη τιμή centroid value είναι ο κόμβος με τον υψηλότερο αριθμό γειτόνων συνδεδεμένων μέσω του shortest path με τον v . Η centroid value, υποδεικνύει ότι ένας συγκεκριμένος κόμβος έχει κεντρική θέση μέσα σε μια περιοχή ενός δικτύου, με υψηλή πυκνότητα. [17]

3.7: Closeness Centrality (Freeman)

Η Freeman Closeness Centrality ορίζεται ως:

$$1/\sum(d(v, i), i \neq v)$$

Καθώς η closeness centrality τείνει στο άπειρο εάν δεν υπάρχει μονοπάτι μεταξύ δυο κόμβων, προϋπόθεση για τον υπολογισμό της είναι ένα ισχυρά συνδεδετικό δίκτυο. Σε ένα δίκτυο εάν δεν υπάρχει άμεσο μονοπάτι μεταξύ του κόμβου v και i , τότε ο συνολικός αριθμός των κόμβων χρησιμοποιείται στον υπολογισμό αντί για το μήκος του μονοπατιού. [18]

3.8: Decay Centrality

Decay Centrality ενός κόμβου x σε ένα δίκτυο G ορίζεται ως:

$$\sum(\sigma^d(x,y), y \in V(G))$$

όπου $d(x,y)$ αποτελεί την απόσταση μεταξύ των x και y και σ βρίσκεται στο $(0,1)$ και αποτελεί σταθερή παράμετρο.[19]

Η Decay Centrality, αποτελεί ένα μέτρο centrality, στο οποίο ένας κόμβος ανταμείβεται ανάλογα με το πόσο κοντά βρίσκεται σε άλλους κόμβους, με τρόπο όμως, που πολύ μακρινοί κόμβοι έχουν μικρότερο βάρος απ' ό τι οι κοντινότεροι (βλ. Jackson, 2008). Για μικρές τιμές της παραμέτρου σ , η decay centrality αποδίδει πολύ περισσότερο βάρος σε κοντινότερους κόμβους, επομένως γίνεται ανάλογη της degree centrality ενώ για υψηλές τιμές της παραμέτρου μετράει το μέγεθος της συνιστώσας στην οποία βρίσκεται ένας κόμβος.

Θεωρείται ότι είναι πιο πλούσια από άλλα μετρήσιμα αποστάσεων, καθώς αποδίδει την ιδέα του ότι η σημαντικότητα ενός κόμβου ως προς έναν άλλο είναι ανάλογη της απόστασης τους.[20]

3.9: Degree Centrality

Η degree centrality αποτελεί μια από τις πιο κοινές και εύκολες στον υπολογισμό centralities. Πρόκειται απλά για τον βαθμό ενός κόμβου, τον αριθμό των ακμών που έχει. Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός τόσο πιο κεντρικός θεωρείται ο κόμβος. Αυτό το μέτρο κεντρικότητας μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματικό για την ερμηνεία της σημαντικότητας ενός κόμβου καθώς πολλοί κόμβοι με μεγάλο βαθμό εκδηλώνουν και υψηλές τιμές σε άλλα μέτρα κεντρικότητας.

Η degree centrality είναι ένας καλός δείκτης του πόσες συνδέσεις έχει ένας κόμβος, αλλά δεν υποδεικνύει απαραίτητα την σημαντικότητα ενός κόμβου ή το πόσο κεντρικός είναι σε σχέση με άλλες ομάδες κόμβων.[21]

3.10: Diffusion Degree Centrality

Η diffusion degree centrality ενός κόμβου v ορίζεται ως:

$$C_{DD}(v) = \lambda(v) * C_D(v) + \sum(\lambda(i) * C_D(i), i \in neighbors(v))$$

Όπου $C(DD)$ είναι ο βαθμός ενός κόμβου v , και λ είναι η πιθανότητα διάδοσης του κόμβου. Σε μια διαδικασία διάδοσης, ένας κόμβος v με πιθανότητα διάδοσης

$\lambda(v)$, μπορεί να ενεργοποιήσει έναν γειτονικό του κόμβο u με πιθανότητα $\lambda(v)$.

Όταν η διαδικασία διάδοσης διαχέεται στο επόμενο επίπεδο, οι ενεργοί γείτονες του κόμβου v , θα προσπαθήσουν να ενεργοποιήσουν τους μη ενεργούς γείτονες. Επομένως η αθροιστική συνεισφορά στην διαδικασία διάδοσης, μέσω των γειτόνων του v , μεγιστοποιείται όταν όλοι οι γείτονες είναι ενεργοποιημένοι στο προηγούμενο βήμα.

Ο ψευδοκώδικας υπολογισμού φαίνεται παρακάτω:

Algorithm 1 Diffusion Degree Calculation

```
1: function DIFFUSIONDEGREE( $v$ )
2:    $sum \leftarrow 0$ 
3:   for all  $u \in neighbor(v)$  do
4:      $Exp_u \leftarrow 0$ 
5:     for all  $i \in neighbor(u)$  do
6:        $Exp_u \leftarrow Exp_u + \lambda_{i,u}$ 
7:     end for
8:      $sum \leftarrow sum + \lambda_{u,v} * (1 + Exp_u)$ 
9:   end for
10:  return  $sum$ 
11: end function
```

Με ιδιαίτερης σημασίας εφαρμογή σε κοινωνικά δίκτυα και δίκτυα επιρροής ο δείκτης κεντρικότητας diffusion degree μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής:

Στις κοινωνικές σχέσεις, δεχόμαστε συμβουλές από τους φίλους και την οικογένεια μας, και έχει παρατηρηθεί ότι, συνήθως, οι απόψεις μας σχηματίζονται πάνω σε ένα πρόβλημα/ζήτημα είτε προσωπικά είτε έχοντας απευθυνθεί σε κάποιο γνωστό μας άτομο. Μερικές φορές μπορεί να εμπιστευθούμε κάποιον, εάν είναι φίλος φίλου, ακόμα και αν δεν είναι άμεσα φιλικό μας πρόσωπο. Παρ' όλα αυτά, όσο αυτή η απόσταση σχέσης μεγαλώνει, άλλο τόσο μειώνεται η εμπιστοσύνη και άρα η επίδραση.[22]

3.11: DMNC – Density of Maximum Neighborhood Component

Η centrality DMNC ενός κόμβου v υπολογίζεται ως εξής:

$$|E(MNC(v))|/(|V(MNC(v))|^{\epsilonpsilon})$$

με ϵ να ανήκει στο $[1,2]$ και $MNC(v)$ να είναι το μέγιστο συνδετικό υπογράφημα του $G[N(v)]$ όπου $N(v)$ οι γείτονες του κόμβου v . [23]

3.12: Eccentricity Centrality

Η εκκεντρότητα αποτελεί ένα μέτρο κεντρικότητας κόμβου. Η εκκεντρότητα ενός κόμβου v υπολογίζεται, μετρώντας τα συντομότερα μονοπάτια μεταξύ ενός κόμβου v και όλων των υπολοίπων κόμβων σε ένα δίκτυο, και επιλέγοντας στη συνέχεια το μεγαλύτερο από τα συντομότερα μονοπάτια (v, K) είναι το ζεύγος κόμβων όπου ο K έχει την μεγαλύτερη απόσταση από τον v . Όταν το μονοπάτι αυτό προσδιοριστεί με μήκος $\text{dist}(v, K)$, υπολογίζεται ο αντίστροφος του $1/\text{dist}(v, K)$. Με τον τρόπο αυτό, εκκεντρότητα με μεγαλύτερη τιμή υποδεικνύει θετικότερη σημασία ως προς την εγγύτητα κόμβου. Όντως, εάν η εκκεντρότητα ενός κόμβου v είναι υψηλή, σημαίνει ότι όλοι οι υπόλοιποι κόμβοι βρίσκονται σε κοντινή αποσταση. Αντίθετα, εάν η εκκεντρότητα είναι χαμηλή, σημαίνει ότι υπάρχει τουλάχιστον ένας κόμβος (και όλοι του οι γείτονες) που βρίσκονται μακριά από τον κόμβο v . Φυσικά, αυτό δεν σημαίνει ότι υπάρχουν διάφοροι άλλοι κόμβοι που βρίσκονται πολύ πιο κοντά στον κόμβο v . [24]

3.13: Harary Centrality

Η Harary centrality ενός κόμβου v ισούται με $1/(\max_u d(v, u))$, όπου $d(v, u)$ είναι η γεωδесική απόσταση από τον κόμβο u στον v . Κόμβοι με χαμηλές τιμές αυτού του μέτρου κεντρικότητας είναι πιθανότερο να βρίσκονται κοντά στην άκρη ενός γράφου, ενώ αυτές με υψηλότερες τιμές είναι πιθανότερο να βρίσκονται στη μέση. Η διαφορά με την closeness centrality έγκειται στο ότι η τελευταία λαμβάνει υπόψιν το άθροισμα των αποστάσεων αντί της μέγιστης τιμής. [25]

3.14 : Eigenvector Centrality

Η eigenvector centrality είναι ένα μέτρο κεντρικότητας που υποδεικνύει την επιρροή ενός κόμβου στο δίκτυο. Συγκριτικές τιμές, αναθέτονται σε όλους τους κόμβους του δικτύου έτσι ώστε οι συνδέσεις του κόμβου με κόμβους με υψηλές τιμές συνεισφέρουν περισσότερο στην τιμή του μέτρου απ' ό,τι οι αντίστοιχες συνδέσεις με κόμβους με χαμηλές τιμές. Υψηλή τιμή της eigenvector centrality υποδεικνύει ότι ο κόμβος συνδέεται με κόμβους με αντίστοιχης τάξης τιμές της κεντρικότητας.

Κεφάλαιο 4 : Modularity και Assortativity

4.1: Modularity

Ποιοτική συνάρτηση ονομάζεται μία συνάρτηση που αντιστοιχίζει μία τιμή σε κάθε διαμέριση του δικτύου. Διαμερίσεις με υψηλές τιμές θεωρούνται καλές και η διαμέριση με την υψηλότερη τιμή είναι εξ ορισμού η καλύτερη. Επομένως με αυτόν τον τρόπο κατατάσσονται οι διαμερίσεις του δικτύου ανάλογα με την τιμή της ποιοτικής συνάρτησης.

Η πιο γνωστή ποιοτική συνάρτηση είναι η συνάρτηση modularity των Newman και Girvan. Η βασική υπόθεση είναι ότι ένα τυχαίο δίκτυο δεν αναμένεται να έχει δομή κοινοτήτων. Άρα η ύπαρξη ή όχι δομής κοινοτήτων προκύπτει από τη σύγκριση της πυκνότητας των ακμών σε υποδίκτυα του πραγματικού δικτύου και σε υποδίκτυα ενός μοντέλου τυχαίου δικτύου (null model) που κρατάει τον βαθμό κάθε κόμβου σταθερό.

Η συνάρτηση modularity γράφεται ως εξής:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{ij} \left(A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right) \delta(C_i, C_j)$$

όπου το άθροισμα διατρέχει όλα τα ζευγάρια των κόμβων, A είναι ο πίνακας γειτνίασης του μη κατευθυνόμενου δικτύου, m το σύνολο όλων των συνδέσεων του δικτύου, και $P_{ij} = \frac{k_i k_j}{2m}$ είναι ο αναμενόμενος αριθμός ακμών μεταξύ των κόμβων i και j στο null model. Η συνάρτηση δ δίνει 1 αν οι κόμβοι i και j ανήκουν στην ίδια κοινότητα ($C_i = C_j$), αλλιώς 0. [34]

Η συνάρτηση modularity παίρνει τιμές στο διάστημα $[-1, 1]$. Στην τετριμμένη περίπτωση που ολόκληρο το δίκτυο θεωρείται ως μία κοινότητα το modularity είναι 0 αφού οι δύο όροι του αθροίσματος είναι ίσοι. Στην περίπτωση όπου κάθε κόμβος θεωρείται ότι ανήκει στην δική του ξεχωριστή κοινότητα παίρνει αρνητική τιμή, αφού όλοι οι πρώτοι όροι είναι μηδέν.

4.2 : Μέθοδος μεγιστοποίησης modularity

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε για την μεγιστοποίηση της συνάρτησης modularity και την εύρεση των κοινοτήτων είναι ο αλγόριθμος του Clauset. Αποτελεί μία βελτίωση του αλγορίθμου του Newman. Η διαφορά έγκειται στο ότι αντί σε κάθε βήμα να διατηρείται ο πίνακας γειτνίασης και να υπολογίζεται η διαφορά ΔQ_{ij} , σε κάθε βήμα διατηρείται και ανανεώνεται ένας πίνακας με όλες τις τιμές ΔQ_{ij} . Αφού η ένωση δύο κοινοτήτων που δεν συνδέονται με καμία σύνδεση μεταξύ τους δεν μπορεί

να έχει ως αποτέλεσμα αύξηση στη τιμή modularity Q , χρειάζεται μόνο να αποθηκεύονται οι τιμές ΔQ_{ij} για τα ζευγάρια i, j τα οποία ενώνονται με τουλάχιστον μία ακμή. Εφόσον ο πίνακας των τιμών ΔQ_{ij} έχει την ίδια δομή με τον πίνακα γειτνίασης του δικτύου, είναι το ίδιο αραιός, έτσι μπορεί να αναπαρασταθεί με κατάλληλες δομές δεδομένων. [35]

Συνολικά χρειάζεται να διατηρούνται τρεις δομές δεδομένων:

1. Ο αραιός πίνακας που περιέχει τις τιμές ΔQ_{ij} για κάθε ζευγάρι i, j κοινοτήτων με τουλάχιστον μία ακμή μεταξύ τους.
2. Ένα πλήρες δυαδικό δέντρο H που περιέχει την μεγαλύτερη τιμή κάθε γραμμής του πίνακα ΔQ_{ij} μαζί με τα στοιχεία i, j του αντίστοιχου ζεύγους.
3. Ένα διάνυσμα με στοιχεία a_i .

Ο αλγόριθμος ξεκινάει θεωρώντας κάθε κόμβο ότι ανήκει στην δική του ξεχωριστή κοινότητα. Σε αυτή την περίπτωση το πλήθος των συνδέσεων μεταξύ δύο κοινοτήτων e_{ij} είναι 1 αν οι κόμβοι i και j συνδέονται και 0 αλλιώς και $a_i = k_i/2m$.

Επομένως αρχικά ορίζεται $\Delta Q_{ij} = \frac{1}{2m} - k_i k_j / (2m)^2$ αν i, j συνδέονται και 0 αλλιώς.

Επίσης $a_i = \frac{k_i}{2m}$ για κάθε i .

Ο αλγόριθμος αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

1. Υπολογισμός των τιμών ΔQ_{ij} και a_i και δημιουργία του πλήρους δυαδικού δέντρου H με την μεγαλύτερη τιμή κάθε γραμμής του πίνακα ΔQ .
2. Επιλογή της μεγαλύτερης τιμής ΔQ_{ij} από το πλήρες δυαδικό δέντρο H , οι κοινότητες i και j ενώνονται σε μία, ενημερώνεται ο πίνακας ΔQ , το πλήρες δυαδικό δέντρο H και τα στοιχεία του διανύσματος a_i .
3. Το βήμα 2 επαναλαμβάνεται μέχρις ότου μείνει μία μόνο κοινότητα.

4.3 : Assortativity

Assortativity ή δείκτης ομοιότητας ονομάζεται η προτίμηση που παρουσιάζουν οι κόμβοι του δικτύου να συνδέονται με άλλους κόμβους οι οποίοι τους μοιάζουν με κάποιο τρόπο. Παρόλο που το μέτρο ομοιότητας των κόμβων μπορεί να διαφέρει συνήθως εξετάζεται η ομοιότητα των κόμβων ως προς την βαθμική τους κεντρικότητα.

Η συσχέτιση μεταξύ κόμβων όμοιου βαθμού παρατηρείται συχνά σε πολλά πραγματικά δίκτυα. Για παράδειγμα στα κοινωνικά δίκτυα οι κόμβοι τείνουν να συνδέονται με κόμβους οι οποίοι έχουν παρόμοιους βαθμούς. Αντίθετα σε τεχνολογικά και βιολογικά δίκτυα παρουσιάζουν αντίθετη συμπεριφορά δηλαδή κόμβοι υψηλού βαθμού τείνουν να συνδέονται με κόμβους χαμηλού βαθμού.

Το assortativity συνήθως υπολογίζεται ως η συσχέτιση μεταξύ δύο κόμβων, ωστόσο υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να περιγραφεί αυτή η συσχέτιση. Το εξέχον μέτρο είναι ο συντελεστής assortativity.

Ο συντελεστής assortativity είναι ο συντελεστής συσχέτισης Pearson του βαθμού μεταξύ ζευγών συνδεδεμένων κόμβων. Θετικές τιμές υποδεικνύουν συσχέτιση μεταξύ κόμβων όμοιου βαθμού, ενώ αντίθετα αρνητικές τιμές υποδεικνύουν συσχέτιση μεταξύ κόμβων διαφορετικού βαθμού. Η τιμή του συντελεστή assortativity ανήκει στο διάστημα $[-1,1]$. Όταν ο συντελεστής assortativity παίρνει την τιμή 1 το δίκτυο έχει τέλειο μοτίβο ομοιότητας. Αντίθετα όταν παίρνει την τιμή -1 το δίκτυο παρουσιάζει μοτίβο απόλυτης μη-ομοιότητας ενώ όταν παίρνει την τιμή 0 δεν παρουσιάζει κάποιο μοτίβο ως προς την ομοιότητα των κόμβων.

Ο συντελεστής assortativity δίνεται από τον τύπο

$$r = \frac{\sum_{jk} jk(e_{jk} - q_j q_k)}{\sigma_q^2}$$

Ο όρος q_k είναι η κατανομή του υπολειπόμενου βαθμού. Περιγράφει τον αριθμό των ακμών που φεύγουν από τον κόμβο εξαιρουμένης της ακμής που συνδέει το ζευγάρι. Ο όρος e_{jk} αναφέρεται στην κοινή κατανομή πιθανότητας των υπολειπόμενων βαθμών των δύο κόμβων. [36]



Κεφάλαιο 5 : Δείκτες Συγκριτικού Πλεονεκτήματος

5.1 : Εισαγωγή

Μία από τις σημαντικότερες προτάσεις της κλασσικής θεωρίας εμπορίου υποστηρίζει ότι το διεθνές εμπόριο διαμορφώνεται βάσει του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Αυτό σημαίνει ότι μία χώρα με συγκριτικό πλεονέκτημα σε ένα συγκεκριμένο αγαθό θα εξάγει το αγαθό αυτό ενώ μία χώρα με συγκριτικό μειονέκτημα στο ίδιο αγαθό θα το εισάγει. Επομένως, το ερώτημα το οποίο τίθεται είναι ποια είναι η πηγή αυτού του συγκριτικού πλεονεκτήματος, και έχουν υπάρξει πολυάριθμες προσπάθειες για τον προσδιορισμό του.[10]

Παρόλη την επιρροή και την χρησιμότητα αυτών των θεωριών εμπορίου είναι δύσκολη η εφαρμογή του θεωρητικού πλαισίου του συγκριτικού πλεονεκτήματος σε εμπειρική ανάλυση. Ιδιαίτερα, μάλιστα, όταν γίνεται προσπάθεια ανάλυσης της απόδοσης του εμπορίου, καθώς η ιδέα του συγκριτικού πλεονεκτήματος βασίζεται συνήθως σε ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως ανεξάρτητες σχετικές τιμές και κόστη, τα οποία όμως δεν είναι παρατηρήσιμα. Έτσι, χρησιμοποιούνται οι δείκτες αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος (Revealed Comparative Advantages - RCA), οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί με τη χρήση μεταβλητών οι οποίες είναι παρατηρήσιμες μετά την ολοκλήρωση των εμπορικών συναλλαγών. Σκοπός αυτών των δεικτών είναι η ταυτοποίηση του μη εμφανούς μοτίβου του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Πιο συγκεκριμένα, λειτουργούν ως εργαλεία ανίχνευσης του μοτίβου του συγκριτικού πλεονεκτήματος χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα τα οποία υποθετικά προέρχονται από εμπορικές συναλλαγές οι οποίες βασίζονται στη θεωρία συγκριτικού πλεονεκτήματος,[10]

Η μεγαλύτερη καινοτομία σε ότι αφορά τη θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος έγινε από τον οικονομολόγο Béla Alexander Balassa με τη δημιουργία του Balassa's Index (1965) , όπου μέχρι και σήμερα είναι ο πιο διαδεδομένος δείκτης στην ανάλυση της εμπορικής απόδοσης. Ο BI (Balassa's Index) χρησιμοποιείται κυρίως για 3 λόγους. Αρχικά, για να εξεταστεί αν μία χώρα έχει συγκριτικό πλεονέκτημα σε έναν συγκεκριμένο τομέα, συγκρίνοντας την υπολογισμένη τιμή του δείκτη με το ουδέτερο σημείο του δείκτη (dichotomous measure). ¹. Δεύτερον, χρησιμοποιείται ως μέτρο σύγκρισης μεταξύ τομέων μίας συγκεκριμένης χώρας ή ως μέτρο σύγκρισης του ίδιου τομέα μεταξύ χωρών κατατάσσοντας τις υπολογισμένες τιμές του δείκτη (ordinal measure). Τέλος, χρησιμοποιείται για να εξετασθεί σε μία συγκεκριμένη περίοδο πόσο είναι το

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

συγκριτικό πλεονέκτημα ή συγκριτικό μειονέκτημα το οποίο αποκτήθηκε από μία χώρα συγκρίνοντας απευθείας τις υπολογισμένες τιμές του δείκτη (cardinal measure). Ωστόσο, έχουν εκφραστεί αμφιβολίες σε ό,τι αφορά την αποτελεσματικότητα του δείκτη BI, κυρίως για τους 2 τελευταίους λόγους χρήσης του (π.χ. Bowen, 1983, Cai and Leung, 2008, De Benedictis and Tamberi, 2001, De Benedictis and Tamberi, 2004, Hillman, 1980, Yu et al., 2009).[10]

5.2 :Θεωρητική Υποστήριξη

5.2.1 : Συγκριτικό Πλεονέκτημα

Τα κλασικά και νεοκλασικά υποδείγματα (Ricardo, 1817/1951, Ohlin, 1933) υποστηρίζουν ότι μία χώρα με συγκριτικό πλεονέκτημα , δηλαδή μία χώρα η οποία βρίσκεται σε μία οικονομική κατάσταση στην οποία έχει τη δυνατότητα να παράγει ένα συγκεκριμένο αγαθό με συγκριτικά χαμηλότερο κόστος, εξάγει το αγαθό αυτό, ενώ αντίστοιχα μία χώρα με συγκριτικό μειονέκτημα στην παραγωγή αυτού του αγαθού το εισάγει. Στο υπόδειγμα του Ricardo η βασική πηγή του διεθνούς εμπορίου είναι οι διαφορές στην παραγωγικότητα εργασίας μεταξύ των χωρών ενώ στο υπόδειγμα των Heckscher-Ohlin η βασική πηγή του εμπορίου είναι διαφορές στην αφθονία των πόρων που κατέχουν.[10]

Η Νέα Οικονομική Θεωρία Διεθνούς Εμπορίου, η οποία εξηγεί την ύπαρξη ενδοκλαδικού εμπορίου λαμβάνοντας υπόψιν τις υποθέσεις του ατελούς ανταγωνισμού και των αυξουσών αποδόσεων κλίμακας, δεν χρησιμοποιεί ευθέως τον όρο συγκριτικό πλεονέκτημα: ο Krugman (1979) δήλωσε ότι ανέπτυξε ένα “απλό, γενικής ισορροπίας και μη συγκριτικού πλεονεκτήματος υπόδειγμα διεθνούς εμπορίου”, (σελ. 469). Ο όρος συγκριτικό πλεονέκτημα εδώ ,ωστόσο, δεν χρησιμοποιείται με την παραδοσιακή έννοια, δηλαδή πρέπει να μεταφραστεί ως κάτι το οποίο πυροδοτεί το διακλαδικό εμπόριο σε αντίθεση με τις αύξουσες αποδόσεις κλίμακας οι οποίες προκαλούν το ενδοκλαδικό εμπόριο .[10]

Σε αντίθεση με αυτή την παραδοσιακή έννοια, το συγκριτικό πλεονέκτημα χρησιμοποιείται και με μία πιο ευρεία έννοια η οποία δεν στηρίζεται μόνο στο ότι αποτελεί την εναρκτήρια δύναμη του ενδοκλαδικού εμπορίου. Η σύγχρονη έννοια του συγκριτικού πλεονεκτήματος μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί στην βιβλιογραφία με αναφορές σε “εσωτερικές αποδόσεις κλίμακας ως πηγή συγκριτικού πλεονεκτήματος” (Tybout, 1993) ή με αναφορές σε “διαφοροποίηση προϊόντος ως πηγή συγκριτικού πλεονεκτήματος” (Hummels and Levinsohn, 1993). Το ακόλουθο

επιχείρημα του Palley (2008, p.201) φαίνεται να μπορεί να βοηθήσει να γίνει πιο σαφής αυτή η πρόταση:

Δίνεται νέα έμφαση στο γεγονός ότι το συγκριτικό πλεονέκτημα στον σύγχρονο κόσμο δημιουργείται και δεν είναι έμφυτο. Κατά τον 18^ο αιώνα το εμπόριο καθοδηγούνταν από την ανάγκη αναζήτηση; εξωτικών μπαχαρικών και πρώτων υλών. Σε εκείνη την εποχή, το κλίμα και οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι καθόριζαν σε μεγάλο βαθμό το μοτίβο του συγκριτικού πλεονεκτήματος, με την παραδοσιακή έννοια, και δεν μπορούσαν να γίνουν παρεμβάσεις ώστε να αλλάξει αυτό το μοτίβο. Στη σημερινή οικονομία, το συγκριτικό πλεονέκτημα με την σύγχρονη έννοια καθορίζεται από την τεχνολογία, όπου η τελευταία μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τις ανθρώπινες ενέργειες και πολιτικές.’ [10]

Αφήνοντας στην άκρη τη συζήτηση περί παραδοσιακής και σύγχρονης έννοιας του συγκριτικού πλεονεκτήματος ο Davis (1997) ισχυρίζεται ότι γνωρίζοντας την σύνδεση μεταξύ διαθέσιμων πόρων και εμπορικού όγκου, είναι δυνατόν να εξηγηθεί το εμπόριο παρόμοιων αγαθών μεταξύ χωρών με παρόμοιες τεχνολογίες και διαθέσιμους πόρους χρησιμοποιώντας τη λογική του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Με άλλα λόγια, η παραδοσιακή έννοια του συγκριτικού πλεονεκτήματος μπορεί να αποτελέσει την κύρια θεωρητική επεξήγηση του μοτίβου του διεθνούς εμπορίου, παρόλο που η Νέα Οικονομική Θεωρία Διεθνούς Εμπορίου αναφέρει ως ίδιας σημασίας τις αύξουσες αποδόσεις κλίμακας και το συγκριτικό πλεονέκτημα με την παραδοσιακή έννοια (De Benedictis and Tamberi, 2001).[10]

Εν κατακλείδι, η έννοια του συγκριτικού πλεονεκτήματος, ανεξαρτήτως αν αφορά μόνο συγκεκριμένους τομείς του διεθνούς εμπορίου ή όχι , μπορεί να γεφυρώσει τις διάφορες θεωρίες διεθνούς εμπορίου και να θεωρηθεί ως η πηγή η οποία δίνει τη δυνατότητα στο εμπόριο να λάβει χώρα. Υπό αυτή την έννοια, ο Lafay (1992, p.210) αναφέρει ένα κατάλληλο παράδειγμα της σύγχρονης έννοιας του συγκριτικού πλεονεκτήματος, επισημαίνοντας “τις διάφορες οικονομικές συνθήκες κάτω από τις οποίες οι επιχειρήσεις μπορούν να αποκτήσουν συγκριτικό πλεονέκτημα σε μία συγκεκριμένη περιοχή μέσω: 1.της διαθεσιμότητας κατάλληλων φυσικών πόρων στην περιοχή του ενδιαφέροντος τους 2.του χαμηλότερου συγκριτικού κόστους, επιλέγοντας τομείς οι οποίοι ταιριάζουν με τους μακροοικονομικούς παράγοντες της παραγωγής τους 3.του χαμηλότερου συγκριτικού κόστους, καινοτομώντας σε μικροοικονομικό επίπεδο και 4.της κατοχής μονοπωλιακών στοιχείων με τη δημιουργία καινούργιων προϊόντων σε μικροοικονομικό επίπεδο.”[10]

5.2.2: Συγκριτικό Πλεονέκτημα και Αποκαλυπτόμενο Συγκριτικό Πλεονέκτημα

Παρά την επιρροή και τη χρησιμότητα του συγκριτικού πλεονεκτήματος, προκύπτουν δύο σημαντικά προβλήματα κατά την εφαρμογή του θεωρητικού πλαισίου σε εμπειρικές αναλύσεις ιδιαίτερα όταν γίνεται προσπάθεια μέτρησης του συγκριτικού πλεονεκτήματος σε αναλύσεις εμπορικών αποδόσεων. [10]

Ο Ballance et al. (1987) πρότεινε ένα απλό θεωρητικό πλαίσιο το οποίο δείχνει τη σχέση μεταξύ της θεωρητικής έννοιας του συγκριτικού πλεονεκτήματος και των μετρήσεων του συγκριτικού πλεονεκτήματος οι οποίες έχουν πρακτικά αποκτηθεί. Το ακόλουθο διάγραμμα (1) μας επιτρέπει να δούμε με μεγαλύτερη σαφήνεια το ζήτημα.[10]

$$EC \rightarrow CA \rightarrow TPC \rightarrow RCA \quad (1)$$

Σύμφωνα με το διάγραμμα (1) οι οικονομικές συνθήκες (Economic Conditions - EC), οι οποίες ποικίλλουν μεταξύ των χωρών, καθορίζουν το διεθνές μοτίβο του συγκριτικού πλεονεκτήματος (Comparative Advantage - CA), το οποίο βρίσκεται πίσω από το μοτίβο του διεθνούς εμπορίου, της παραγωγής και της κατανάλωσης (Trade Production Consumption - TPC). Έτσι η σχέση μεταξύ EC, CA και TPC περιγράφει αυτό που οι θεωρίες διεθνούς εμπορίου προσπαθούν να προσδιορίσουν: ποιες είναι οι οικονομικές συνθήκες οι οποίες καθορίζουν το συγκριτικό πλεονέκτημα το οποίο με τη σειρά του οδηγεί στη δημιουργία εμπορίου και πως το εμπόριο θα επηρεάσει την οικονομία.[10]

Το ιδανικότερο σενάριο θα ήταν να βρεθούν κατάλληλες μεταβλητές που καθορίζουν το συγκριτικό πλεονέκτημα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμούς οι οποίοι ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των θεωριών διεθνούς εμπορίου, όπως για παράδειγμα η διαφορά των σχετικών τιμών αυτάρκειας και ελευθέρου εμπορίου. Το πρώτο πρόβλημα το οποίο προέκυψε με την θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος είναι ότι από την φύση του σχετίζεται με μη πρατηρήσιμες ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως τιμές αυτάρκειας και κόστη παραγωγής σε κατάσταση αυτάρκειας. Έτσι, οι εμπειρικοί αναλυτές αναζήτησαν τον δεύτερο καλύτερο τρόπο να μετρήσουν το συγκριτικό πλεονέκτημα χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα δεδομένα μετά την πραγματοποίηση των συναλλαγών, όπως εισαγωγές και εξαγωγές, τα οποία αναφέρονται αλλιώς και ως δείκτες Αποκαλυπτόμενου Συγκριτικού Πλεονεκτήματος (Revealed Comparative Advantage – RCA). Οι δείκτες RCA οι οποίοι προτείνονται για την εύρεση των μοτίβων τα οποία βρίσκονται πίσω από το CA και έχουν κατασκευαστεί από το TPC, και πιθανώς και άλλες μεταβλητές οι οποίες προκύπτουν μετά την πραγματοποίηση των συναλλαγών. Αυτό σημαίνει ότι

Ψηφιακή συλλογή
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

, λόγω των πρακτικών περιορισμών που δημιουργούνται, οι δείκτες RCA κατασκευάστηκαν ως εργαλεία ανίχνευσης του μοτίβου του CA χρησιμοποιώντας αποτελέσματα (TPC) τα οποία υποθετικά κυριαρχούνται από μοτίβα του CA. Η συνέπεια αυτής της προσέγγισης του Αποκαλυπτόμενου Συγκριτικού Πλεονεκτήματος είναι ότι μπορεί να υπάρξουν τόσοι δείκτες όσοι και οι συνδυασμοί και οι μετατροπές των σχετικών με το εμπόριο την παραγωγή και κατανάλωση μεταβλητών που χρησιμοποιούνται για να εξάγουν το συγκριτικό πλεονέκτημα (Vollrath, 1991).[10]

Το δεύτερο πρόβλημα που προκύπτει είναι ότι το να καθοριστεί το συγκριτικό πλεονέκτημα σε έναν κόσμο με περισσότερες από δύο χώρες, δύο αγαθά και δύο συντελεστές παραγωγής συχνά δεν είναι τόσο εύκολο όσο είναι σε μία υποθετική οικονομία δύο χωρών, δύο αγαθών και δύο συντελεστών παραγωγής. Επομένως είναι απαραίτητο κάποιο μέτρο το οποίο να παρέχει περισσότερη πληροφορία για μία συγκεκριμένη χώρα από αυτή του αν έχει ή όχι αποκαλυπτόμενο συγκριτικό πλεονέκτημα. Αναπόφευκτα ,έτσι, οι ερευνητές οδηγούνται σε ερωτήματα τα οποία αφορούν ‘τον βαθμό στον οποίο μία χώρα παρουσιάζει πλεονέκτημα έναντι μίας συγκεκριμένης χώρας σε διάφορα αγαθά’ ή ‘τον βαθμό στον οποίο μία χώρα παρουσιάζει πλεονέκτημα έναντι διαφόρων χωρών σε ότι αφορά το εμπόριο ενός συγκεκριμένου αγαθού’ (Hillman, 1980).[10]

Ταυτόχρονα θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν και μία επιπλέον παράμετρος σε ό,τι αφορά τη σχέση μεταξύ θεωρίας και εφαρμογής. Οι De Benedictis and Tamberi (2004) είναι αυτοί οι οποίοι φέρνουν στην επιφάνεια το ζήτημα της ανεξαρτησίας των μετρήσεων από την θεωρία, στηριζόμενοι σε βιβλιογραφία της ολιγοπωλιακής θεωρίας (Cordella, 1998), όπου αναφέρεται ότι ακόμα και αν οι τιμές αυτάρκειας ήταν παρατηρήσιμες πιθανόν να μην μπορούσαν να προβλέψουν το πραγματικό συγκριτικό πλεονέκτημα.[10]

Εν κατακλείδι, προκύπτει ότι οι δείκτες του αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος (RCA) δεν έχουν απαραίτητως μία αποκλειστική και σαφή σύνδεση με την ιδέα του συγκριτικού πλεονεκτήματος (CA). Σύμφωνα με τους Drabicki and Takayama (1979) η αιτιοκρατική σχέση μεταξύ του συγκριτικού πλεονεκτήματος (CA) και του μοτίβου του εμπορίου, της παραγωγής και της κατανάλωσης (TPC) δεν ισχύει σε έναν κόσμο πέραν των δύο χωρών, δύο αγαθών και δύο συντελεστών παραγωγής. Ωστόσο, παρουσιάστηκε από τον Deardorff (1980) ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ καθαρών εξαγωγών και σχετικών τιμών αυτάρκειας υπό σχετικά γενικές συνθήκες, το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι , ενώ το συγκριτικό

πλεονέκτημα μπορεί να μην είναι με ακρίβεια μετρήσιμο, οι δείκτες όμως οι οποίοι στηρίζονται σε δεδομένα παρατηρήσιμα μετά την ολοκλήρωση των εμπορικών συναλλαγών μπορεί να αποκαλύψουν πολλά περισσότερα για το μοτίβο του συγκριτικού πλεονεκτήματος το οποίο κρύβεται από πίσω (Ballance et al., 1987). Συνοπτικά, παρόλη την έλλειψη του θεωρητικού πλαισίου για τους δείκτες αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος (RCA), υπάρχει ελπίδα ότι μπορούν και πάλι να παρέχουν κατάλληλη πληροφορία σε ό,τι αφορά το συγκριτικό πλεονέκτημα¹. [10]

5.2.3: Δείκτες Αποκαλυπτόμενου Συγκριτικού Πλεονεκτήματος (RCA) και η χρήση τους

Παραδοσιακά οι δείκτες αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος (RCA) χρησιμοποιούνται ως μέτρα τα οποία μπορούν να ερμηνευτούν με τρεις τρόπους. Αρχικά, παρέχουν μία οριοθέτηση για το αν μία συγκεκριμένη χώρα έχει συγκριτικό πλεονέκτημα σε ένα συγκεκριμένο αγαθό ή όχι (dichotomous measure). Δεύτερον, παρέχουν πληροφορίες για την κατάταξη των διαφόρων τομέων, μίας συγκεκριμένης χώρας, όταν γίνεται μία διατομεακή μελέτη ή αντίστοιχα κατατάσσουν διάφορες χώρες ως προς ένα συγκεκριμένο αγαθό (ordinal measure). Τέλος, μπορούν να ποσοτικοποιήσουν τον βαθμό του συγκριτικού πλεονεκτήματος μίας χώρας ως προς ένα συγκεκριμένο αγαθό (cardinal measure) (Ballance et al., 1987). Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν ακαδημαϊκοί οι οποίοι έχουν αμφισβητήσει την χρήση δεικτών αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος (RCA) σε οικονομετρικές αναλύσεις, ειδικότερα σε αναλύσεις των δομικών αλλαγών της εξειδίκευσης του εμπορίου χρησιμοποιώντας το μοντέλο παλινδρόμησης του Galtonian. Παρακάτω γίνεται συζήτηση όλων αυτών των θεμάτων λαμβάνοντας υπόψιν επιλεγμένους δείκτες αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος (RCA). [10]

5.2.4: Υπολογισμός συγκριτικού πλεονεκτήματος

Όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι δυνατόν να υπάρξουν τόσοι δείκτες συγκριτικού πλεονεκτήματος (RCA) όσοι οι συνδυασμοί και οι μετασχηματισμοί των μεταβλητών οι οποίες προκύπτουν μετά την ολοκλήρωση των εμπορικών συναλλαγών (Βλέπε Balance et al. (1987) Memedovic (1994) και Vollrath (1991) για περισσότερες πληροφορίες σχετικές με τους διάφορους δείκτες RCA). Σε αυτό το σημείο εισάγουμε επιλεκτικά τους κυριότερους δείκτες Αποκαλυπτόμενου

Ψηφιακή συλλογή
Θεοφράστου
Τμήμα Γεωλογίας
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Συγκριτικού Πλεονεκτήματος (RCA) συμπεριλαμβανομένου και του δείκτη Αποκαλυπτόμενου Συγκριτικού Πλεονεκτήματος του Balassa (εφεξής BI – Balassa’s Index) καθώς και τις προσπάθειες που ακολούθησαν ώστε να ξεπεραστούν τα ελαττώματα του BI.[10]

Παρόλο που ο BI χρησιμοποιείται ευρέως μπορεί να μην είναι ο καλύτερος δείκτης για την ανάλυση της απόδοσης των εμπορικών συναλλαγών. Μάλιστα, κατηγορείται για την εμφάνιση τεχνικών προβλημάτων όταν προκύπτει η ανάγκη σύγκρισης τιμών του δείκτη, οι οποίες αναφέρονται είτε σε κατάταξη είτε σε ποσοτικοποίηση συγκεκριμένων διαφορών των εξεταζόμενων μεταβλητών (ordinal and cardinal measurements) (Yeats, 1985). Έχουν υπάρξει πολυάριθμες προσπάθειες ρύθμισης και τροποποίησης του δείκτη BI αλλά και προτάσεις για εναλλακτικές μεθόδους μέτρησης του συγκριτικού πλεονεκτήματος (π.χ. Bowen, 1983, Cai and Leung, 2008, Dalum et al., 1998, Hillman, 1980, Hoen and Oosterhaven, 2006, Lafay, 1992, Proudman and Redding, 2000, Yu et al., 2009).[10]

5.3: Balassa’s Revealed Comparative Advantage Index

Η μεγαλύτερη καινοτομία σε ότι αφορά τον τρόπο μέτρησης του συγκριτικού πλεονεκτήματος έγινε από τον Balassa (1965). Υιοθέτησε την ιδέα του Liesner (1958), δηλαδή να χρησιμοποιήσει την σχετική απόδοση των εξαγωγών, και πρότεινε την χρήση του λόγου του μεριδίου των εξαγωγών ως ένα δείκτη μέτρησης του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Μέχρι και σήμερα, αποτελεί έναν από τους πιο διαδεδομένους δείκτες μέτρησης της εμπορικής απόδοσης². Υποδηλώνοντας με X τις εξαγωγές, i μία συγκεκριμένη χώρα, j ένα συγκεκριμένο αγαθό³ και w κόσμος (ή οποιαδήποτε άλλη ομάδα χωρών ο δείκτης BI είναι:

$$BI_{ij} = \frac{X_{ij}/X_i}{X_{wj}/X_w} = \frac{X_{ij} X_w}{X_i X_w}$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι: $X_i = \sum_j X_{ij}$, $X_{wj} = \sum_i X_{ij}$, $X_w = \sum_i \sum_j X_{ij}$.

Μία χώρα i θεωρείται ότι έχει συγκριτικό πλεονέκτημα (μειονέκτημα) στο αγαθό j , όταν το μέγεθος των εξαγωγών της χώρας i στο αγαθού j αναφορικά με τις συνολικές εξαγωγές της χώρας i είναι μεγαλύτερο (μικρότερο) από το μέγεθος των εξαγωγών του υπόλοιπου κόσμου w αναφορικά με τις συνολικές εξαγωγές του ίδιου

² Αρχικά πρότεινε δύο δείκτες: ο ένας θα χρησιμοποιεί τις σχετικές εξαγωγικές επιδόσεις και ο άλλος θα χρησιμοποιεί τον λόγο εισαγωγών-εξαγωγών. Αργότερα, επικεντρώθηκε αποκλειστικά στον πρώτο καθώς ο δεύτερος επηρεάζεται από φόρους και άλλα προστατευτικά μέτρα (Balassa, 1977).

³ Ο Balassa (1965) αρχικά χρησιμοποίησε τον όρο αγαθό. Ωστόσο στις εμπειρικές αναλύσεις το j εξαρτάται από το επίπεδο ομαδοποίησης των δεδομένων, οι όροι “ τομείς” ή “βιομηχανίες” χρησιμοποιούνται συχνότερα καθώς είναι σπάνιο να γίνεται αναφορά σε ένα μοναδικό αγαθό.

αγαθού στον κόσμο w δηλαδή όταν ο BI_{ij} είναι μεγαλύτερος της μονάδας. Παρομοίως, μία χώρα i θεωρείται ότι έχει συγκριτικό πλεονέκτημα (μειονέκτημα) σε ένα αγαθό j , όταν το μέγεθος των εξαγωγών του αγαθού j της χώρας i αναφορικά με το μέγεθος των εξαγωγών του αγαθού j του κόσμου w είναι μεγαλύτερο (μικρότερο) από τις συνολικές εξαγωγές της χώρας i σε όρους συνολικών εξαγωγών του κόσμου w . Έτσι, το ουδέτερο σημείο του συγκριτικού πλεονεκτήματος προκύπτει όταν ο BI_{ij} είναι ίσος με την μονάδα, δηλαδή όταν η βαρύτητα του αγαθού j στην αγορά της χώρας i είναι η ίδια με αυτήν του συγκεκριμένου αγαθού στην συνολική εξαγωγική αγορά του κόσμου. Η μέθοδος του συντελεστή BI ουσιαστικά συγκρίνει την απόδοση των εξαγωγών ενός συγκεκριμένου τομέα μίας συγκεκριμένης χώρας με “τις συνολικές παγκόσμιες εξαγωγές του δεδομένου τομέα, οι οποίες διανέμονται ανάμεσα σε διάφορες χώρες, αναλογικά με το μερίδιο της κάθε χώρας στις παγκόσμιες εξαγωγές” (Bowen, 1983, p.465).[10]

Όπως αφήνεται να εννοηθεί από το όνομά του⁴ και όπως έχει ήδη αναφερθεί ο δείκτης BI είναι πιθανό να μη μπορεί να αποδώσει πλήρως την έννοια του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Εξαιτίας της έλλειψης ανεξάρτητων μεταβλητών και δεδομένης της ύπαρξης εξαιρετικά πολλών παραγόντων στους οποίους δεν αποδίδονται τιμές αλλά ταυτόχρονα επηρεάζουν τη δημιουργία συγκριτικού πλεονεκτήματος, ο Balassa (1965) αποφάσισε να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα των εμπορικών συναλλαγών τα οποία είναι παρατηρήσιμα.[10]

Παρόλα αυτά, ο δείκτης BI είναι αυτός ο οποίος επεβίωσε ανάμεσα σε διάφορους δείκτες απόδοσης των εμπορικών συναλλαγών οι οποίοι έχουν προταθεί, πιθανόν λόγω της απλότητας του υπολογισμού του και της ευκολίας στην χρήση των δεδομένων σε εμπειρική ανάλυση, ωστόσο πρέπει να υπάρχουν πολλοί ακόμα λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιείται (Βλέπε Sanidas, 2007, 2009). Ο Balassa αρχικά χρησιμοποίησε τον δείκτη για την ανάλυση μεταποιητικών βιομηχανιών⁵, βέβαια μέχρι σήμερα έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες βιομηχανίες και τομείς της οικονομίας, όπως στον τουρισμό (Peterson, 1988), στις υπηρεσίες (Hisanaga, 2008, Seyoum, 2007), στην γεωργία (Bojnec, 2001). Επίσης, μέτρησε τις τιμές του δείκτη BI στις διάφορες βιομηχανίες, δημιούργησε μία κατάταξη και κατάφερε να πραγματοποιήσει συγκρίσεις ανάμεσα σε διάφορα αγαθά, διάφορες χώρες και διάφορα έτη. (Balassa, 1965, 1977).[10]

⁴ Ο Balassa ονόμασε τον δείκτη “αποκαλυπτόμενου συγκριτικού πλεονεκτήματος”, ενώ θα μπορούσε να τον ονομάσει δείκτη “συγκριτικού πλεονεκτήματος”.

⁵ Ο Balassa (1965) περιόρισε την έρευνα του σε μεταποιημένα αγαθά καθώς ένας μεγάλος αριθμός πρωτογενών αγαθών υπόκεινται σε ποσοτώσεις, επιδοτήσεις και ούτω καθεξής.

Οι Hinloopen και Van Marrewijk (2001) τονίζουν ότι δεν είναι δυνατόν να αποκομίσει κάποιος θεωρητικά την κατανομή του δείκτη BI και έτσι διεξήχθησαν αντίστοιχες εμπειρικές έρευνες, π.χ. De Benedictic και Tamberi (2001, 2004), Dalum et al. (1998) and Laursen (1998). Αναφορικά ο δείκτης BI βρίσκεται υπό αμφισβήτηση για την μη συγκρισιμότητά του διαχρονικά, κάτι το οποίο προκύπτει από την ασυμμετρία του δείκτη (οι τιμές του δείκτη BI κυμαίνονται μεταξύ του μηδενός και του απείρου, με τη μονάδα να αποτελεί το ουδέτερό του σημείο), τον μη σταθερό μέσο του δείκτη και τα επίπεδα ομαδοποίησης (ο δείκτης BI ποικίλει ανάλογα με το επίπεδο ομαδοποίησης της χώρας ή της ομάδας στην οποία γίνεται αναφορά). Επομένως το αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει από τον δείκτη BI είναι αποκλειστικά ,και μόνο, αν υπάρχει ή όχι συγκριτικό πλεονέκτημα (Yeats, 1985) εκτός και αν οι κατανομές στον χώρο και τον χρόνο συμπτωματικά τείνουν να είναι ταυτόσημες.[10]

5.4 : Ο δείκτης καθαρών εξαγωγών (Net Export Index- NEI)

Ο δείκτης καθαρών εξαγωγών χρησιμοποιείται με σκοπό τη διαπίστωση της ύπαρξης ή μη εξειδίκευσης μίας χώρας σε ένα προϊόν έναντι κάποιας άλλης χώρας ή ομάδων χωρών, παράλληλα παρέχει πληροφορίες σχετικές με το εμπορικό ισοζύγιο αυτής της χώρας. Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

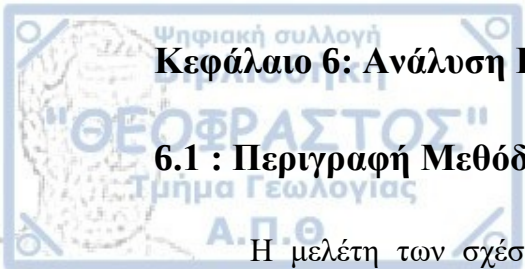
$$NX_{ij} = \frac{X_{ij} - M_{ij}}{X_{ij} + M_{ij}}$$

Όπου j μία συγκεκριμένη χώρα, i ένα συγκεκριμένο αγαθό, X η αξία των εξαγωγών και M_i η αξία των εισαγωγών.

Οι τιμές στις οποίες κυμαίνεται ο δείκτης είναι μεταξύ του -1 και 1. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο δείκτης λάβει την τιμή 1 τότε υπάρχει εξειδίκευση της j χώρας στο i αγαθό, ενώ όταν ληφθεί η τιμή -1 τότε δεν υπάρχει εξειδίκευση της χώρας στο συγκεκριμένο αγαθό. Επιπλέον, μία αρνητική τιμή του συγκεκριμένου δείκτη υποδηλώνει αρνητικό εμπορικό ισοζύγιο, σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή η ύπαρξη μίας θετικής τιμής υποδηλώνει θετικό εμπορικό ισοζύγιο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στον δείκτη καθαρών εξαγωγών (NEI) δεν συνυπολογίζονται δεδομένα τα οποία αφορούν τις εισαγωγές και εξαγωγές άλλων τομέων της οικονομίας αλλά ούτε λαμβάνονται υπόψιν στοιχεία τα οποία αφορούν τους ανταγωνιστές της χώρας. Επομένως, δεν καθίσταται δυνατό να προκύψει σαφής εικόνα σχετικά με το αν η υπό εξέταση χώρα έχει ή όχι συγκριτικό πλεονέκτημα.[33]





Κεφάλαιο 6: Ανάλυση Κυρίων Συνιστωσών (PCA)

6.1 : Περιγραφή Μεθόδου

Η μελέτη των σχέσεων που παρατηρούνται μεταξύ κάποιων μεταβλητών διαφορετικής προέλευσης με τη δημιουργία κάποιων λιγότερων σε πλήθος, οι οποίες όμως διατηρούν ένα μεγάλο όγκο πληροφορίας των αρχικών, πρόκειται για το κύριο θέμα της ανάλυσης των κύριων συνιστωσών. Η ανάλυση κύριων συνιστωσών στόχο έχει στη μείωση των αρχικών μεταβλητών και στην όσο καλύτερη αντιπροσώπευση αυτών με λίγες αλλά έντονα αντιπροσωπευτικές της πρώτης ομάδας μεταβλητών.[11] Επιδίωξη της ελάττωσης των διαστάσεων («Dimension reduction») των μεταβλητών είναι η συσπείρωση τους σε ένα μικρότερο σύνολο από ένα αρχικά εξεταζόμενο. Η ελάττωση αυτή συμβαίνει με την αντικατάσταση των μελετώμενων μεταβλητών με ένα ελαττωμένο αριθμό νέων οι οποίες είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους και ταυτόχρονα προσφέρουν ισχυρό όγκο πληροφορίας σχετικό με τις αρχικές μεταβλητές.[11]

Η ανάλυση κύριων συνιστωσών είναι μία στατιστική διαδικασία η οποία μεταβάλλει μία ομάδα τιμών (παρατηρήσεων) πιθανώς συσχετιζόμενων μεταβλητών σε μία ομάδα νέων τιμών μη γραμμικά συσχετιζόμενων μεταβλητών, όπως αναφέρεται και παραπάνω, οι οποίες καλούνται κύριες συνιστώσες. Το πλήθος των νέων μεταβλητών που προκύπτει είναι ίσο ή και συχνότερα αρκετά μικρότερο από το πλήθος των αρχικών μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε, η πρώτη συνιστώσα να εξηγεί τη μέγιστη δυνατή διακύμανση που αναπτύσσεται μεταξύ των πρώτων αρχικών μεταβλητών, η δεύτερη, μη συσχετιζόμενη με την πρώτη, να εξηγεί ένα σημαντικό μέρος αυτής αλλά πάντα μικρότερο της πρώτης κοκ.[11]

6.2 : Ανάλυση της μεθόδου

Η ανάλυση κύριων συνιστωσών είναι η απλούστερη και ίσως πιο διαδεδομένη πολυμεταβλητή ανάλυση και έχει ως στόχο την ανεύρεση από ένα πλήθος p μεταβλητών ορισμένων νέων μεταβλητών, λιγότερων σε πλήθος, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών μεταβλητών και να μη συσχετίζονται μεταξύ τους. Το κυριότερο προτέρημα τους βρίσκεται στην ιδιαιτερότητα που διαθέτουν, λόγω της ανάλυσης, να περιγράφουν μεγάλο ποσοστό της ολικής μεταβλητότητας που αναπτύσσεται μεταξύ των p μεταβλητών, το οποίο

τελικά διαμερίζεται σε μερικές μόνο νέες μεταβλητές. Επομένως, το μεγαλύτερο μέρος της πληροφόρησης που θα προέκυπτε αν λαμβάνονταν υπόψη οι p μεταβλητές παραμένει με τη δημιουργία αυτών των νέων μεταβλητών.[11]

Η μέθοδος μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

1. Από τις p μεταβλητές $X_1, X_2, \dots, X_p$, δημιουργούνται p συνδυασμοί αυτών $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$, έτσι ώστε να μη συσχετίζονται μεταξύ τους. Η απουσία συσχετισμού μεταξύ των μεταβλητών Z_i προοικονομεί ότι αυτές παριστάνουν διαφορετικές «διαστάσεις» των στοιχείων.
2. Οι διακυμάνσεις (μεταβλητότητα) που παρουσιάζονται μεταξύ των μεταβλητών Z_i , κλιμακώνονται έτσι ώστε η πρώτη μεταβλητή Z_1 επιλέγεται να περιγράψει το μεγαλύτερο ποσοστό της ολικής μεταβλητότητας, η Z_2 ένα δεύτερο μέγιστο ποσοστό αυτής κλπ., επαληθεύοντας τη συνθήκη: $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_p$, όπου λ_i η i ποσότητα της διακύμανσης. Οι νέες μεταβλητές Z_i ονομάζονται κύριες συνιστώσες και με τον τρόπο αυτόν κατασκευάζονται λιγότερες Z συνιστώσες, οι οποίες, ωστόσο, εξηγούν μεγάλο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης $\Sigma \lambda_i$. Ταυτόχρονα, πολυάριθμες δευτερεύουσες συνιστώσες εξηγούν μικρό έως ελάχιστο ποσοστό και συνεπώς το στατιστικό τους αποτέλεσμα μπορεί να μη ληφθεί υπόψιν χωρίς την απώλεια ουσιαστικής πληροφορίας.[11]

Η μέθοδος των κύριων συνιστωσών βασίζεται, κατά τη διαδικασία υπολογισμού της, στον πίνακα των κατά ζεύγη συσχετίσεων (correlation matrix) των μεταβλητών. Επομένως, για να θεωρείται η μέθοδος επιτυχημένη, να παρέχει δηλαδή ουσιώδη πληροφορία, αναγκαία προϋπόθεση είναι κάποιοι συντελεστές συσχέτισης των αρχικών μεταβλητών του πίνακα συσχετίσεων να παρουσιάζουν υψηλές τιμές θετικές ή αρνητικές (π.χ. $r \geq \pm 0,700$).

Με αυτό τον τρόπο, μπορεί ένα σύνολο πολλών μεταβλητών να αντιπροσωπευτεί από δύο έως τρεις κύριες συνιστώσες, αρκεί να ικανοποιείται η προϋπόθεση της ύπαρξης υψηλών συντελεστών στον πίνακα των συσχετίσεων. Αντιθέτως, αρχικές μεταβλητές με πολύ υψηλές τιμές συσχετίσεων $> \pm 0,990$ θεωρούνται περισσευούμενες και κάποιες από αυτές θα πρέπει να αποκλείονται πριν από την εφαρμογή της μεθόδου.[11]

Η ανάλυση προϋποθέτει την ύπαρξη p μεταβλητών n δειγμάτων (ατομικών παρατηρήσεων), αφού πρώτα οι μεταβλητές μετασχηματιστούν σε τυποποιημένες, σύμφωνα με τη σχέση: $(X_i - \bar{X})/s$, όπου $\bar{X}$ η μέση τιμή της μεταβλητής X . [11]

Η πρώτη κύρια συνιστώσα προκύπτει από το γραμμικό συνδυασμό p μεταβλητών,

$$Z_1 = a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1p} X_p$$

όπου a_{ij} συντελεστής στάθμισης (weight) της j μεταβλητής στην i συνιστώσα και με την προϋπόθεση ότι:

$$a_{11}^2 + a_{12}^2 + \dots + a_{1p}^2 = 1$$

με τη βοήθεια της οποίας διασφαλίζεται η εκτίμηση της μέγιστης διακύμανσης λ_1 της Z_1 . Αντίθετα, η διακύμανση θα αυξανόταν απεριόριστα με την απλή και μόνο αύξηση ενός από τους συντελεστές.

Η δεύτερη συνιστώσα προκύπτει ομοίως:

$$Z_2 = a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2p} X_p$$

Με τον αντίστοιχο περιορισμό:

$$a_{21}^2 + a_{22}^2 + \dots + a_{2p}^2 = 1$$

Μια σημαντική προϋπόθεση που κρίνεται αναγκαία στο σημείο αυτό είναι ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των συνιστωσών Z_1 και Z_2 να είναι ίσος με μηδέν.

Η τρίτη συνιστώσα υπολογίζεται ως:

$$Z_3 = a_{31} X_1 + a_{32} X_2 + \dots + a_{3p} X_p$$

Με τον αντίστοιχο περιορισμό:

$$a_{31}^2 + a_{32}^2 + \dots + a_{3p}^2 = 1$$

και με την προϋπόθεση η συνιστώσα Z_3 να είναι ασυσχέτιστη με τις δύο προηγούμενες.

Με την μέθοδο αυτή κατασκευάζονται p συνιστώσες Z_i όσες δηλαδή και οι αρχικές μεταβλητές. Οι συντελεστές βαρύτητας a_{ij} υπολογίζεται με τη βοήθεια του πίνακα C των συνδιακυμάνσεων των αρχικών μεταβλητών:

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & \dots & c_{pp} \end{pmatrix}$$

όπου τα διαγώνια στοιχεία c_{ii} είναι οι διακυμάνσεις της X_i και c_{ij} οι συνδιακυμάνσεις των μεταβλητών X_i και X_j . Με την τυποποίηση των αρχικών μεταβλητών ο πίνακας των συνδιακυμάνσεων οδηγείται στον πίνακα των συσχετίσεων ως:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & c_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

και έτσι προκύπτει $c_{ii}=1$, ενώ $c_{ij}=c_{ji}$ είναι ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των X_i και X_j . Πραγματικά, η ανάλυση των κύριων συνιστωσών πραγματοποιείται με βάση τον πίνακα των συσχετίσεων.

Οι διακυμάνσεις των κύριων συνιστωσών καλούνται χαρακτηριστικές ρίζες ή ιδιοτιμές λ_i (eigenvalues) και αποτελούν σε πλήθος όσες και οι συνιστώσες p , και επίσης δεν ισχύει γι' αυτές $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_p$ (όλες > 0). Χαρακτηριστική ιδιότητα των χαρακτηριστικών ριζών είναι ότι το άθροισμά τους είναι ίσο με το άθροισμα των διακυμάνσεων των αρχικών μεταβλητών: $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = c_{11} + c_{22} + \dots + c_{pp}$.

Αφού c_{ii} είναι η διακύμανση της X_i και λ_i η διακύμανση της Z_i , συμπεραίνεται με βάση τα παραπάνω ότι οι κύριες συνιστώσες εξηγούν πλήρως όλη τη μεταβλητότητα των αρχικών δεδομένων.[11]

6.3 : Σύνοψη της Μεθόδου

Επιγραμματικά, τα βήματα της μεθόδου ανάλυσης κύριων συνιστωσών έχουν ως εξής:

1. Τυποποίηση των αρχικών μεταβλητών $X_1, X_2, \dots, X_p$, με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν μέσο όρο μηδέν και διακύμανση ίση με 1.
2. Υπολογισμός του πίνακα των συνδιακυμάνσεων, που έχει την έννοια του πίνακα των συσχετίσεων.
3. Υπολογισμός των χαρακτηριστικών ριζών $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$, και των συντελεστών βαρύτητας a_{ij} ή καλύτερα των διανυσμάτων $a_1, a_2, \dots, a_p$. Οι συντελεστές της i κύριας συνιστώσας εμφανίζονται με το διάνυσμα a_i και η διακύμανση αυτής με τη χαρακτηριστική ρίζα λ_i .
4. Αποκλείονται όλες οι συνιστώσες που εξηγούν μικρό ποσοστό της ολικής μεταβλητότητας και επιλέγονται μόνον οι πλέον σημαντικές.[1]

Κεφάλαιο 7: Περιγραφή δεδομένων και μεθόδου.

7.1 : Προέλευση του dataset

Το σύστημα των Ηνωμένων Εθνών (United Nation system), η Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank), το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο (International Monetary Fund), το σύστημα της Eurostat, μεταξύ άλλων , συλλέγουν, παράγουν και διανέμουν ένα τιτάνιο μέγεθος δεδομένων, παγκοσμίως συγκρίσιμων [4].

Αυτά τα δεδομένα αποτελούν ένα χρυσορυχείο όσο αναφορά την εμπειρική ανάλυση. Περιορίζοντας την μελέτη σε συγκεκριμένα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, οι διμερείς εμπορικές ροές συλλέγονται συνεχώς σε ένα ιδιαίτερα λεπτομερές εμπορικό επίπεδο (6-digit Harmonized System) από το Στατιστικό Ινστιτούτο των Ηνωμένων Εθνών στην βάση δεδομένων ComTrade [4].

Η UN ComTrade βάση δεδομένων αποτελεί τη μεγαλύτερη αποθήκη διεθνών εμπορικών δεδομένων διαθέσιμων διαδικτυακά. Διαθέτει διεθνή στατιστικά δεδομένα (εισαγωγές και εξαγωγές) εμπορικών συναλλαγών , γαι περίπου 200 χώρες απο το 1962 έως το 2012. [4]

Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων περιέχει λεπτομερείς στατιστικές που έχουν αναφερθεί από εθνικούς στατιστικούς φορείς και έχουν τυποποιηθεί από το Τμήμα Στατιστικής των Ηνωμένων Εθνών, χρησιμοποιώντας το εσωτερικό σύστημα επεξεργασίας UN/OECD CoprA.

Τα εμπορεύματα αναφέρονται σύμφωνα με την τρέχουσα κατηγοριοποίηση και αναθεώρηση (HS2002 στις περισσότερες των περιπτώσεων) και έχουν μετατραπεί στην τελευταία κατηγοριοποίηση SITC revision 1.

Επομένως τα εμπορεύματα έχουν κατηγοριοποιηθεί σύμφωνα με το SITC (Rev.1 από το 1962, Rev.2 από το 1976 and Rev.3 από το 1988) . Αξίζει να σημειωθεί πως τα δεδομένα δεν περιλαμβάνουν εμπορικές ροές κάτω των 1000 US dollars.[4,5]

Πιο συγκεκριμένα σχετικά με την προέλευση των δεδομένων, το γαλλικό ερευνητικό κέντρο CEPII (Centre d'Etudes Prospectives d'Informations Internationales) πρόκειται για ένα από τα πρώτα ερευνητικά κέντρα, που ξεκίνησε να προσφέρει δημόσια το αποτέλεσμα της έρευνας του υπό σκοπιά δεδομένων.

Το BACI (Base pour l'Analyse du Commerce International) dataset αποτελεί αποτέλεσμα μιας τέτοιας προσφοράς. Το αρχικό κίνητρο δημιουργίας του BACI είναι οτι, παρόλη την πληρότητα των δεδομένων στην ComTrade βάση δεδομένων, η

προσπάθεια για τον μέγιστο αριθμό χωρών, την μέγιστη χρονική περίοδο, και τον μέγιστο βαθμό disaggregated δεδομένων, κινδυνεύει εξ'αιτίας των πολλών ελλειπών ροών της αρχικής UN βάσης δεδομένων. Η BACI χρησιμοποιεί μια "mirror" στρατηγική στατιστικής έτσι ώστε να συμπληρώσει τυχόν χαμένα δεδομένα.[4]

Γενικά , η ίδια 6-digit HS εμπορική ροή πρέπει να αναφερθεί από την εξαγούσα χώρα i, καθώς αυτή εξάγει, αλλά και από την εισάγουσα χώρα j, καθώς αυτή εισάγει. Υπαρχει, λοιπόν, η πιθανότητα και οι δυο αυτές τιμές να υπάρχουν, να λείπουν, ή κάποια από τις δυο να λείπει. Στην τελευταία περίπτωση, η BACI εισάγει τα εκλειπόμενα δεδομένα χρησιμοποιώντας την "mirror" στατιστική που έχει αναφερθεί από την άλλη μεριά της εμπορικής συνεργασίας.[4]

Χρησιμοποιώντας λοιπόν έναν "reconciliation" μηχανισμό, η BACI βάση δεδομένων μειώνει σημαντικά τον αριθμό των εκλιπόντων δεδομένων, μένοντας ως άγνωστες οι τιμές μόνο αυτές που δεν έχουν αναφερθεί από καμία μεριά από τις δυο της εμπορικής συνεργασίας.

Η BACI χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στην εφαρμοσμένη εμπορική ανάλυση. Διαδίδεται ταχύτατα μεταξύ ερευνητών και σπουδαστών, ανανεώνεται συνεχώς από το CEPI και είναι διαθέσιμη σε μεγάλο βαθμό.[4]

7.2 : Περιγραφή των δεδομένων

Τα δεδομένα αποτελούνται από την χρονιά, την χώρα, την κατηγοριοποίηση HS92 , την εισαγόμενη αλλά και εξαγόμενη αξία.

Κάθε προϊόν , έχει αντιστοιχηθεί στην κατηγορία προϊόντος που ανήκει σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση SITC.

Ανάλογα με την κατηγορία, λοιπόν, που ανήκει κάθε προϊόν, ευρύτερες κατηγορίες προϊόντων σχηματίστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, με γνώμονα το πρώτο ψηφίο του κωδικού SITC, τα προϊόντα του dataset κατηγοριοποιήθηκαν σε 10 γενικές κατηγορίες, αναφερόμενου παρακάτω ως Group 10. Με γνώμονα τα δύο πρώτα ψηφία του κωδικού SITC, τα προϊόντα του dataset κατηγοριοποιήθηκαν σε πιο ειδικές κατηγορίες, 67 στο πληθος. Η μελέτη που γίνεται στην παρούσα διπλωματική αφορά το Group10 που αποτελείται από τις 10 παρακάτω κατηγορίες:

Category No.	Category Name
0	Food and live animals chiefly for food
1	Beverages and tobacco
2	Crude materials, inedible, except fuels
3	Mineral fuels, lubricants and related materials
4	Animal and vegetable oils, fats and waxes
5	Chemicals and related products
6	Manufactured goods classified chiefly by materials
7	Machinery and transport equipment
8	Miscellaneous manufactured articles
9	Commodities and transactions not classified elsewhere in the SITC

Για κάθε κατηγορία λοιπόν και για κάθε χώρα υπολογίστηκαν οι τιμές των δεικτών NEI και RCA για τις εξαγωγές των 10 κατηγοριών, χρησιμοποιώντας κάθε φορά το άθροισμα των εξαγωγικών τιμών ανα κατηγορία από το 1995 έως το 2014.

7.3 : Κατασκευή των Δικτύων

Για κάθε χρονιά από το 1995 έως το 2014, σχηματίστηκαν τα διμέρη δίκτυα χωρών – κατηγοριών προϊόντων σύμφωνα με τους δείκτες NEI και RCA.

Σχετικά με τον δείκτη NEI σχηματίστηκαν 2 ομάδες δικτύων , μια που ξεπερνούσε η τιμή του δείκτη την τιμή 0.1 για την χώρα σε σχέση με το άθροισμα των εξαγωγικών τιμών ως προς κάποια κατηγορία, και μια που ξεπερνούσε την τιμή 0.5.

Σχετικά με τον δείκτη RCA, σχηματίστηκαν 2 ομάδες δικτύων, μια που ξεπερνούσε η τιμή του δείκτη την τιμή 1 για την χώρα σε σχέση με το άθροισμα των εξαγωγικών τιμών ως προς κάποια κατηγορία και μια που ξεπερνούσε την τιμή 4.

Μελετήθηκαν οι προβολές ως προς τις χώρες των διμερών αυτών δικτύων, για τα δίκτυα με $NEI > 0.1$ και $NEI > 0.5$, καθώς και για $RCA > 1$.

7.4: Επισκόπηση των αποτελεσμάτων και ερμηνεία

7.4.1 : Αποτελέσματα των δεικτών κεντρικότητας και ερμηνεία

Σε κάθε δίκτυο που δημιουργήθηκε με τους τρεις προαναφερθέντες τρόπους υπολογίστηκαν τα 14 εξής centralities:

- Subgraph centrality score
- Topological coefficient
- Average distance
- Barycenter centrality
- Bottleneck centrality
- Centroid value
- Closeness centrality

- Decay centrality
- Degree centrality
- Diffusion centrality
- DMNC-Density of maximum neighborhood component
- Eccentricity centrality
- Harary centrality
- Eigenvector centrality

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος κύριων συνιστωσών (PCA) για την δημιουργία 14 καινούργιων μεταβλητών, γραμμικών συνδυασμών των 14 centralities. Από αυτές κρατήθηκαν οι συνιστώσες που εξηγούν τουλάχιστον το 80% της διακύμανσης των 14 centralities. Στη συνέχεια για τις συνιστώσες που κρατήθηκαν ελέγχθηκαν οι συνεισφορές των 14 αρχικών centralities, ώστε να βρεθούν τα σημαντικότερα centralities για κάθε δίκτυο.

Στη συνέχεια παραθέτονται ανα χρονιά τα αποτελέσματα των centralities που αναδείχθηκαν ως αυτές με το μεγαλύτερο όγκο πληροφορίας μέσω της PCA, και προσδιορίστηκαν οι κόμβοι που παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή.

Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στους κόμβους-χώρες που παρουσίασαν υψηλή τιμή κεντρικότητας στο δίκτυο NEI και ταυτόχρονα στο δίκτυο RCA σε κάθε χρονιά.

Το παραπάνω γεγονός μπορεί να υποδείξει ότι η χώρα-κόμβος εμφανίζεται ιδιαίτερα ανταγωνιστική μεταξύ κόμβων που οι εξαγωγές τους ,ως προς τουλάχιστον μία κατηγορία προϊόντων, αποτελούν σημαντικό μέρος της συνολικής τους εμπορικής κίνησης ανεξάρτητα (δείκτης NEI) αλλά και συγκριτικά ως προς την εμπορική κίνηση της Ευρώπης (δείκτης RCA).

Ταυτόχρονα, σε ορισμένες περιπτώσεις, παραθέτονται γεωπολιτικά και οικονομικά γεγονότα που θα μπορούσαν να ερμηνεύσουν και να αναδείξουν την αιτία των αποτελεσμάτων.

1995

Κατά την χρονιά 1995 στο δίκτυο που σχηματίστηκε με $NEI > 0.1$ φαίνεται να επικρατούν κυρίως οι Βουλγαρία, Ιρλανδία, Ουγγαρία και Μολδαβία με ομοιογενή τρόπο ως προς τα centralities: Barycenter Centrality, Closeness Centrality (Freeman), Κυρίαρχη θέση ως προς το average distance φαίνεται παρ' όλα αυτά να έχουν και οι Δανία, Ελλάδα και Γαλλία.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$ χαρακτηριστικά κυρίαρχη θέση φάνηκε να έχει η Ισλανδία ως προς το Density of Maximum Neighborhood Component

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, υψηλές τιμές ως προς την topological coefficient centrality φαίνεται να έχουν οι Ισλανδία, Φινλανδία, Σλοβενία, Αλβανία, Τσεχία ενώ πολύ χαμηλές τιμές ως προς την eccentricity centrality φαίνεται να έχουν οι Βουλγαρία και Κροατία

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι στα δύο δίκτυα χωρών με εξειδίκευση σε εξαγωγές ίδιας κατηγορίας προϊόντων ($NEI > 0.1$ και $NEI > 0.5$), χωρίς να ληφθεί υπόψη το συγκριτικό πλεονέκτημα αυτών των χωρών στις εξαγωγές της Ευρώπης δεν φαίνεται να διατηρούν σημαντική θέση στο αντίστοιχο δίκτυο χωρών ($RCA > 1$) όπου λαμβάνεται υπόψη το συγκριτικό πλεονέκτημα.

Η μόνη χώρα που φαίνεται να εξαιρείται από το παραπάνω συμπέρασμα είναι η Ισλανδία. Οι κατηγορίες προϊόντων για τις οποίες η Ισλανδία ξεπέρασε τα κατώφλια και των δυο δικτύων είναι 0: Food and live animals chiefly for food και 4: Animal and vegetable oils, fats and waxes. Αυτή η επικράτηση της χώρας στις συγκεκριμένες εξαγωγές, τόσο η ανεξάρτητη ως προς την χώρα αλλά και συγκριτικά ως προς την Ευρώπη θα μπορούσε να συνδυαστεί με το γεγονός ότι η πολιτική εμπορίου της χώρας ενισχύθηκε με την είσοδο της στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Περιοχή το 1993. Αυτή η αλλαγή έφερε νέες προσβάσεις για τις εξαγωγές της χώρας κυρίως σε θαλασινά [26].

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Βουλγαρία	✓		
Ιρλανδία	✓		
Ουγγαρία	✓		
Μολδαβία	✓		
Φινλανδία			✓
Σλοβενία			✓
Αλβανία			✓
Τσεχία			✓
Ισλανδία		✓	✓

1996

Κατά τη χρονιά 1996, στο δίκτυο με $NEI > 0.1$ κυρίαρχη θέση φάνηκε να έχει η Ουκρανία ως προς την Closeness Centrality (Freeman). Αυτό γιατί σε 8 από τις 10 κατηγορίες προϊόντων φάνηκε να ξεπερνάει ο δείκτης το κατώφλι του 0.1, επομένως διατηρεί ρόλο ανταγωνιστή με πολλές χώρες του δικτύου. Παρ'όλα αυτά χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλες τιμές, λόγος που εξηγεί το ότι δεν εμφανίζεται στο επόμενο δίκτυο με κατώφλι 0.5.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, μεγάλη τιμή ως προς το CusterRank Centrality είχαν οι Φινλανδία και η Ουγγαρία.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, κυρίαρχη θέση ως προς eigenvector και degree centrality, φάνηκε να έχουν σε μεγαλύτερο βαθμό οι περισσότερες χώρες με εξαίρεση την Γερμανία που εμφανίζει χαρακτηριστικά μικρότερη τιμή από όλες.

Σημαντική θέση τόσο σε τοπικό επίπεδο (δίκτυα $NEI > 0.1$ και $NEI > 0.5$) όσο και συγκριτικό ως προς την Ευρώπη ($RCA > 1$) φαίνεται να κατέχει η Ουγγαρία σε πληθώρα κατηγοριών προϊόντων. Η επικράτηση λοιπόν μπορεί να συνδυαστεί με το γεγονός ότι το Α.Ε.Π. της χώρας μειώθηκε κατά 18% από το 1990 έως το 1993, αυξήθηκε όμως 1% - 1.5% έως το 1996, και εξαιρετική αύξηση των εξαγωγών οδήγησε στην εκτίναξη του Α.Ε.Π. σε 4.4% έως το 1997 σε συνδυασμό με την βελτίωση παρόμοιων μακροοικονομικών δεικτών έως το 1997.

Πριν την αλλαγή του καθεστώτος το 1989, 65% του εμπορίου της Ουγγαρίας γινόταν με χώρες της 'Comecon' (Συμβούλιο για την Αμοιβαία Οικονομική Βοήθεια, οικονομική οργάνωση την περίοδο 1949-1991 υπό την ηγεσία της Σοβιετικής Ένωσης που αποτελούταν από τις χώρες του Ανατολικού Μπλοκ, μαζί με μια σειρά από Σοσιαλιστικά κράτη σε όλο τον κόσμο). Μέχρι το τέλος του 1997, μεγάλο μέρος του εμπορίου της Ουγγαρίας μετακινήθηκε σε χώρες της Δύσης, καθώς πλέον το εμπόριο της με χώρες της Ε.Ε αποτελεί το 70% - 80%. [27]

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ουκρανία	✓		
Ουγγαρία		✓	✓
Φινλανδία		✓	

1997

Κατα τη χρονιά 1997, στο δίκτυο με $NEI > 0.1$ χαρακτηριστική θέση μέσω της Bottleneck Centrality φάνηκε να έχουν οι Ιρλανδία και Ουκρανία.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$ αρκετά σημαντική θέση μέσω της topological coefficient φάνηκε να κατέχει η Ρουμανία μέσω της Harary Centrality.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, μέσω των eigenvector και degree centralities φαίνεται να ξεχωρίζουν όλες οι χώρες της Ε.Ε με χαρακτηριστικά χαμηλή τιμή ως προς αυτές την Ελβετία.

Επομένως σε αυτή τη χρονιά δε φαίνεται να ξεχωρίζει κάποια χώρα ως προς την σημαντικότητα της ούτε σε τοπικό επίπεδο, αλλά ούτε συγκριτικά ως προς την υπόλοιπη Ευρώπη.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ουκρανία	✓		
Ιρλανδία	✓		
Ρουμανία		✓	

1998

Τη χρονιά 1998, στο δίκτυο $NEI > 0.1$, φάνηκε να ξεχωρίζουν ως προς την BottleNeck Centrality η Ιρλανδία και η Ολλανδία.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, ξεχώρισε η Ρωσσία ως προς το BottleNeck Centrality και η Βόρεια Μακεδονία ως προς την DMNC Centrality.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, φάνηκε να ξεχωρίζουν ως προς eigenvector και degree όλες οι χώρες εκτός της Ελβετίας η οποία παρουσίασε χαμηλή τιμή.

Επομένως σε αυτή τη χρονιά δε φαίνεται να ξεχωρίζει κάποια χώρα ως προς την σημαντικότητα της ούτε σε τοπικό επίπεδο, αλλά ούτε συγκριτικά ως προς την υπόλοιπη Ευρώπη.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ιρλανδία	✓		
Ολλανδία	✓		
Ρωσσία		✓	
Βόρεια Μακεδονία		✓	

1999

Κατά τη χρονιά 1999, στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, φάνηκε να κατέχουν σημαντικότερη θέση οι Βουλγαρία, Ιρλανδία και Ολλανδία, με ομοιογενή τρόπο ως προς τις κεντρικότητες: Degree, Barycenter, Closeness Freeman, Centroid, Decay, και subgraph centrality score.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$ χαρακτηριστική θέση είχε η Ρωσσία ως προς την BottleNeck Centrality, ενώ στο δίκτυο με $RCA > 1$ κεντρική θέση φάνηκε να έχουν οι περισσότερες χώρες ανάμεσα τους και η Βουλγαρία ως προς κεντρικότητες eigenvector και degree.

Παρατηρούμε ότι επικράτησε η Βουλγαρία σε τοπικό επίπεδο με χαμηλά επίπεδα εξωστρέφειας ($NEI > 0.1$) αλλά και σε πανευρωπαϊκό επίπεδο. Όπως φαίνεται και από την καθιερωμένη αναφορά της Comission σχετικά με την πρόοδο της Βουλγαρίας, το μερίδιο της Ε.Ε. στις συνολικές εξαγωγές αυξήθηκε από 44.7% το 1997 σε 50.6% το 1998 και έφτασε το 60.3% στο πρώτο τρίμηνο του 1999.[28]

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Βουλγαρία	✓		✓
Ολλανδία	✓		
Ιρλανδία	✓		
Ρωσσία		✓	

2000

Κατά τη χρονιά 2000, στο δίκτυο με $NEI > 0.1$ η Ιρλανδία και η Μολδαβία φάνηκε να έχουν σημαντική θέση ως προς την degree centrality.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$ η Ουκρανία φάνηκε να έχει σημαντική θέση ως προς τις κεντρικότητες Degree, Barycenter και Closeness (Freeman).

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, αρκετά καλή θέση φαίνεται να διατηρούν όλες οι χώρες.

Η Μολδαβία φαίνεται να διατηρεί σημαντική θέση τόσο σε τοπικό επίπεδο, αλλά με χαμηλά επίπεδα εξωστρέφειας, όσο και σε συγκριτικό ως προς την Ευρώπη. Με μια ανασκόπηση στην βιβλιογραφία, μπορεί να παρατηρηθεί ότι το εξωτερικό εμπόριο παρουσίασε σημαντική αύξηση στα μέσα της δεκαετίας του 90', ακολουθούμενη από μία πτώση το 1998-1999, όταν η χώρα επηρεάστηκε από την κρίση της Ρωσίας, και από το 2000 και μετά οι εξαγωγές αλλά και οι εισαγωγές της

Μολδαβίας φαίνεται να παρουσιάζουν βελτίωση ξανά. Οι χώρες της EU-15, αποτελούν μακράν τον μεγαλύτερο εμπορικό εταίρο, καθώς το μερίδιο τους σε εξαγωγές εκτός της Κ.Α.Κ. (Κοινοπολιτεία Ανεξάρτητων Κρατών, είναι ένας περιφερειακός διεθνής οργανισμός του οποίου οι συμμετέχουσες χώρες είναι Πρώην Σοβιετικές Δημοκρατίες, που σχηματίστηκαν μετά την διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης) παρουσίασαν αύξηση από 44% το 1997 έως 61% το 2004.[30]

Χώρα	NEI > 0.1	NEI > 0.5	RCA > 1
Ιρλανδία	✓		
Μολδαβία	✓		✓
Ουκρανία		✓	

2001

Στο δίκτυο NEI>0.1, κατά το 2001, κυρίαρχη θέση ως προς την eccentricity centrality έχουν οι: Βόρεια Μακεδονία, Πορτογαλία, Σλοβενία, Αυστρία, Λευκορωσία, Μάλτα.

Στο δίκτυο με NEI>0.5, χαρακτηριστικά σημαντική θέση φάνηκε να έχουν η Βουλγαρία και η Μολδαβία ως προς την BottleNeck .

Στο δίκτυο με RCA>1, αρκετά υψηλή θέση φάνηκε να είχαν οι περισσότερες χώρες συμπεριλαμβανομένων της Βουλγαρίας και της Μολδαβίας, που φάνηκε να έχουν σημαντική θέση και σε τοπικό επίπεδο με μεγάλο κατώφλι (NEI>0.5).

Από τις αρχές του 2000, κατά τη διάρκεια της περιόδου πριν την είσοδο της Βουλγαρίας στην Ε.Ε. όπου η χώρα ενεργά διαπραγματευόταν και ετοιμαζόταν για πλήρη συμμετοχή στην EU3, επιπρόσθετες αλλαγές στις βουλγαρικές εξαγωγές συνέβησαν. Το μερίδιο των αγαθών με υψηλότερη επιπρόσθετη αξία συνεχώς αυξανόταν.[29]

Χώρα	NEI > 0.1	NEI > 0.5	RCA > 1
Πορτογαλία	✓		
Βόρεια Μακεδονία	✓		
Σλοβενία	✓		
Μάλτα	✓		
Λευκορωσία	✓		

Βουλγαρία		✓	✓
Αυστρία	✓		✓
Μολδαβία		✓	✓

2002

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$ καμία χώρα δεν φάνηκε να διατηρεί σημαντική θέση ως προς κάποιο centrality.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, σημαντική θέση ως προς Barycenter και Closeness(Freeman) centrality είχε η Ρωσσία, ενώ ως προς topological coefficient είχε η Βόρεια Μακεδονία και η Νορβηγία.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, φάνηκε οι περισσότερες χώρες να έχουν υψηλές τιμές ως προς degree και eigenvector centrality σε αντίθεση με την Γερμανία η οποία είχε ιδιαίτερα χαμηλή τιμή.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Βόρεια Μακεδονία		✓	✓
Ρωσσία		✓	✓
Νορβηγία		✓	✓

2003

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, χαρακτηριστική θέση ως προς eigenvector και eccentricity centralities είχαν οι Κροατία και το Σαν Μαρίνο.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, σημαντική θέση είχε η Ρωσσία ως προς την BottleNeck Centrality.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, σημαντική θέση ως προς eigenvector και degree centrality είχαν οι περισσότερες μεταξύ των οποίων η Κροατία και το Σαν Μαρίνο, ενώ αντίθετα χαρακτηριστικά χαμηλές τιμές είχαν η Γερμανία, το Βατικανό και η Νορβηγία.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
------	-------------	-------------	-----------

Ρωσία		✓	
Σαν Μαρίνο	✓		✓
Κροατία	✓		✓

2004

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, φαίνεται να υπάρχει σημαντική υπεροχή των: Πορτογαλία, Σαν Μαρίνο, Σλοβενία, Λευκορωσία, Βατικανό, Βόρεια Μακεδονία, Πολωνία ως προς την eccentricity centrality και για το Σαν Μαρίνο ως προς την topological coefficient.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, η Ουκρανία φαίνεται να υπερέχει χαρακτηριστικά ως προς την BottleNeck Centrality.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, όλες οι χώρες φαίνεται να έχουν την ίδια θέση ως προς την eigenvector και degree centrality, με χαρακτηριστικά υψηλές τιμές να έχει η Νορβηγία με την Γερμανία

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ουκρανία		✓	
Σαν Μαρίνο	✓		
Σλοβενία	✓		
Λευκορωσία	✓		
Βατικανό	✓		
Βόρεια Μακεδονία	✓		
Πολωνία	✓		

2005

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, καμία χώρα δεν φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς κάποιο centrality.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, η Βουλγαρία και η Μολδαβία φαίνεται να έχουν σημαντική θέση ως προς την Bottleneck centrality, ενώ η Λετονία και η Νορβηγία φαίνεται να έχουν σημαντική θέση ως προς την topological coefficient.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, ως προς eigenvector και degree centrality, σημαντική θέση φάνηκε να έχουν οι περισσότερες χώρες μεταξύ των οποίων η Βουλγαρία και η Μολδαβία, με χαμηλές τιμές, αντίθετα, η Γερμανία και η Νορβηγία.

Η επικράτηση στο δίκτυο υψηλής εξωστρέφειας όσο και στο συγκριτικό δίκτυο, μπορεί να αιτιολογηθεί με το γεγονός ότι κατά την περίοδο 1990-2006, στο βουλγαρικό εμπόριο, σε όλες τις κατηγορίες προϊόντων υπάρχει μια ξεκάθαρη τάση υψηλής παρουσίας στις χώρες της Ε.Ε. Η ενισχυμένη πρόσβαση στην Ευρωπαϊκή αγορά, η οποία αποτελεί αποτέλεσμα της Συμφωνίας Συνεργασίας, φέρει ως αποτέλεσμα μια σημαντική αλλαγή στον γεωγραφικό προσανατολισμό του βουλγαρικού εμπορίου και καθιστά τα κράτη-μέλη της Ευρώπης σημαντικούς εταίρους εμπορίου και επενδύσεων.[29]

Ιδιαίτερη θέση φαίνεται να έχει και η Μολδαβία, όπου με μία πιο αναλυτική ματιά μεταξύ άλλων είχε και υψηλή τιμή στην κατηγορία 1:Beverages and Tobacco. Χαρακτηριστικό ορόσημο της χώρας αποτελεί ότι εξήγαγε το 79% της παραγωγής της σε κρασί στην Ρωσία τη χρονιά 2005. [30]

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Βουλγαρία		✓	✓
Μολδαβία		✓	✓
Λετονία		✓	
Νορβηγία		✓	

2006

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$ ως προς την eccentricity centrality σημαντική θέση κατέχουν οι: Μαυροβούνιο, Λευκορωσία, Λιθουανία και Σλοβενία.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, παίζει το Βατικανό ως προς τις centralities: Bottleneck και DMNC.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$ οι περισσότερες χώρες φαίνεται να έχουν σημαντική θέση ως προς degree και eigenvector centrality, με χαρακτηριστικά χαμηλές τιμές την Γερμανία και την Νορβηγία.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Σλοβενία	✓		✓
Μαυροβούνιο	✓		✓
Λευκορωσία	✓		✓
Λιθουανία	✓		✓
Αυστρία			✓
Ιταλία			✓

2007

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, η Ουγγαρία και η Σουηδία φαίνεται να έχουν σημαντική θέση ως προς degree και eigenvector centrality.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, η Ρωσία έχει σημαντική θέση ως προς το Bottleneck Centrality, και Harary, ενώ η Νορβηγία ως προς topological coefficient και average distance.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, Πολωνία, Εσθονία και Ελλάδα φαίνεται να έχουν σημαντική θέση ως προς eigenvector και degree centrality.

Επομένως σε αυτή τη χρονιά δε φαίνεται να ξεχωρίζει κάποια χώρα ως προς την σημαντικότητα της ούτε σε τοπικό επίπεδο, αλλά ούτε συγκριτικά ως προς την υπόλοιπη Ευρώπη.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ουγγαρία	✓		
Σουηδία	✓		
Ρωσία		✓	
Νορβηγία		✓	
Πολωνία			✓
Εσθονία			✓
Ελλάδα			✓

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, Ιρλανδία και Κροατία centrality (Freeman) , centroid value, Decay centrality, Diffusion degree.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, η Ρωσία φαίνεται να επικρατεί ως προς BottleNeck και Harary Centrality, και η Νορβηγία ως προς topological coefficient και Average Distance.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, η Μάλτα, η Λευκορωσία και η Ρωσία φαίνεται να έχουν σημαντικότερη θέση ως προς την BottleNeck centrality με ιδιαίτερα χαμηλές τιμές να εμφανίζει η Γερμανία και η Νορβηγία.

Μεγάλη εξωστρέφεια τόσο σε ανεξάρτητο επίπεδο όσο και σε συγκριτικό ως προς την Ευρώπη παρουσίασε η Ρωσία, που φάνηκε να επικρατεί στην κατηγορία 3: Mineral fuels, lubricants and related materials.

Με μία ανασκόπηση στην βιβλιογραφία, φαίνεται από το 2005 ο ρωσικός προμηθευτής φυσικού αερίου Gazprom και η Ουκρανική εταιρία πετρελαίου και φυσικού αερίου Naftogaz, να εμπλέκονται σε μια πληθώρα διενέξεων. Πιο συγκεκριμένα η Ρωσία υποστήριξε, κατά τη διάρκεια του 2005, ότι η Ουκρανία δεν πλήρωνε το αντίτιμο που όφειλε για τις ποσότητες φυσικού αερίου που εισήγαγε, αλλά εξέτρεπε το φυσικό αέριο που προοριζόταν προς την Ε.Ε. μέσω αγωγών που περνούσαν από ουκρανικό έδαφος. Οι διενέξεις κλιμακώθηκαν όταν η παροχή φυσικού αερίου μέσω Ουκρανίας, μειώθηκε δραματικά ως αντίποινα της Ρωσίας, έχοντας ως αποτέλεσμα πολλές χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης κυρίως, να αντιμετωπίσουν προβλήματα. Κλήθηκαν λοιπόν άλλες χώρες να συμπληρώσουν αυτό το έλλειμμα καυσίμων, όπως για παράδειγμα η Νορβηγία, προκαλώντας έτσι την ύπαρξη ανταγωνιστών στην παροχή καυσίμων της Ευρώπης, περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο την μονοπωλιακή χροιά της Ρωσίας, κάτι που αντικατοπτρίζεται και στο ανταγωνιστικό δίκτυο καθιστώντας την να ξεχωρίζει ως προς την κεντρικότητα.[31]

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ιρλανδία	✓		
Κροατία	✓		
Μάλτα			✓
Ρωσία		✓	✓
Νορβηγία		✓	

Λευκορωσία			✓
------------	--	--	---

Στο δίκτυο $NEI > 0.1$, η Ουγγαρία φαίνεται να έχει σημαντική θέση ως προς Barycenter centrality και closeness centrality (Freeman).

Στο δίκτυο $NEI > 0.5$ η Ρωσία κατέχει σημαντική θέση ως προς την BottleNeck centrality και η Νορβηγία ως προς την topological coefficient.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, η Κροατία και η Εσθονία φαίνεται να έχουν σημαντικότερη θέση από τις άλλες ως προς degree και eigenvector centrality.

Επομένως σε αυτή τη χρονιά δε φαίνεται να ξεχωρίζει κάποια χώρα ως προς την σημαντικότητα της ούτε σε τοπικό επίπεδο, αλλά ούτε συγκριτικά ως προς την υπόλοιπη Ευρώπη.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Δανία	✓		
Ουγγαρία	✓		
Νορβηγία		✓	
Ρωσία		✓	
Κροατία			✓
Εσθονία			✓

2010

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$ καμία χώρα δεν φαίνεται να κυριαρχεί ως προς κάποια κεντρικότητα, εκτός της Ελλάδας ως προς average distance.

Στο δίκτυο $NEI > 0.5$ η Ρωσία κατέχει σημαντική θέση ως προς την BottleNeck centrality και η Νορβηγία ως προς την topological coefficient.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, καμία χώρα δε φαίνεται να ξεχωρίζει ως προς κάποια κεντρικότητα πέρα από το Γιβραλταρ, που ξεχώρισε για την ιδιαίτερα χαμηλή τιμή που παρουσίασε.

Επομένως σε αυτή τη χρονιά δε φαίνεται να ξεχωρίζει κάποια χώρα ως προς την σημαντικότητα της ούτε σε τοπικό επίπεδο, αλλά ούτε συγκριτικά ως προς την υπόλοιπη Ευρώπη.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Νορβηγία		✓	

Ρωσία		✓	
-------	--	---	--

2011

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, Ιρλανδία φαίνεται να έχει σημαντική θέση ως προς degree και eigenvector centrality.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, η Ισλανδία, και η Ουκρανία φαίνεται να έχουν σημαντική θέση ως προς eccentricity centrality και η Νορβηγία ως προς average distance.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, ως προς degree και eigenvector centrality σημαντική θέση φαίνεται να κατέχει πάλι η Ισλανδία και η Ουκρανία. Χαρακτηριστικά παρατηρείται, ότι καμία χώρα δεν φάνηκε να κατέχει σημαντική θέση ως προς κάποιο centrality.

Παρατηρείται ότι η Ισλανδία, κατέχει κεντρική θέση στα ανταγωνιστικά δίκτυα τόσο σε αυτό με υψηλό βαθμό ανεξάρτητης εξωστρέφειας όσο και στο συγκριτικό ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος στη Ευρώπη. Οι κατηγορίες στις οποίες κυριάρχησε ήταν 0: Food and live animals chiefly for food, 4: Animal and vegetable oils, fats and waxes και 6: Manufactured goods classified chiefly by materials.

Όντως όπως φαίνεται και στην αναφορά της Κεντρικής Τράπεζας της Ισλανδίας για το 2011, τα ψάρια και τα υπόλοιπα θαλασσινά προϊόντα αποτέλεσαν τον κυρίαρχο στις εξαγωγές προϊόντων, παρόλο που μειώθηκαν σαν μερίδιο της συνολικής εμπορικής κίνησης. Το 2011, αυτή η κατηγορία προϊόντων, αποτέλεσαν το 41% των συνολικών εξαγωγών αγαθών και το 26% των συνολικών εξαγωγών, από 75% και 56% αντίστοιχα το 1990. Οι εξαγωγές των κατασκευασμένων αγαθών αναπτύχθηκαν ταχύτατα σε σημαντικότητα, αποτελώντας το 54% των εξαγωγών αγαθών και το 35% αντίστοιχα των συνολικών εξαγωγών για το 2011.[32]

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ιρλανδία	✓		
Ισλανδία		✓	✓
Ουκρανία		✓	✓

2012

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, η Ιρλανδία, Ουγγαρία και Ιταλία φαίνεται να κυριαρχούν ως προς την BottleNeck centrality.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, η Νορβηγία φαίνεται να έχει σημαντική θέση ως προς την average distance centrality μαζί με την Ουκρανία, Ισλανδία, Μολδαβία ως προς την eccentricity centrality.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, οι περισσότερες χώρες κατείχαν σημαντική θέση ως προς degree και eigenvector centrality, με την Νορβηγία, τη Μάλτα και το Γιβραλταρ να κατέχουν ιδιαίτερα χαμηλές τιμές.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Ουγγαρία	✓		✓
Ιρλανδία	✓		✓
Νορβηγία		✓	
Ισλανδία		✓	✓
Μολδαβία		✓	✓
Ουκρανία		✓	✓
Ιταλία	✓		✓

2013

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, η Γερμανία, η Νορβηγία, η Σλοβακία και η Σλοβενία ξεχωρίζουν ως προς τις τιμές της average distance.

Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$ η Νορβηγία κατέχει υψηλή θέση σε τιμές average distance και topological coefficient centrality, ενώ η Ρωσία σε Bottleneck και Harary centrality.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, οι περισσότερες χώρες κατείχαν σημαντική θέση ως προς degree και eigenvector centrality.

Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Γερμανία	✓		✓
Σλοβακία	✓		✓
Νορβηγία	✓		✓

Σλοβενία	✓		✓
Ρωσία		✓	✓

2014

Στο δίκτυο με $NEI > 0.1$, σημαντική θέση ως προς την eccentricity centrality φαίνεται να έχουν οι Γερμανία, η Ανδόρα, η Τσεχία και η Ελβετία.

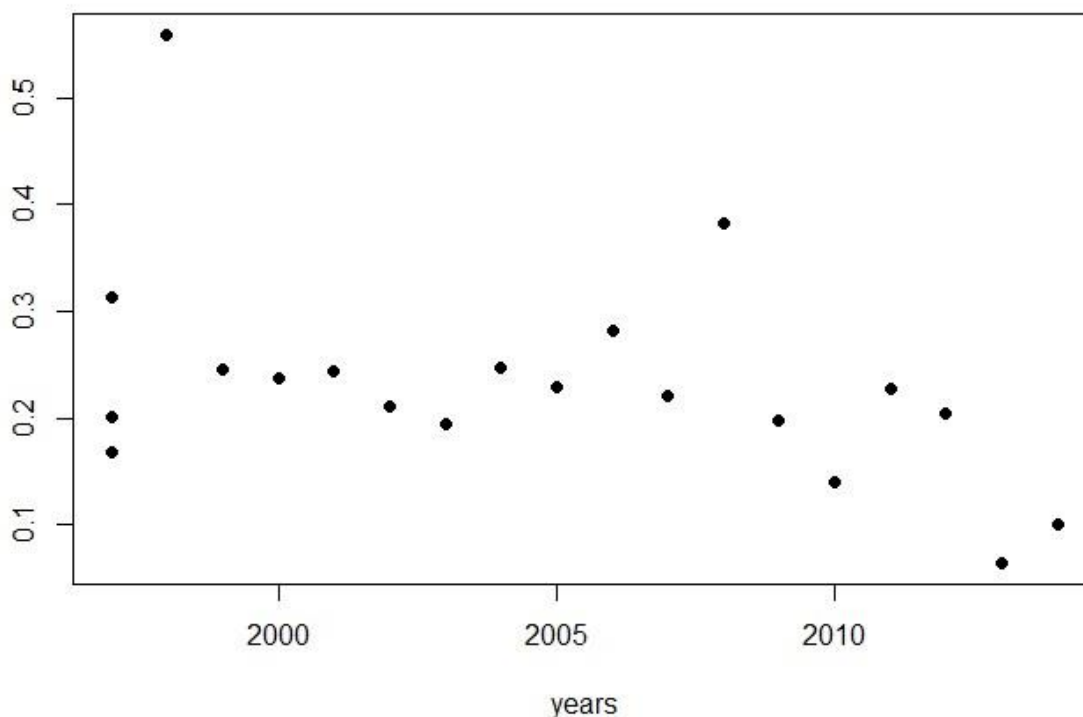
Στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, σημαντική θέση φαίνεται να κατέχει η Βόρεια Μακεδονία και η Ρωσία ως προς την BottleNeck Centrality και η Γαλλία και η Νορβηγία ως προς Average Distance και topological coefficient.

Στο δίκτυο με $RCA > 1$, σημαντική θέση φαίνεται να είχαν η Φινλανδία και η Ελβετία ως προς την topological coefficient centrality.

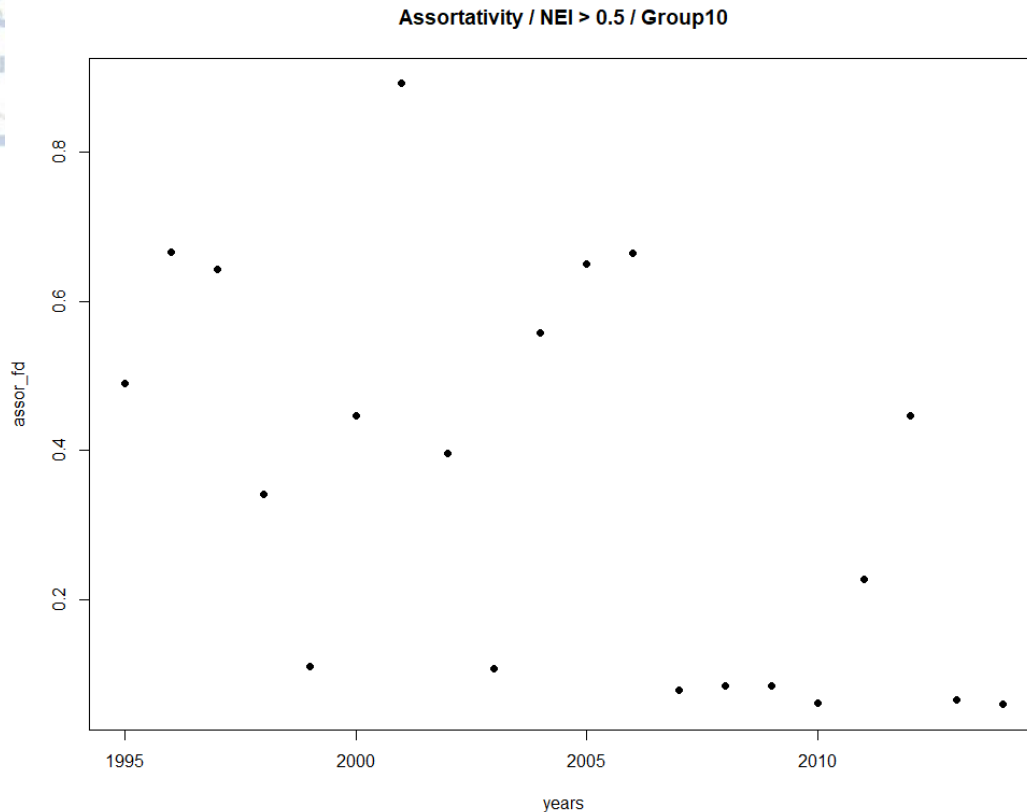
Χώρα	$NEI > 0.1$	$NEI > 0.5$	$RCA > 1$
Γερμανία	✓		
Νορβηγία		✓	
Ρωσία		✓	
Γαλλία		✓	
Βόρεια Μακεδονία		✓	
Ανδόρα	✓		
Τσεχία	✓		
Ελβετία	✓		✓
Φινλανδία			✓

7.4.2 : Αποτελέσματα των δεικτών Assortativity και Modularity και ερμηνεία

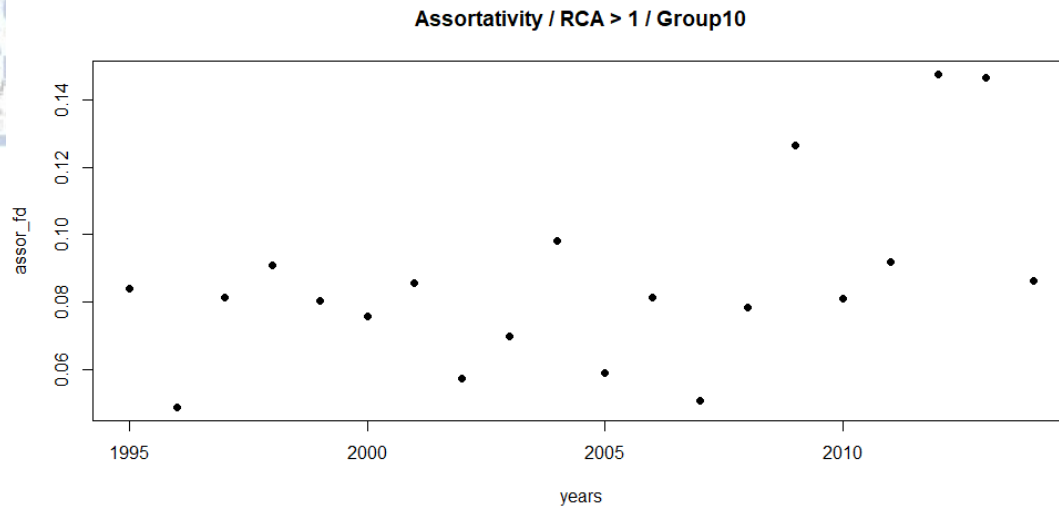
Assortativity δικτύων με $NEI > 0.1$



Από το 1995 έως το 1998 παρατηρείται αύξηση του assortativity για το δίκτυο με $NEI > 0.1$. Η μέγιστη τιμή, όλης της εικοσαετίας παρουσιάζεται το 1998. Χώρες λοιπόν με εξαγωγική εξωστρέφεια και πολλούς ανταγωνιστές ως προς αυτήν τείνουν να ανταγωνίζονται επίσης χώρες με εξαγωγική εξωστρέφεια σε ίδιες κυρίως κατηγορίες προϊόντων με επίσης πολλούς ανταγωνιστές. Η τάση αυτή φαίνεται να μειώνεται το 1999 αλλά να παρουσιάζει μκ'ρη αυξητική τάση μέχρι το 2008. Το 2008 παρατηρείται η δεύτερη μεγαλύτερη τιμή της οικοσαετίας και αμέσως μετά κατά το 2009 έτος το οποίο συμπίπτει με την έναρξη της οικονομικής κρίσης μια πτώση που συνεχίζεται, μέχρι το 2014. Από το το έτος 2009 και μετά οι τιμές του δείκτη assortativity υποδεικνύουν ότι τα δίκτυα δεν παρουσιάζουν μοτίβα ομοιότητας για τον ανταγωνισμό μεταξύ των χωρών.

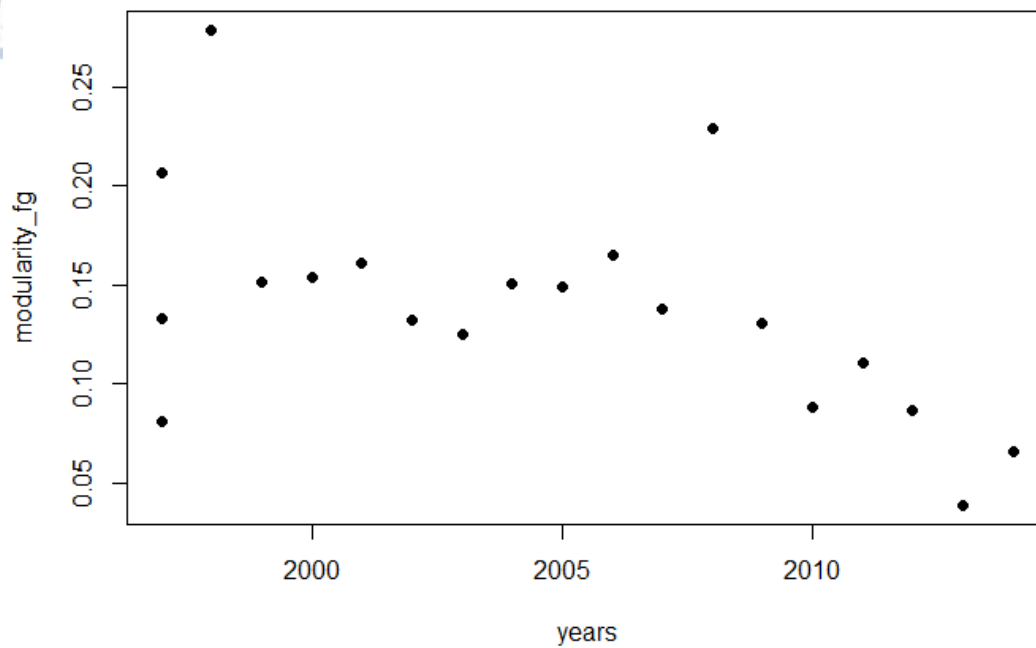


Οι τιμές του assortativity στο δίκτυο ανταγωνιστών με υψηλή εξαγωγική εξωστρέφεια ως προς τις ίδιες κατηγορίες προϊόντων φαίνεται να μην παρουσιάζουν σταθερή τάση από το 1995 έως το 2006. Παρατηρούμε ότι κατά την περίοδο αυτή οι αυξομειώσεις του δείκτη assortativity ακολουθούν πενταετής κύκλους. Από το 2007 όμως, με εξαίρεση το 2011 και το 2012, οι τιμές assortativity φαίνεται να παραμένουν σταθερές σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, σχεδόν μηδενικά. Μπορεί να διαπιστωθεί λοιπόν, ότι χαμηλές τιμές assortativity μεταξύ κόμβων με σημαντική εξωστρέφεια ως προς τις ίδιες εξαγωγικές ροές, υποδεικνύει την μη ύπαρξη μοτίβων ομοιότητας των χωρών ως προς τον ανταγωνισμό.

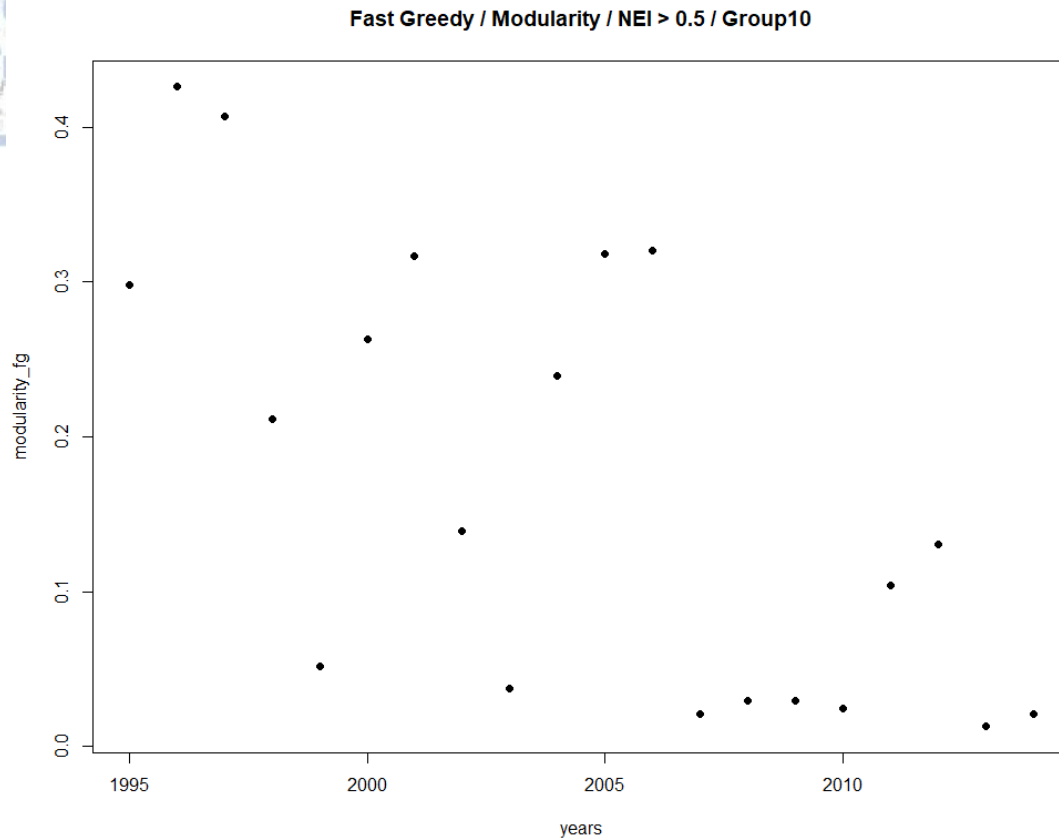


Οι τιμές assortativity μεταξύ χωρών με συγκριτικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα δείχνουν να κυμαίνονται σε χαμηλές τιμές, με μία μικρή αύξηση κατά το 2009 , 2011 και 2012. Επομένως μέσα στην διάρκεια της εικοσαετίας δεν παρουσιάστηκε μοτίβο ομοιότητας ανταγωνισμού μεταξύ των χωρών.

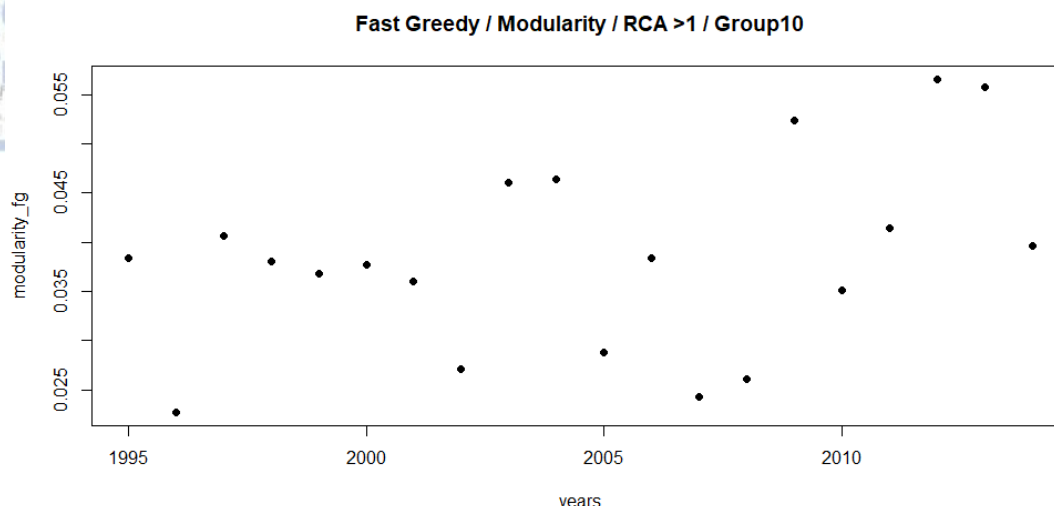
Fast Greedy / Modularity / $NEI > 0.1$ / Group10



Καθ' όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας δεν παρατηρείται τιμή $modularity(Q > 0.3)$ που να υποδυκνείει την ύπαρξη δομής κοινοτήτων σε κάποιο από τα δίκτυα.



Αρχικά παρατηρείται ότι για έξι διαφορετικά έτη 1995, 1996, 1997, 2001, 2005 και 2006 το δίκτυο παρουσιάζει ισχυρή δομή κοινοτήτων, δηλαδή τιμές modularity ($Q > 0.3$). Ταυτόχρονα παρατηρείται ότι οι τιμές του modularity ακολουθούν πενταετής κύκλους αυξομειώσεως, Ωστόσο από το έτος 2007 και μετά η ύπαρξή τους σταματάει.

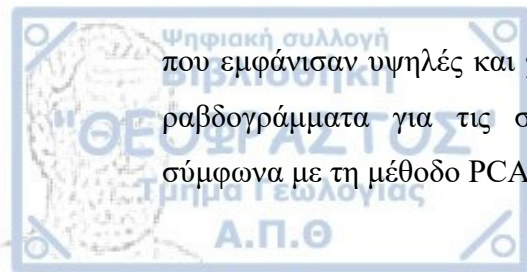


Οι τιμές modularity των δικτύων για όλη την εικοσαετία κυμαίνονται σε τιμές χαμηλότερες του 0.3, επομένως δεν παρουσιάζουν ισχυρή δομή κοινοτήτων.

Ωστόσο ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι οι τιμές του δείκτη assortativity και του modularity παρουσιάζουν τις ίδιες τάσεις και αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια των είκοσι ετών.

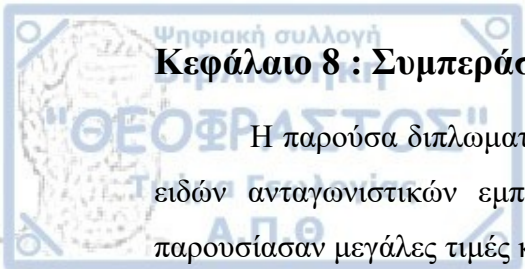
Η διαδικασία της ολοκλήρωσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης πριν την κρίση και τα διαφοροποιούμενα εξαγωγικά μοτίβα υποδηλώνουν ότι η εξαγωγική δραστηριότητα έγινε λιγότερο συγκεντρωμένη μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Η αλλαγή αυτή των εμπορικών μοτίβων, κυρίως στον τομέα προϊόντων μεσαίας ποιότητας, ονόμαζεται "climbing up" φαινόμενο κατά το οποίο λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες κερδίζουν έδαφος εις βάρος των πιο ανεπτυγμένων χωρών. Αυτό επαληθεύει τις υψηλές τιμές του δείκτη assortativity προ κρίσης, καθώς μειώνονται οι διαφοροποιήσεις των βαθμών ανεξαρτησίας του επιπέδου ανάπτυξης το οποίο έχει η χώρα. Ταυτόχρονα παρατηρείται ως αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου, αύξηση στο γεωγραφικό διαχωρισμό, δηλαδή δημιουργία δικτύων με ισχυρότερη δομή κοινοτήτων. Αυτές οι τάσεις αυτές φαίνεται να καταρρίπτονται μετά το ξέσπασμα της κρίσης, κάτι το οποίο επαληθεύεται από τις πτώσεις των τιμών assortativity και modularity. [38]

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α παρουσιάζονται τα δίκτυα που δημιουργήθηκαν για κάθε χρονιά καθώς και τα δίκτυα που δημιουργήθηκαν κάθε χρονιά ενώ στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β παρουσιάζονται οι πίνακες με τις κεντρικότητες που θεωρήθηκαν σημαντικές μετά την εφαρμογή της μεθόδου κύριων συνιστωσών καθώς και οι χώρες



που εμφάνισαν υψηλές και χαμηλές τιμές. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ παρουσιάζονται τα ραβδογράμματα για τις συνεισφορές των centralities στις κύριες συνιστώσες σύμφωνα με τη μέθοδο PCA.





Κεφάλαιο 8 : Συμπεράσματα διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως σκοπό την μελέτη της εξέλιξης δυο ειδών ανταγωνιστικών εμπορικών δικτύων και τον προσδιορισμό κόμβων που παρουσίασαν μεγάλες τιμές κεντρικότητας, εξίσου στα δυο αυτά είδη, κάθε χρόνο. Το πρώτο είδος δικτύου σχηματίστηκε χρησιμοποιώντας τον μακροοικονομικό δείκτη καθαρών εξαγωγών (Net Export Index), για εξαγωγικές σχέσεις χωρών και προϊόντων που ξεπέρασαν δυο κατώφλια δυναμικής. Το δεύτερο είδος δικτύου σχηματίστηκε χρησιμοποιώντας τον δείκτη Αποκαλυπτόμενου Συγκριτικού Πλεονεκτήματος (Revealed Comparative Advantage – RCA), με κατώφλι που συνιστά εξαγωγικό συγκριτικό πλεονέκτημα ως προς τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες.

Για κάθε έτος προσδιορίστηκαν οι κεντρικοί κόμβοι-χώρες, και ιδιαίτερη σημασία δόθηκε σε αυτούς που αναδείχθηκαν ως οι σημαντικότεροι και στα δυο είδη δικτύων. Παράλληλα, δόθηκαν ερμηνείες ως προς τα γεωπολιτικά και οικονομικά γεγονότα της αντίστοιχης περιόδου, που φάνηκαν να αποτελούν την αιτία.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τον δείκτη assortativity αναδεικνύουν δυο βασικά συμπεράσματα. Αρχικά, την δημιουργία δικτύων με απουσία μοτίβων ομοιότητας ανταγωνισμού για την περίπτωση με $NEI > 0.1$ καθώς και στην περίπτωση με $NEI > 0.5$ μετά την έναρξη της οικονομικής κρίσης. Επιπλέον, την ύπαρξη πενταετών κύκλων αυξομειώσεων του δείκτη, για την περίπτωση με $NEI > 0.5$.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τον δείκτη modularity υποδεικνύουν αρχικά την απουσία δομής κοινοτήτων στα δίκτυα με $NEI > 0.1$ και $RCA > 1$. Ωστόσο, δομή κοινοτήτων ανταγωνισμού παρατηρείται στο δίκτυο με $NEI > 0.5$, που ακολουθεί τους ίδιους πενταετείς κύκλους με τον συντελεστή assortativity, καθώς και μη ύπαρξη δομής κοινοτήτων ανταγωνισμού μετά την εκδήλωση της οικονομικής κρίσης.

Ως μελλοντικός σκοπός που δημιουργείται από την παρούσα διπλωματική εργασία, αποτελεί η δημιουργία και μελέτη των αντίστοιχων σταθμισμένων δικτύων, έτσι ώστε να μελετηθεί το επίπεδο ανταγωνισμού μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών στον τομέα των εξαγωγών. Επίσης θα μπορούσαν να ελεγχθούν διαφορετικές τιμές κατωφλίων έτσι ώστε να μελετηθεί η επίδραση του στη δομή των δικτύων.



Βιβλιογραφία

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Network_science#Network_analysis (date of access 1/11/2019)

[2] Applications of Graph Theory in Human Life, S. Venu Madhava Sarma

[3] An Overview Applications of Graph Theory in Real Field, Basudeb Mondal, Prof. Dr. Kajal De ,Assistant Teacher, Bajitpur Primary School, Bajitpur, Purapara, Murshidabad, West Bengal, India, Professor of Mathematics, School of Science, Netaji Subhas Open University, DD-26, Sector-I, Salt Lake, Kolkata, WestBengal, India

[4] Benedictis, Luca & Nenci, Silvia & Santoni, Gianluca & Tajoli, Lucia & Vicarelli, Claudio. (2014). Network analysis of World Trade using the BACI-CEPII dataset. SSRN Electronic Journal. 14. 10.2139/ssrn.2374354.

[5] <http://unstats.un.org/unsd/tradekb/Knowledgebase/Comtrade-User-Guide> (date of access 1/11/2019)

[6] Tacchella A., Cristelli M., Caldarelli G., Gabrielli A. & Pietronero L. A New Metrics for Countries' Fitness and Products' Complexity. Sci. Rep. 2(723), doi:10.1038/srep00723 (2012).

[7] U. Brandes and T. Erlebach (Eds.): Network Analysis, LNCS 3418, pp. 7–15, 2005.

[8] Ernesto Estrada, Juan A. Rodriguez-Velazquez: Subgraph centrality in Complex Networks. *Physical Review E* 71, 056103 (2005).

[9] <https://cran.r-project.org/web/packages/CINNA/vignettes/CINNA.html#centrality-measure-analysis> (date of access 1/11/2019)

[10] Sanidas, E., & Shin, Y. (2010). Comparison of Revealed Comparative Advantage Indices with Application to Trade Tendencies of East Asian Countries.

[11] https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/2129/1/05_chapter04.pdf (date of access 1/11/2019)

[12] Yassen Assenov, Fidel Ramírez, Sven-Eric Schelhorn, Thomas Lengauer, Mario Albrecht, Computing topological parameters of biological networks, Bioinformatics, Volume 24, Issue 2, 15 January 2008, Pages 282–284

[13] del Rio, Gabriel, Dirk Koschutski, and Gerardo Coello. "How to identify essential genes from molecular networks?" BMC systems biology 3.1 (2009): 102

[14] Viswanath, Meghana. Ontology-based automatic text summarization. Diss. University of Georgia, 2009.

[15] Przulj, N., Dennis A. Wigle, and Igor Jurisica. "Functional topology in a network of protein interactions." Bioinformatics 20.3 (2004): 340-348.

[16] Scardoni, Giovanni, Michele Petterlini, and Carlo Laudanna. "Analyzing biological network parameters with CentiScaPe." Bioinformatics 25.21 (2009): 2857-2859.

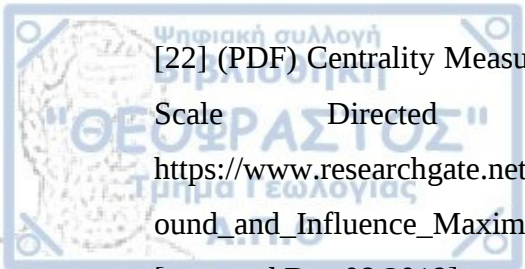
[17] <http://www.cbmc.it/fastcent/doc/Centroid.htm> (date of access 1/11/2019)

[18] Freeman, Linton C. "Centrality in social networks conceptual clarification." Social networks 1.3 (1979): 215-239.

[19] Jana Hurajova, Silvia Gago and Tomas Madaras, Decay Centrality, 15th Conference of Kosice Mathematicians. Herl'ny 2.-5. aprila 2014.

[20] On Decay Centrality, Nikolas Tsakas, Department of Economics, University of Cyprus April 19, 2016

[21] <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/degree-centrality> (date of access 1/11/2019)



[22] (PDF) Centrality Measures, Upper Bound, and Influence Maximization in Large Scale Directed Social Networks. Available from: https://www.researchgate.net/publication/261960531_Centrality_Measures_Upper_Bound_and_Influence_Maximization_in_Large_Scale_Directed_Social_Networks [accessed Dec 08 2019].

[23] Lin, Chung-Yen, et al. "Hubba: hub objects analyzer-a framework of interactome hubs identification for network biology." Nucleic acids research 36.suppl 2 (2008): W438-W443.

[24] <http://www.cbmc.it/fastcent/doc/Eccentricity.htm> (date of access 1/11/2019)

[25] Eccentricity and centrality in networks Per Hage a*, Frank Harary b a Department of Anthropology, University of Utah, Salt Lake City, UT84112, USA b Department of Computer Science, New Mexico State University, Las Cruces, NM 88003, USA

[26] https://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Iceland#Exports (date of access 1/11/2019)

[27] Hungary Export-Import, Trade and Business Directory Volume 1

[28] https://www.esiweb.org/pdf/bulgaria_ECRRegular%20Report%20Bulgaria_en_1999.pdf (date of access 1/11/2019)

[29] Lozanov, Oleg & Zhivkova, Stela. (2017). Development and Structure of the Bulgarian Export After the Country's Accession to the EU. European Journal of Economics and Business Studies. 9. 147. 10.26417/ejes.v9i1.p147-155.

[30] <https://wiiw.ac.at/moldova-structural-change-trade-specialization-and-international-integration-dlp-452.pdf> (date of access 1/11/2019)

[31] https://en.wikipedia.org/wiki/Russia%E2%80%93Ukraine_gas_disputes (date of access 1/11/2019)

[32] https://www.cb.is/library/Skraarsafn---EN/Economy-of-Iceland/2012/EOI_2012.pdf (date of access 1/11/2019)

[33] Η βιομηχανική πολιτική της Αγγλίας και οι επιπτώσεις της στις εξαγωγές, Χατζηστεφάνου Α. Σεραφείμ, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2012

[34] Newman, Mark & Girvan, Michelle. (2004). Finding and Evaluating Community Structure in Networks. Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics. 69. 026113. 10.1103/PhysRevE.69.026113.

[35] Clauset, Aaron & Newman, M & Moore, Cristopher. (2005). Finding community structure in very large networks. Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics. 70. 066111. 10.1103/PhysRevE.70.066111.

[36] <https://en.wikipedia.org/wiki/Assortativity> (date of access 1/11/2019)

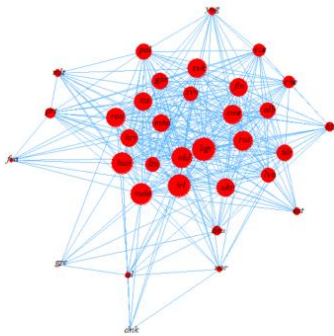
[37] <https://oec.world/en/resources/data/> (date of access 1/11/2019)

[38] Robert Stehrer, Sandra Leitner, Manual Macias, Daniel Mirza, Olga Pindyuk, Iulia Siedschlag, Zuzanna Studnicka, Roman Stöllinger (2016) The evolving composition of intra-EU trade over time.

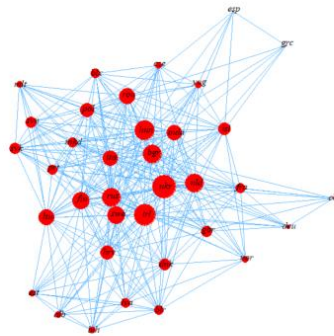
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Τα δίκτυα με $NEI > 0.1$

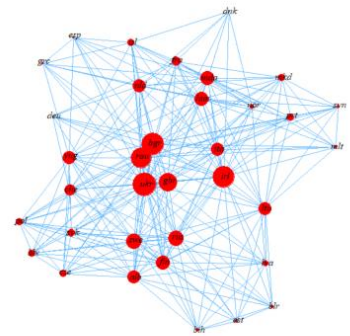
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 1995



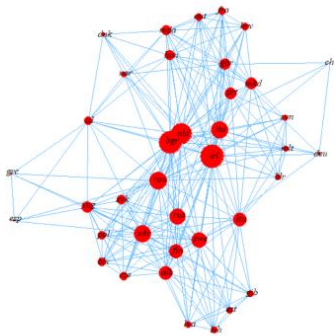
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 1996



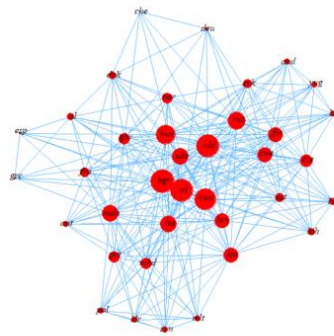
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 1997



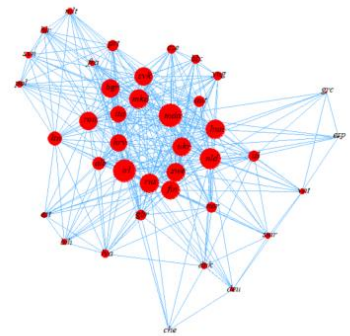
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 1998



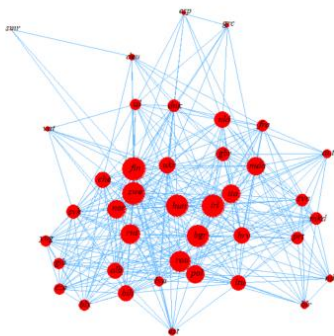
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 1999



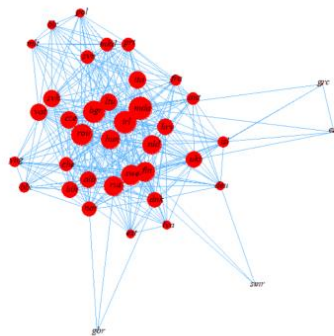
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2000



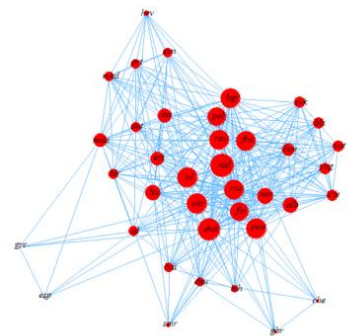
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2001



Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2002

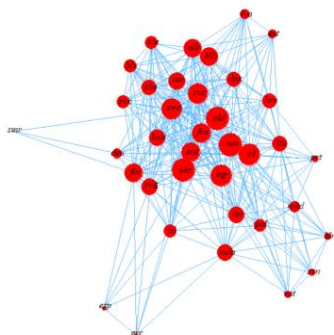


Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2003

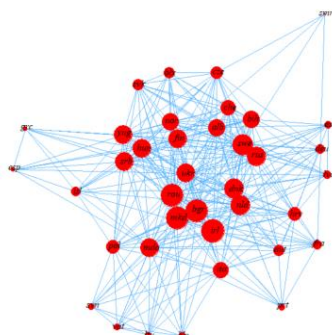




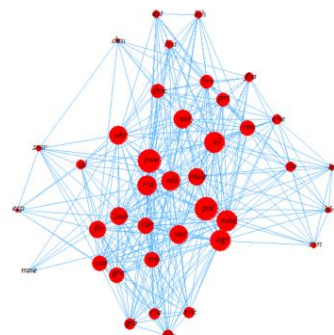
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2004



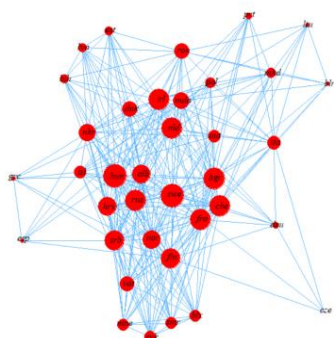
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2005



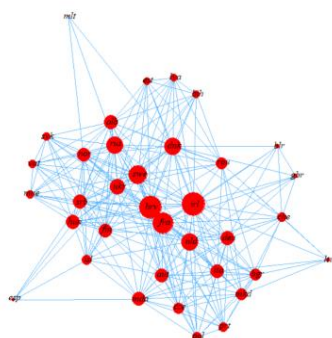
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2006



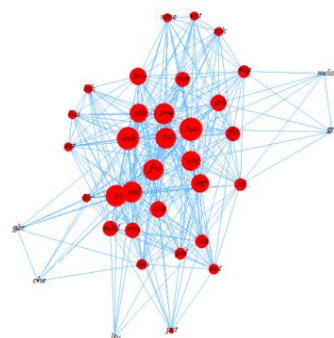
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2007



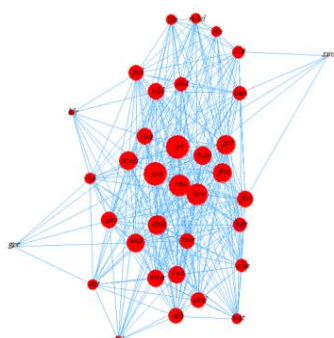
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2008



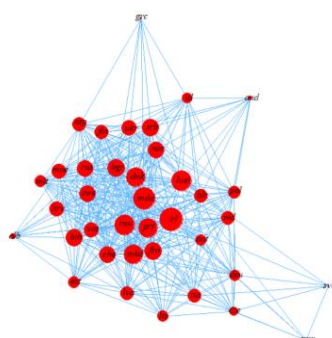
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2009



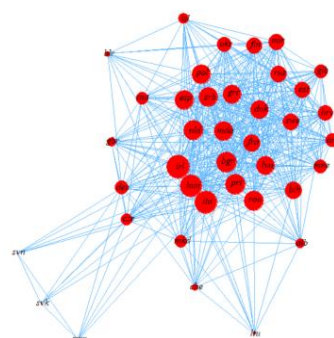
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2010



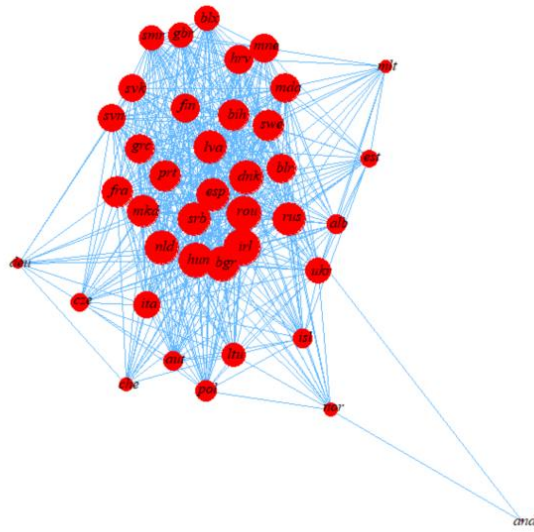
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2011



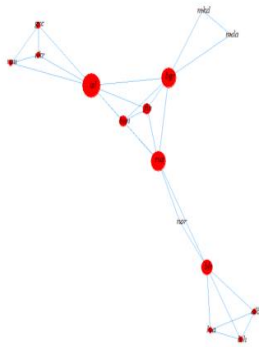
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2012



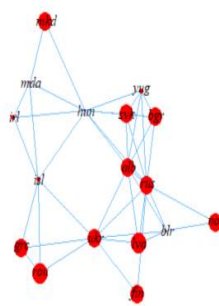
Graph NEI / Group 10 / 0.1 / Year 2014



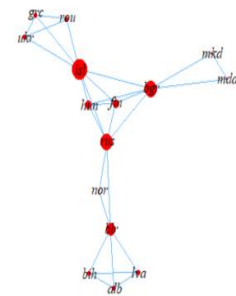
1995



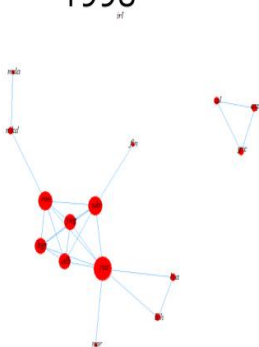
1996



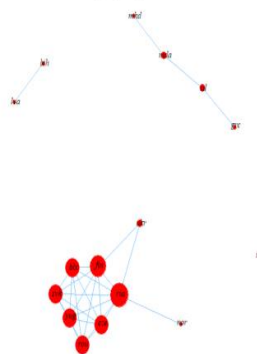
1997



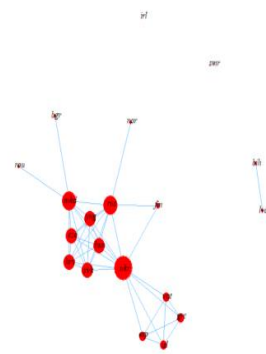
1998



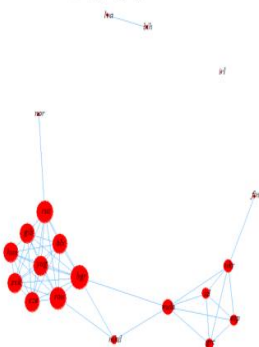
1999



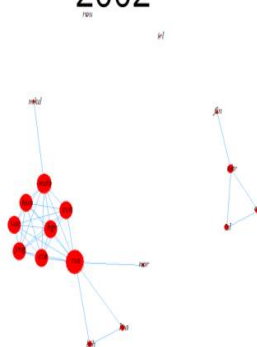
2000



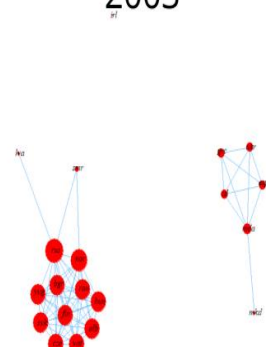
2001



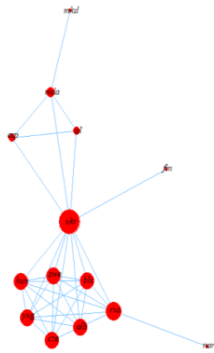
2002



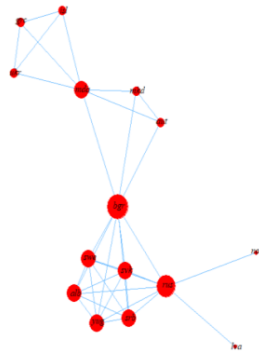
2003



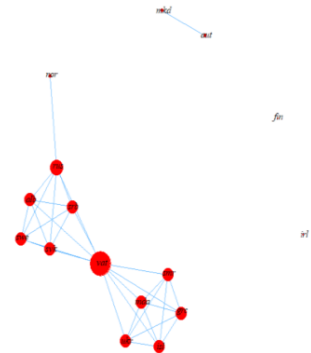
2004



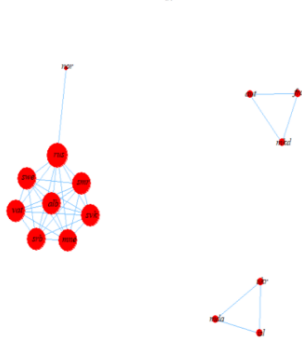
2005



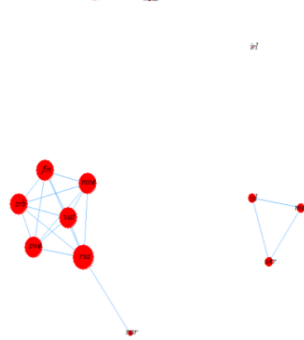
2006



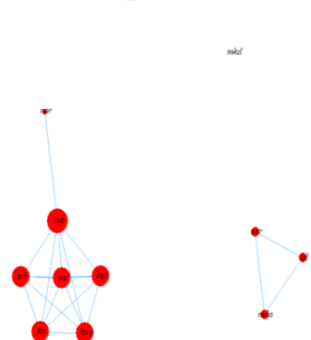
2007



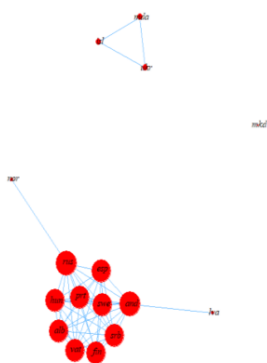
2008



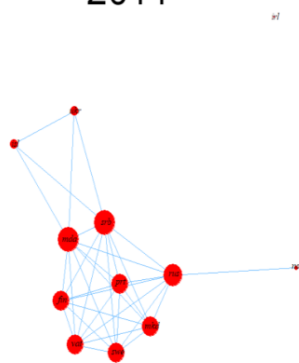
2009



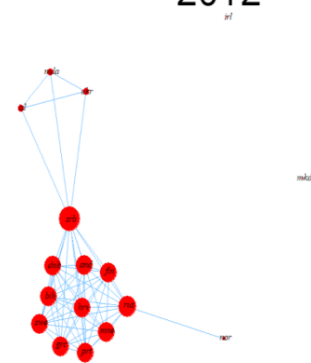
2010



2011



2012





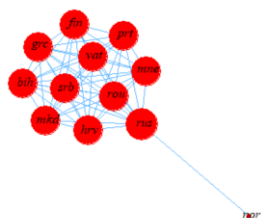
2013

iri



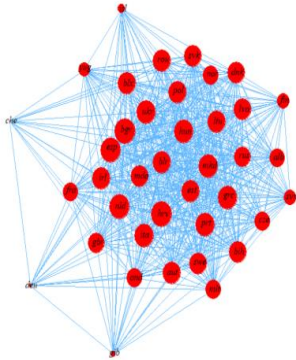
iri

2014

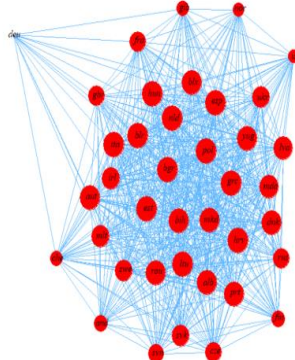


Τα δίκτυα με $RCA > 1$

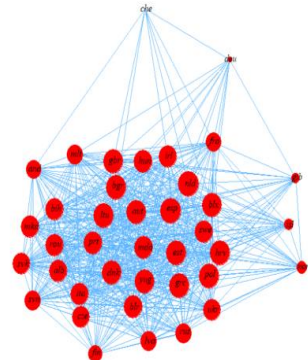
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 1995



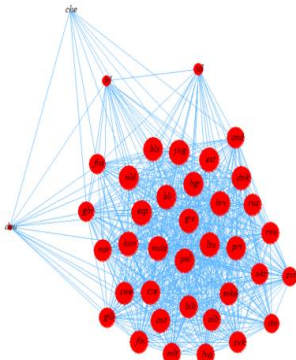
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 1996



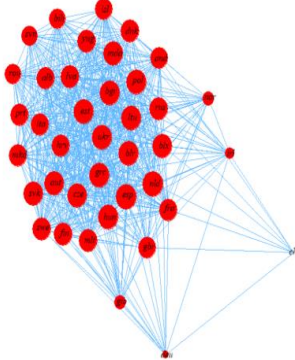
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 1997



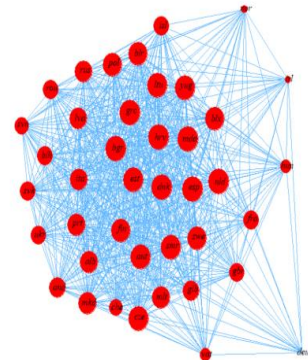
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 1998



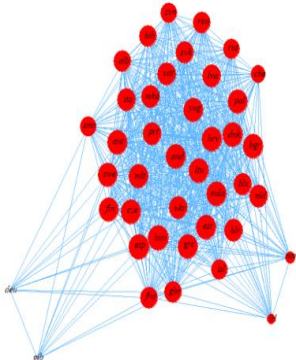
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 1999



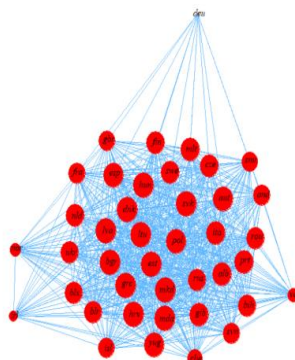
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2000



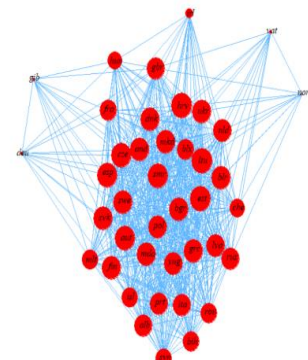
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2001



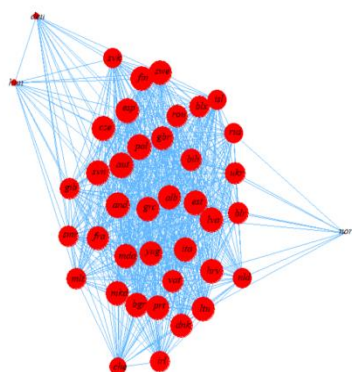
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2002



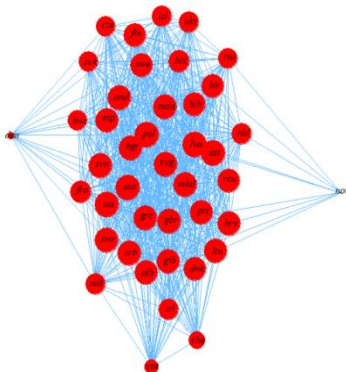
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2003



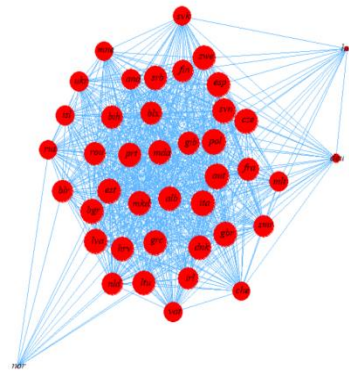
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2004



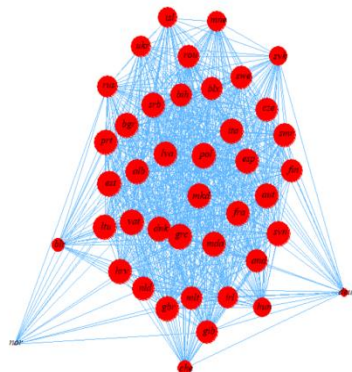
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2005



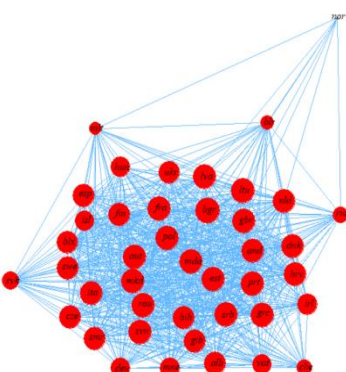
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2006



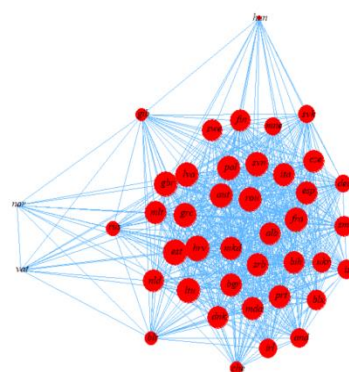
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2007



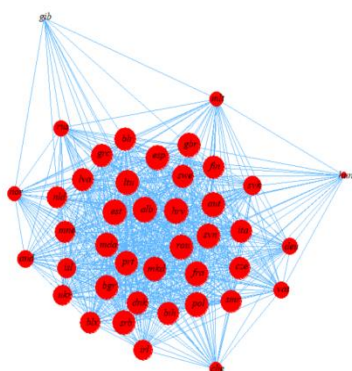
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2008



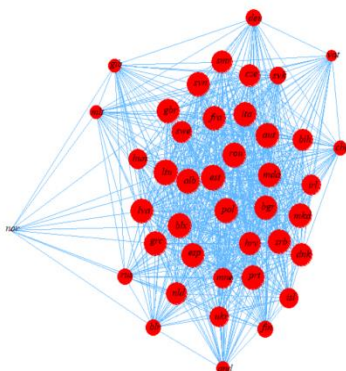
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2009



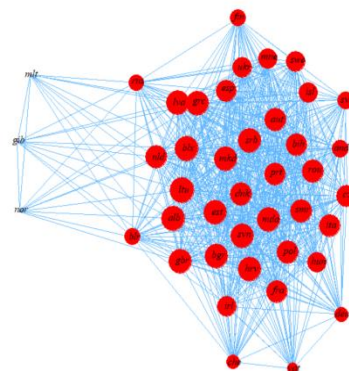
RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2010



RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2011

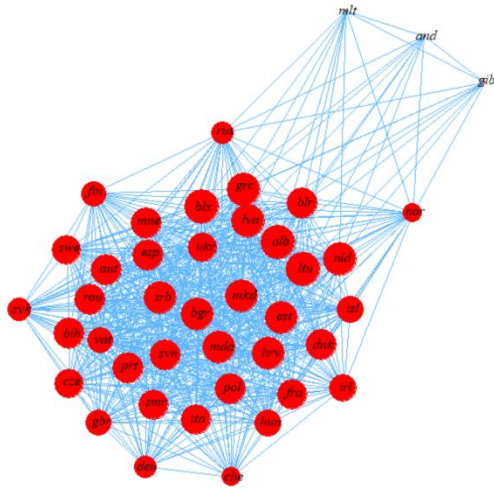


RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2012

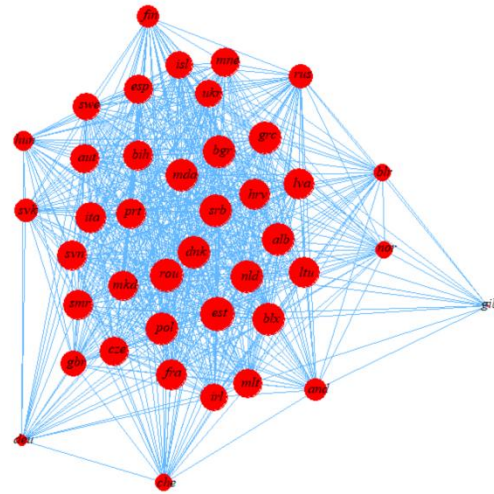




RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2013

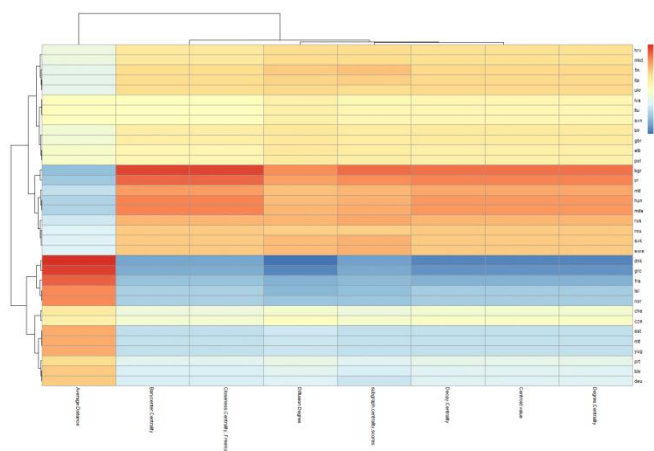


RCA / Group 10 / rca > 1 / Year 2014

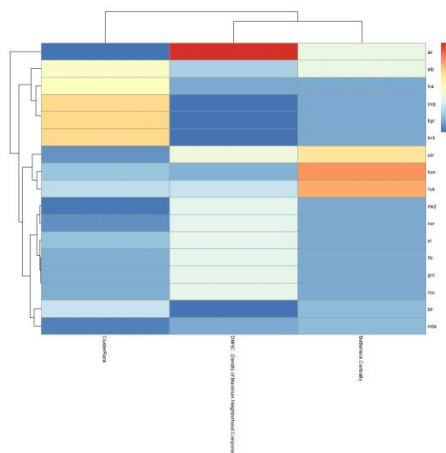


1995

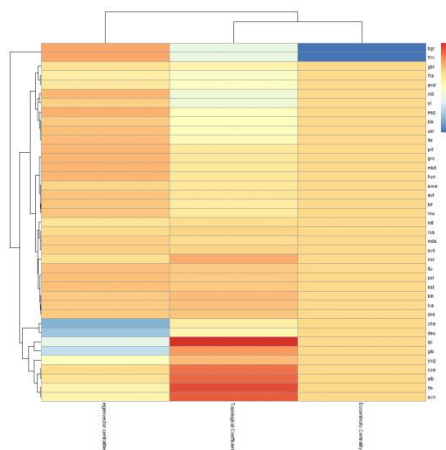
NEI > 0.1



NEI > 0.5

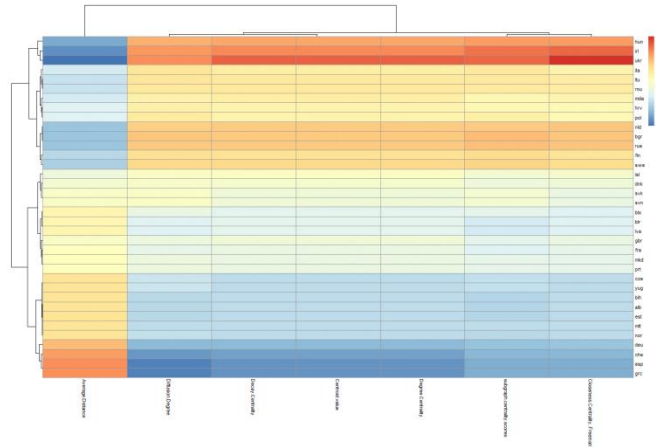


RCA > 1

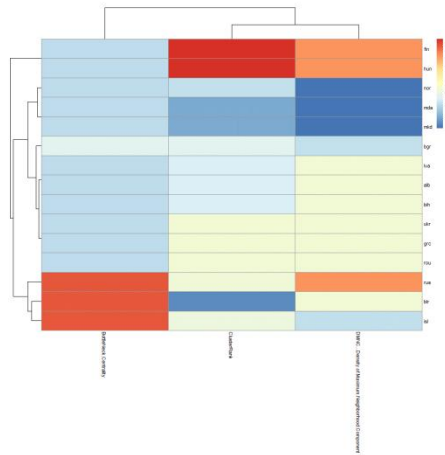


1996

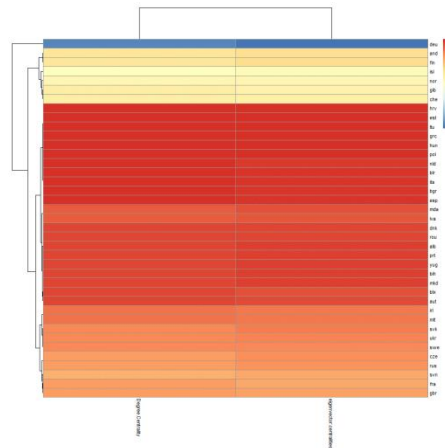
NEI > 0.1



NEI > 0.5

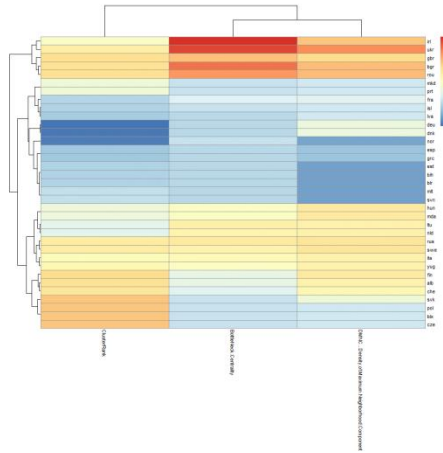


RCA > 1

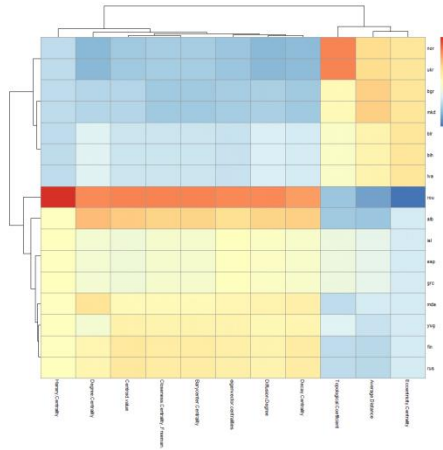


1997

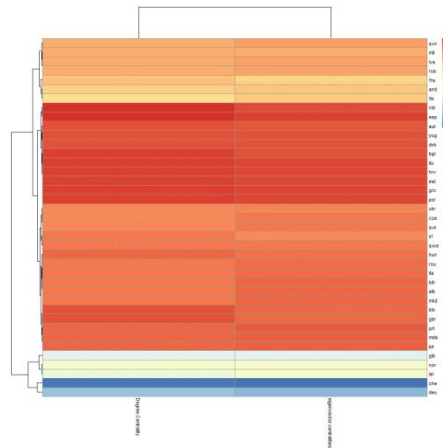
NEI > 0.1



NEI > 0.5

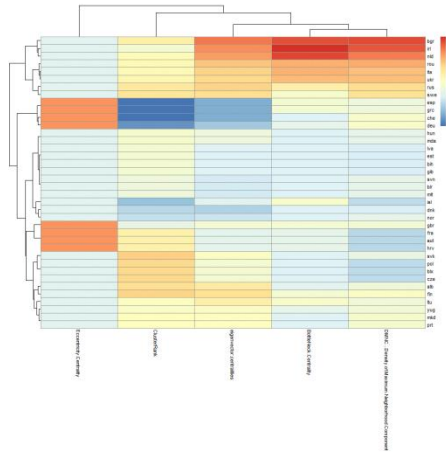


RCA > 1

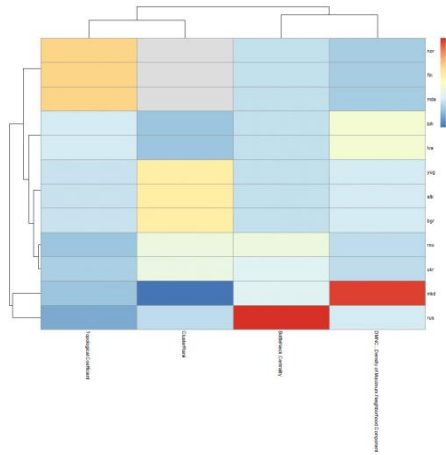


1998

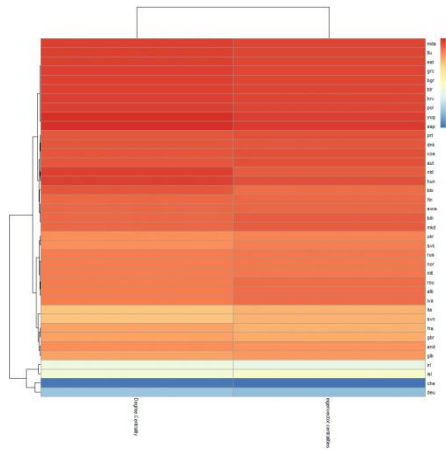
NEI > 0.1



NEI > 0.5

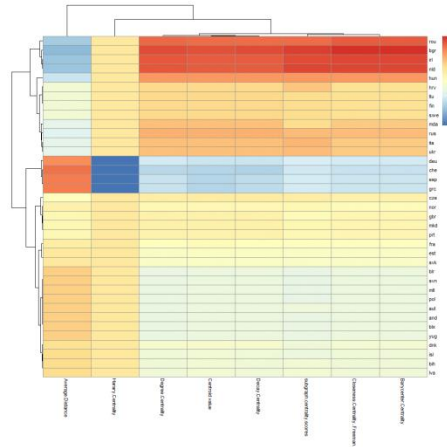


RCA > 1

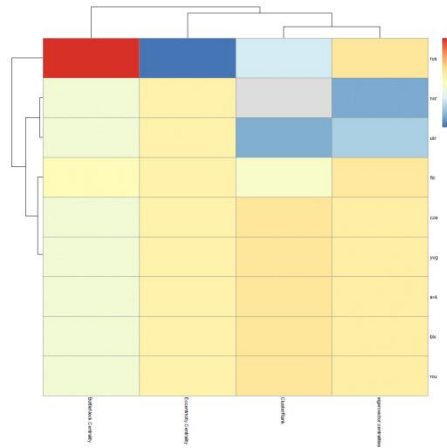


1999

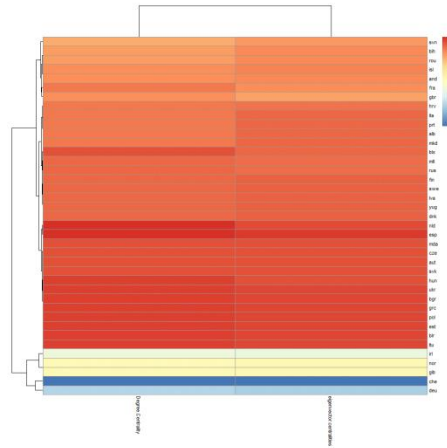
NEI > 0.1



NEI > 0.5

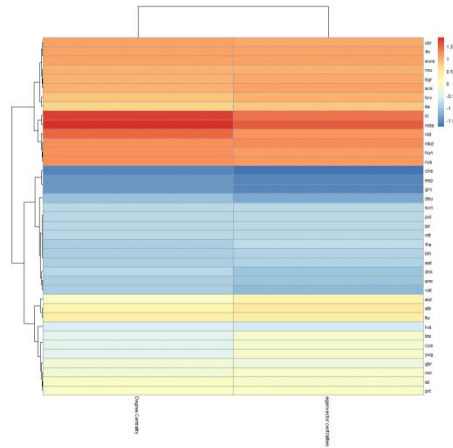


RCA > 1

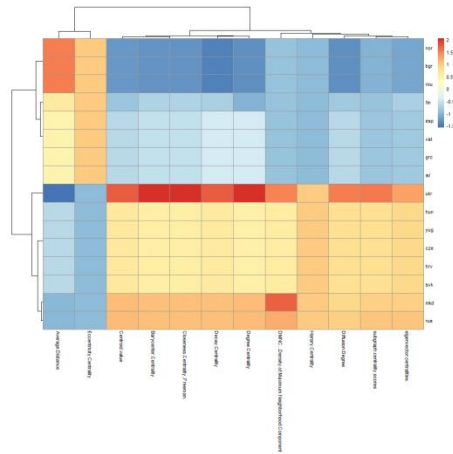


2000

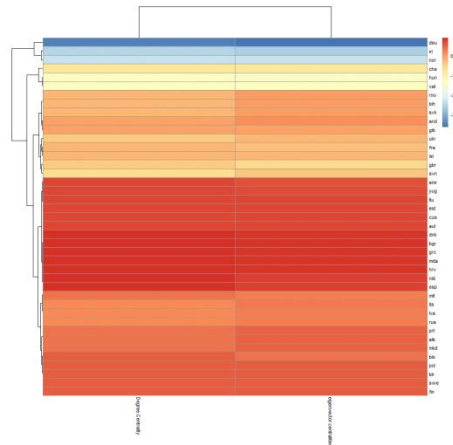
NEI > 0.1



NEI > 0.5

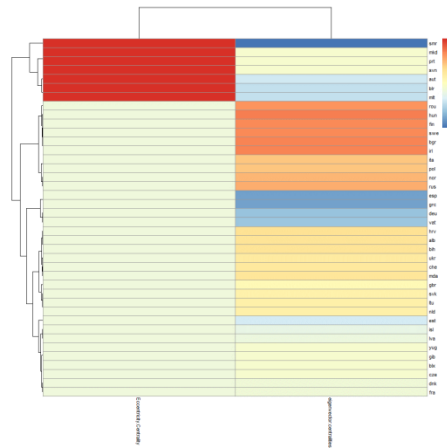


RCA > 1

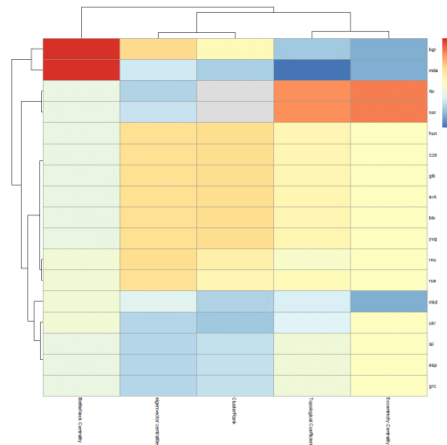


2001

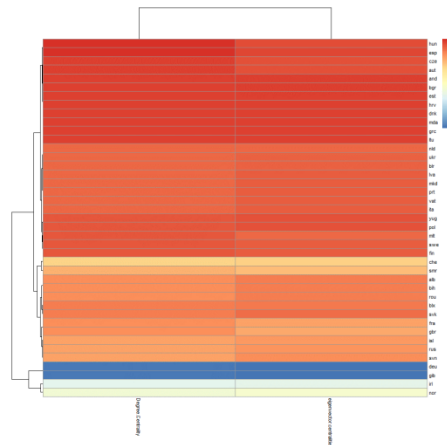
NEI > 0.1



NEI > 0.5

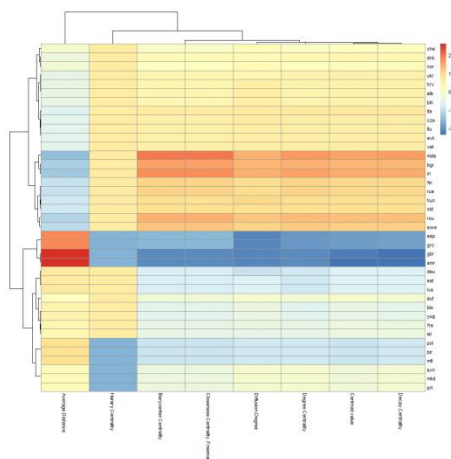


RCA > 1

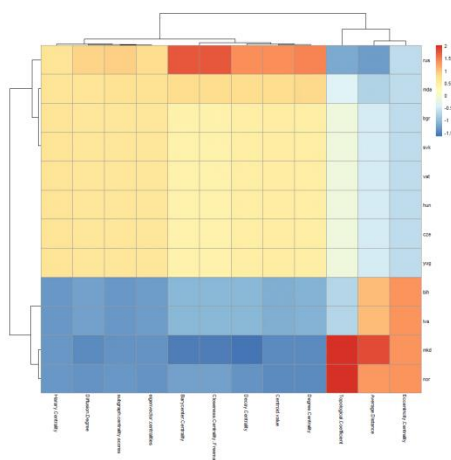


2002

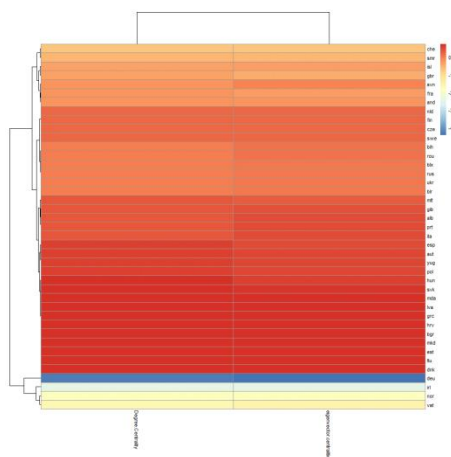
NEI > 0.1



NEI > 0.5

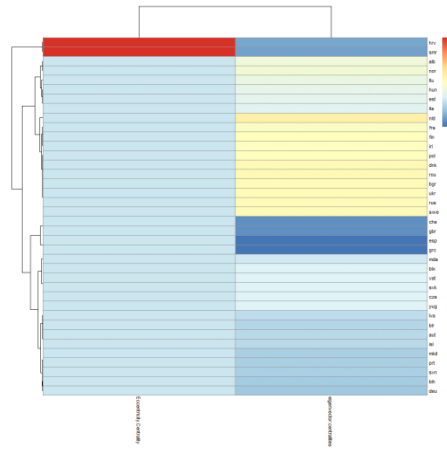


RCA > 1

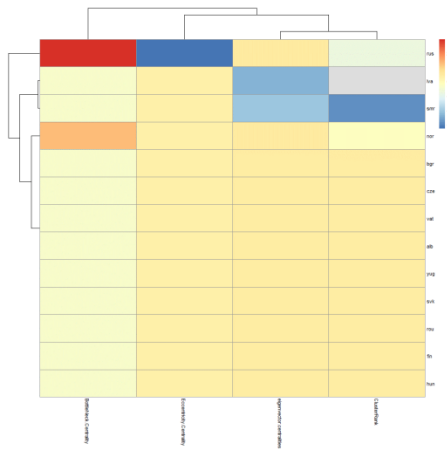


2003

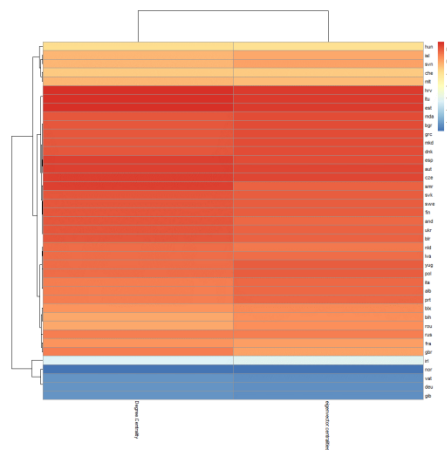
NEI > 0.1



NEI > 0.5

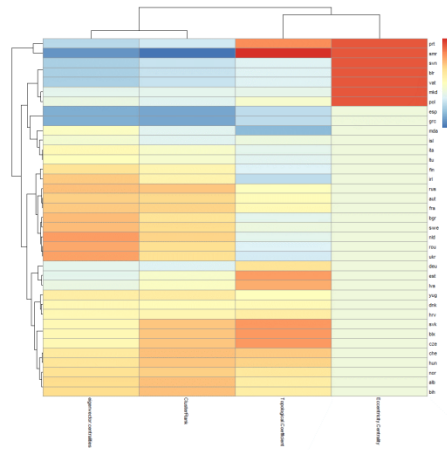


RCA > 1

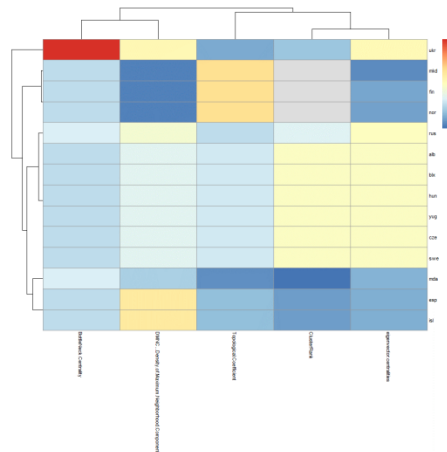


2004

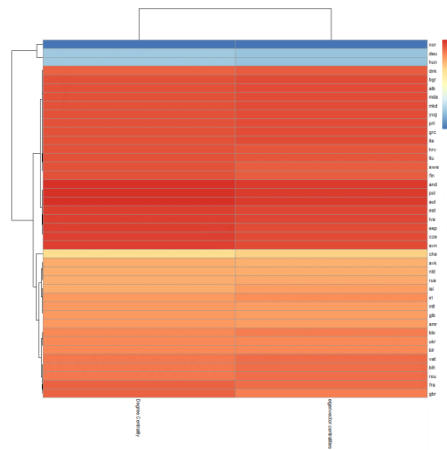
NEI > 0.1



NEI > 0.5

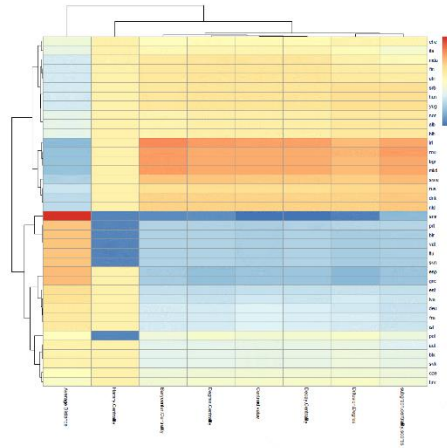


RCA > 1

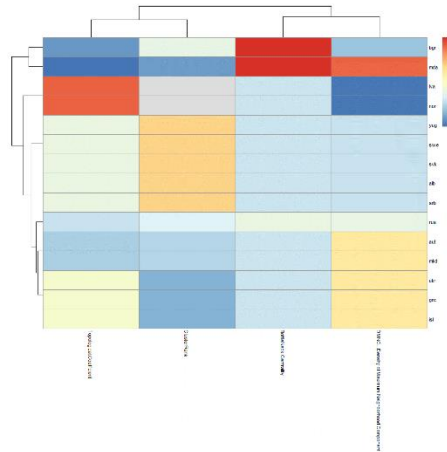


2005

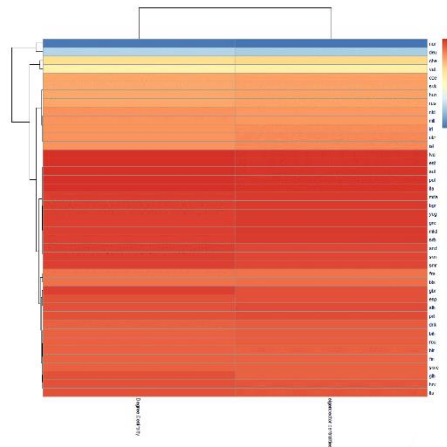
NEI > 0.1



NEI > 0.5

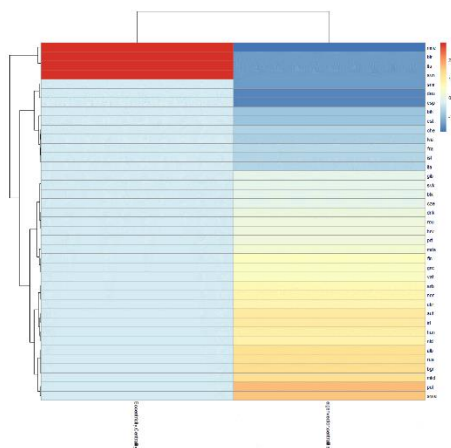


RCA > 1

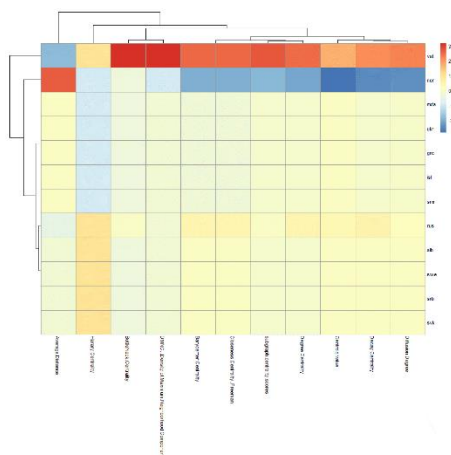


2006

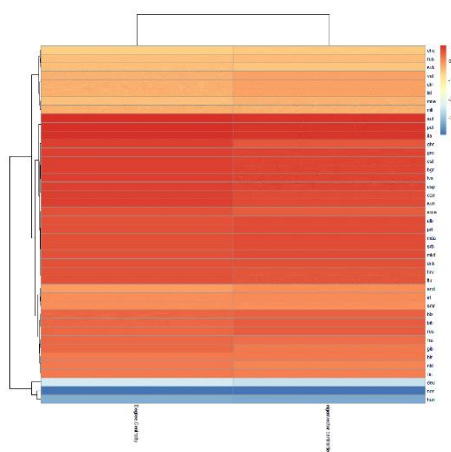
NEI > 0.1



NEI > 0.5

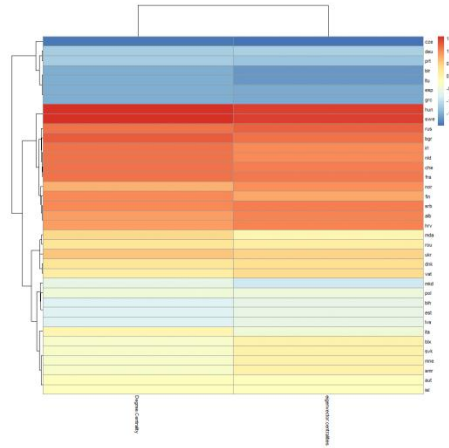


RCA > 1

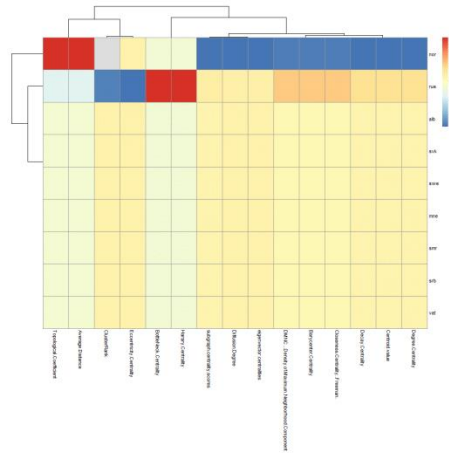


2007

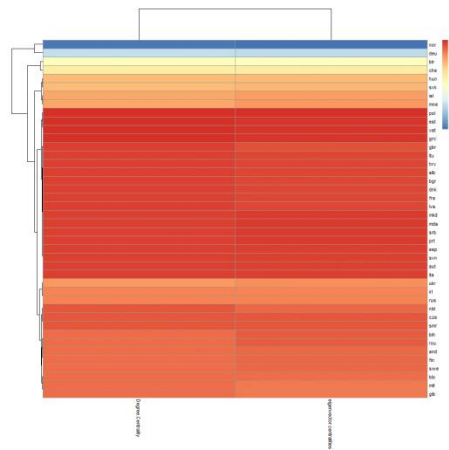
NEI > 0.1



NEI > 0.5

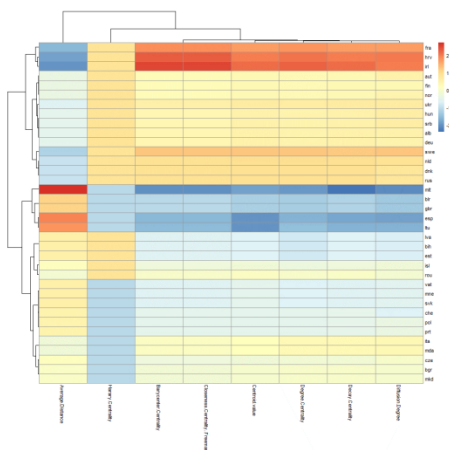


RCA > 1

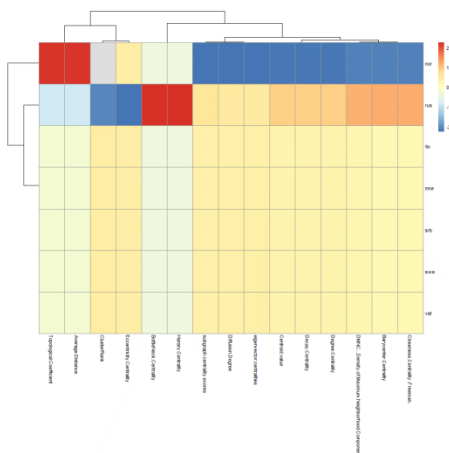


2008

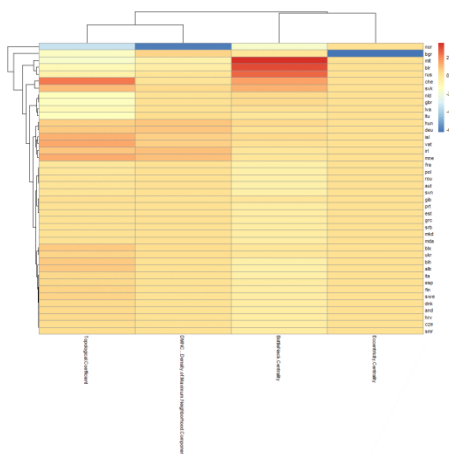
NEI > 0.1

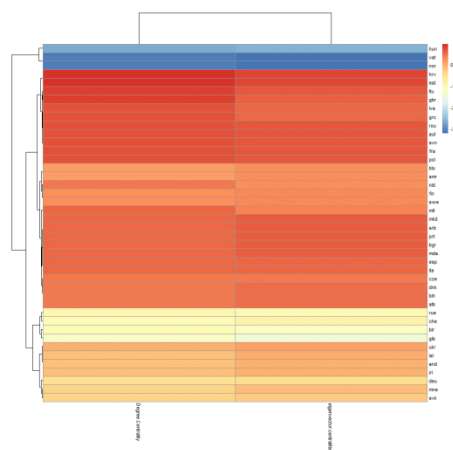
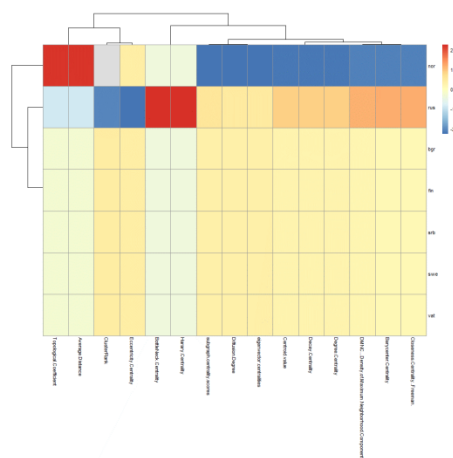
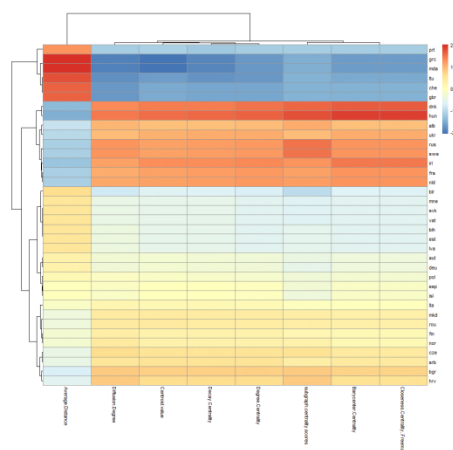


NEI > 0.5



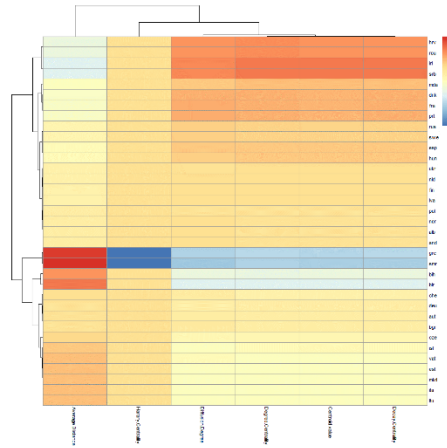
RCA > 1



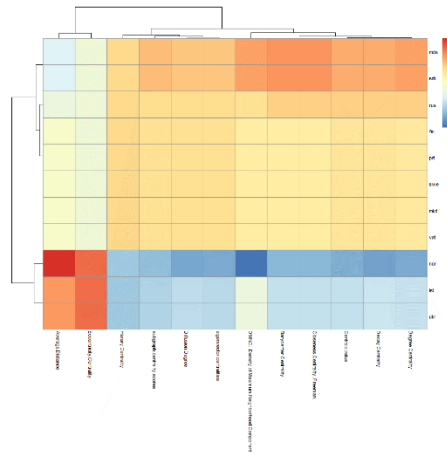


2010

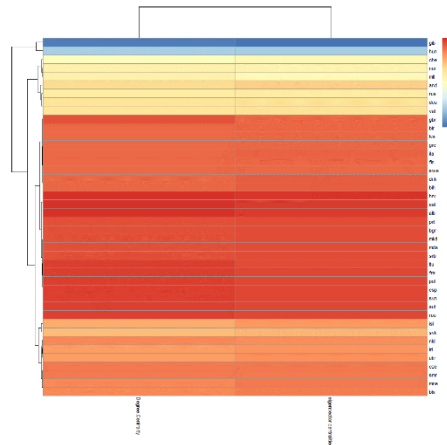
NEI > 0.1



NEI > 0.5

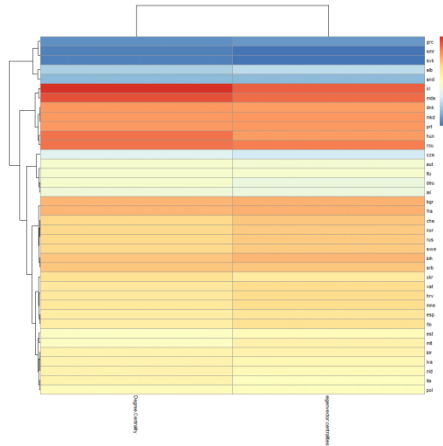


RCA > 1

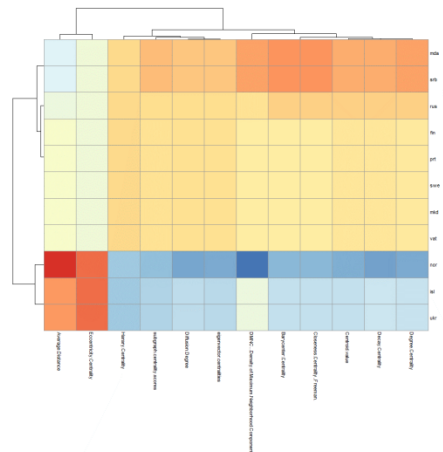


2011

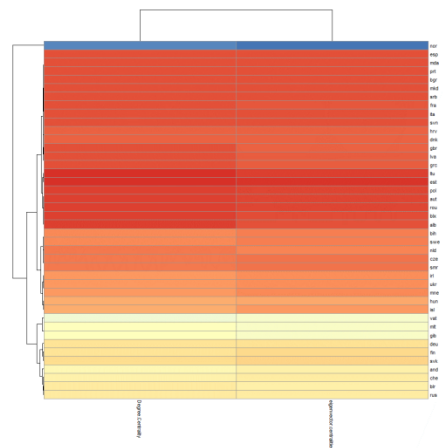
NEI > 0.1



NEI > 0.5

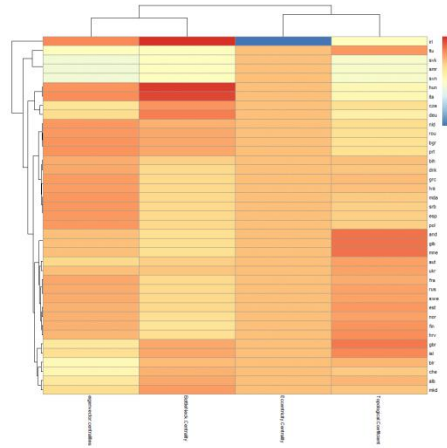


RCA > 1

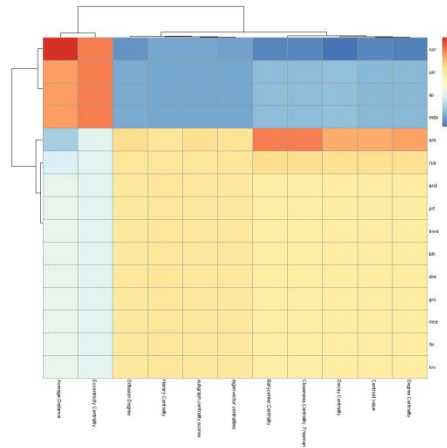


2012

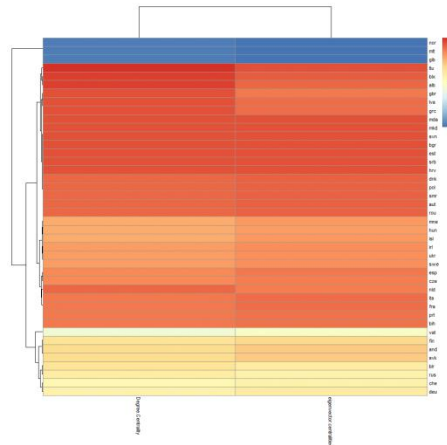
NEI > 0.1



NEI > 0.5

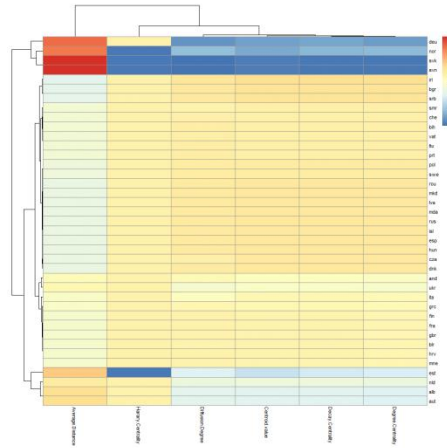


RCA > 1

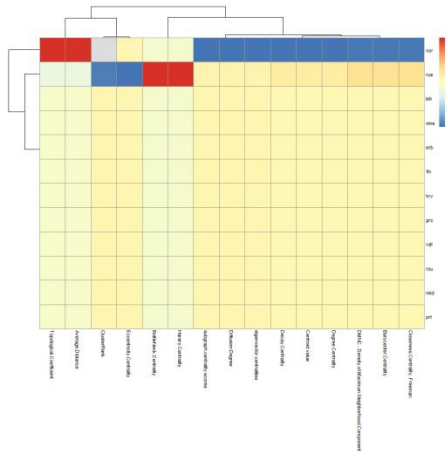


2013

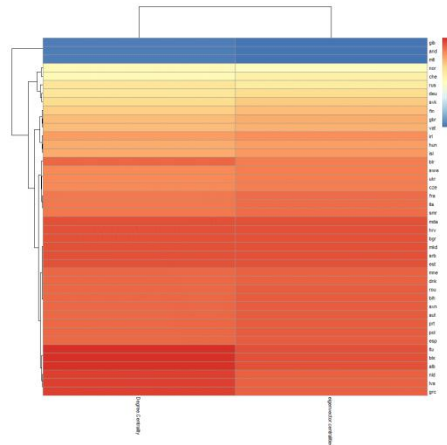
NEI > 0.1



NEI > 0.5

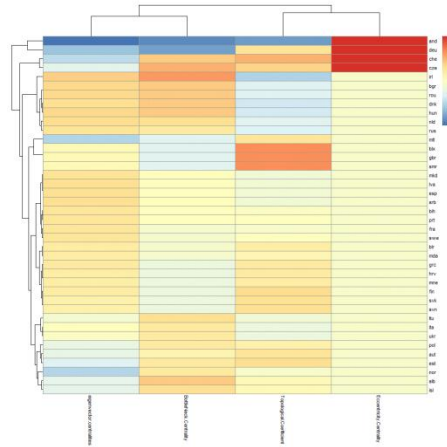


RCA > 1

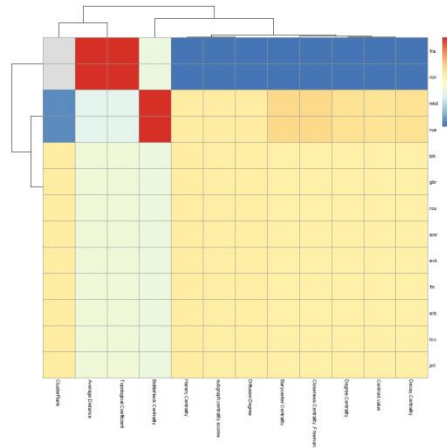


2014

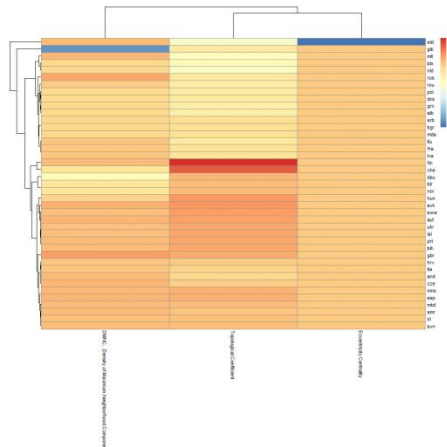
NEI > 0.1

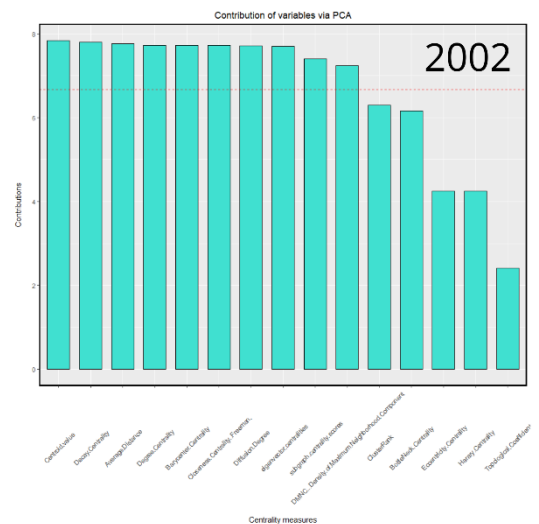
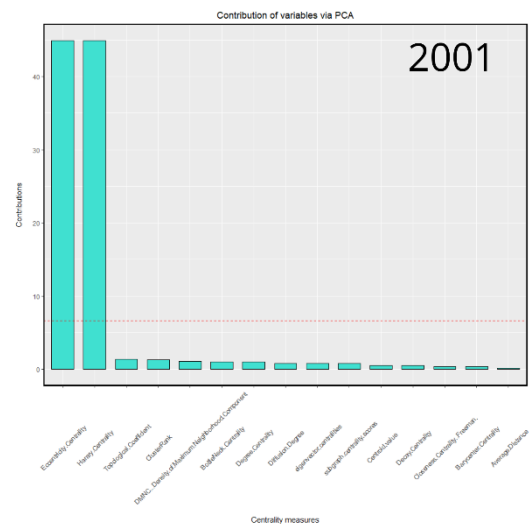
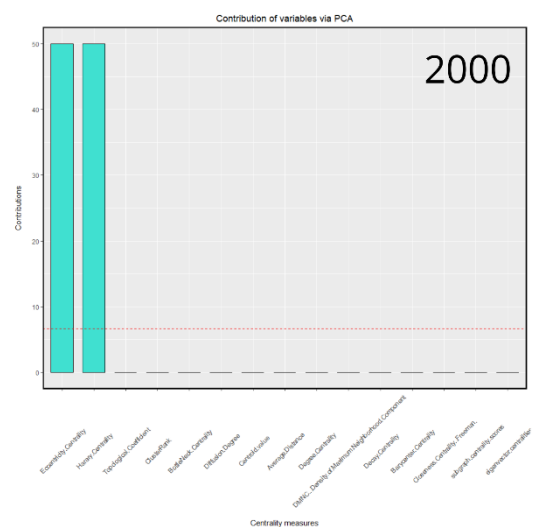
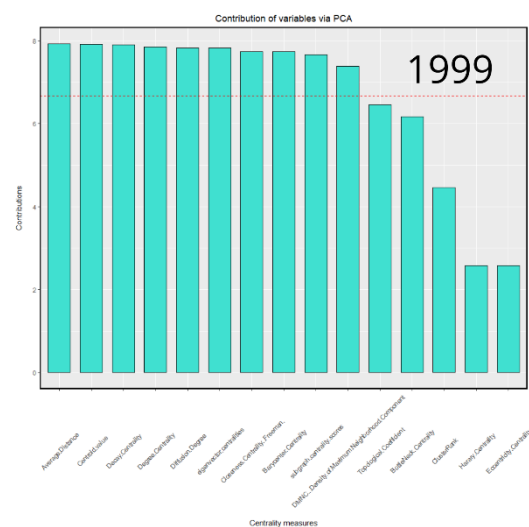
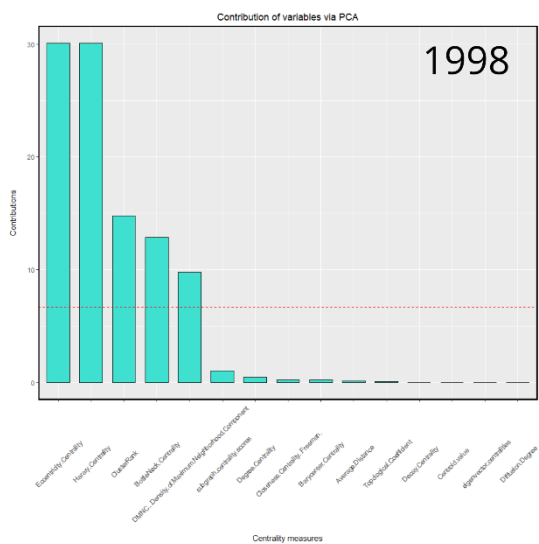
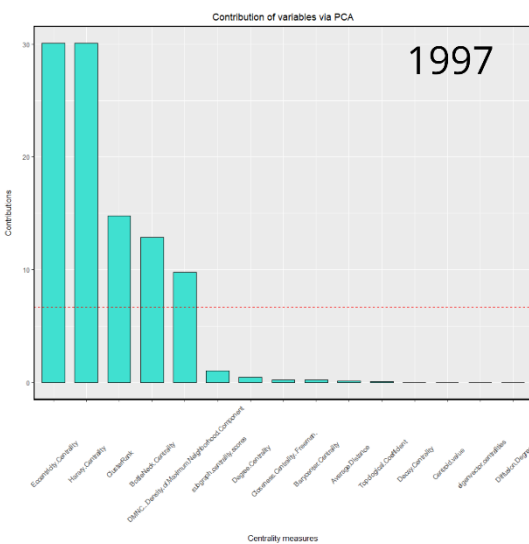
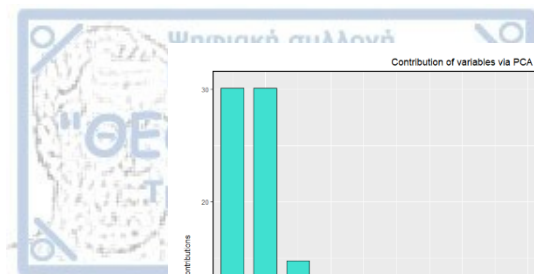


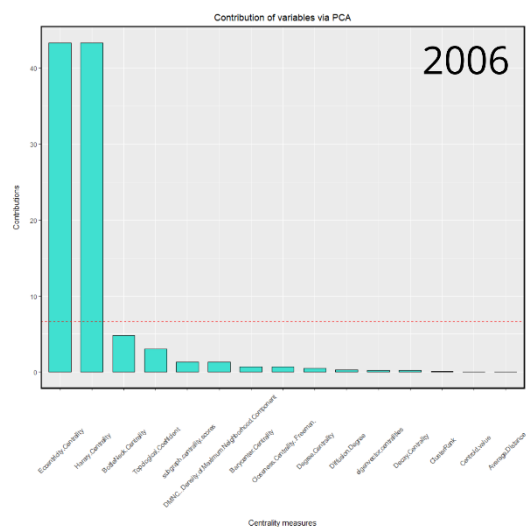
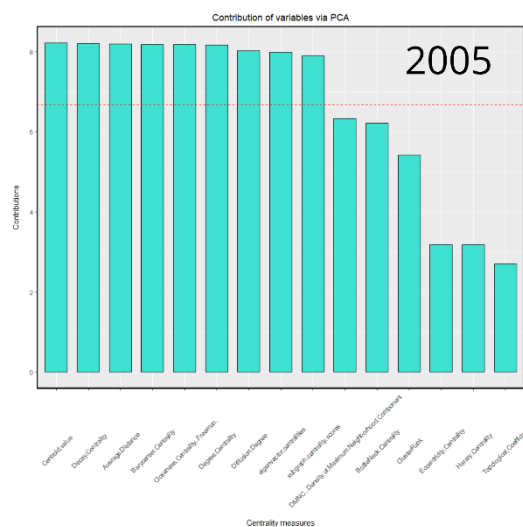
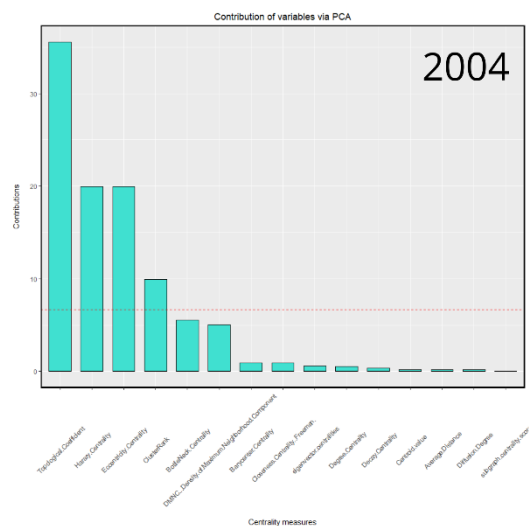
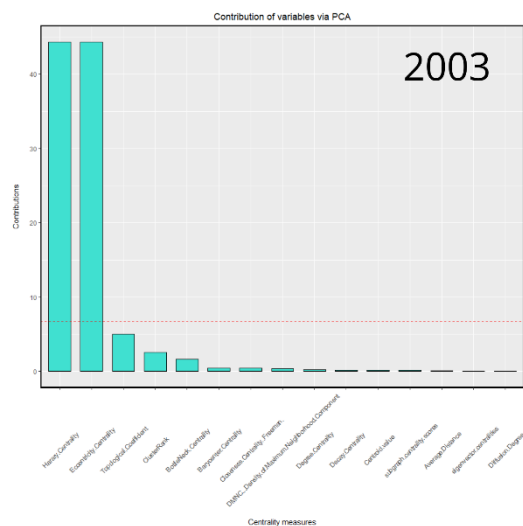
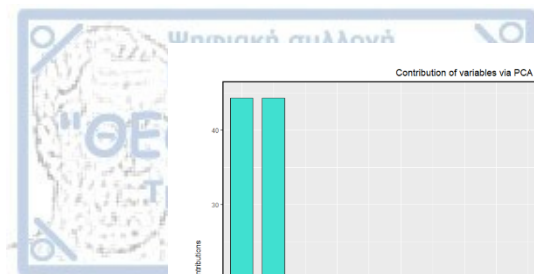
NEI > 0.5

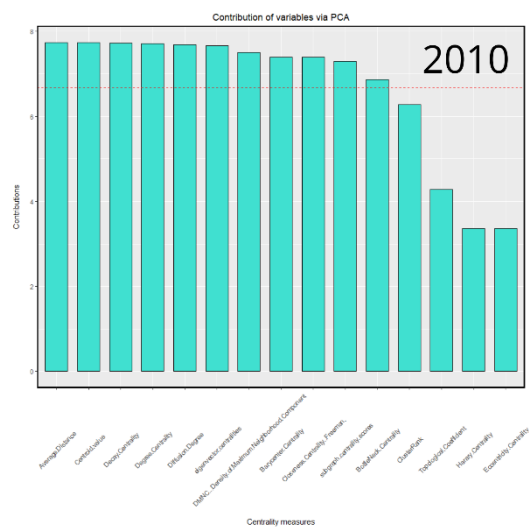
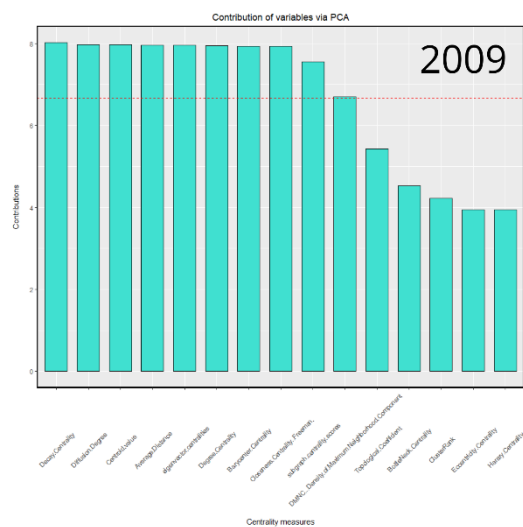
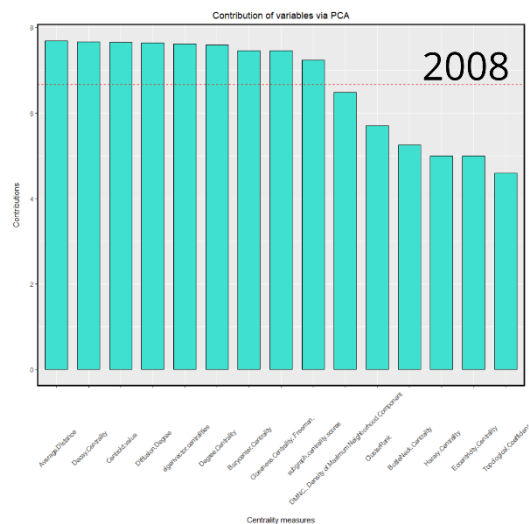
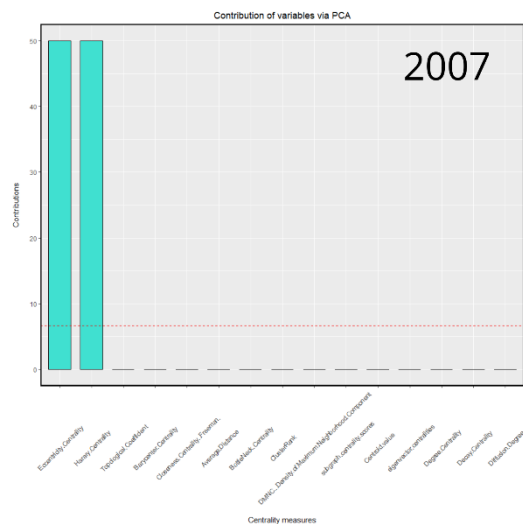
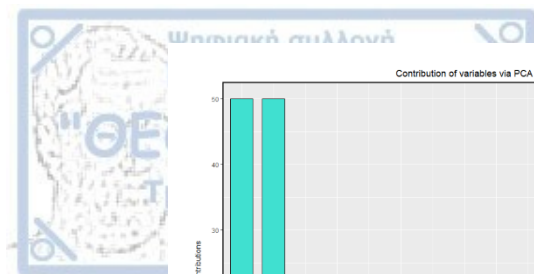


RCA > 1

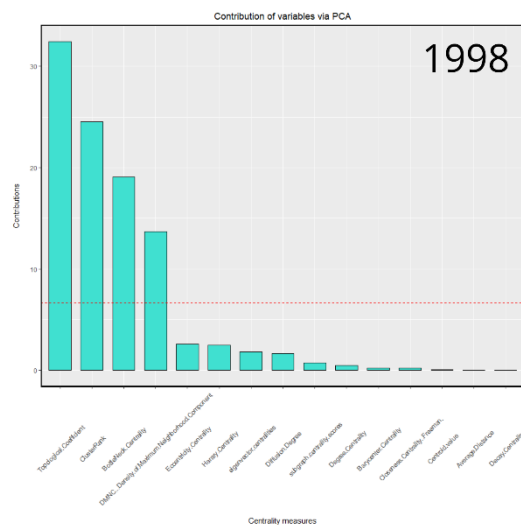
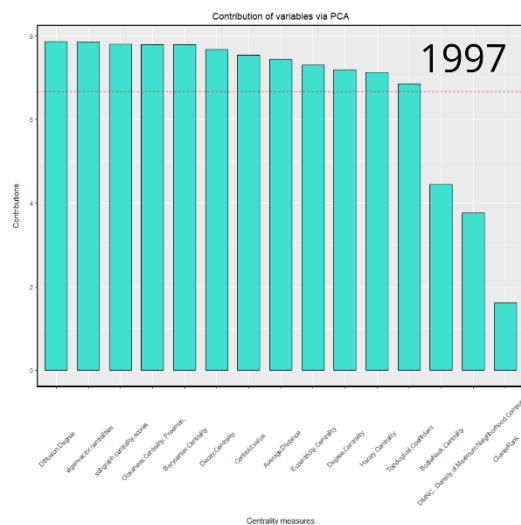
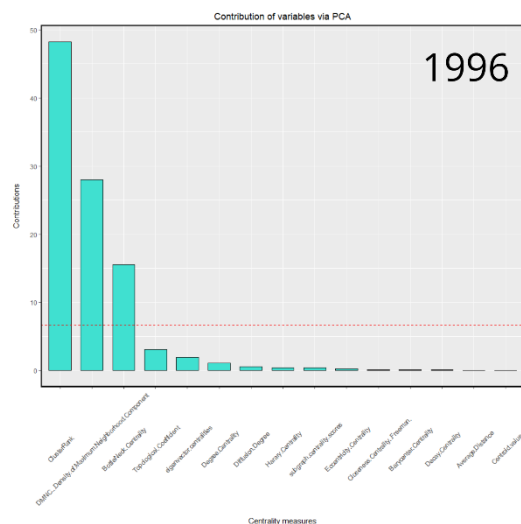
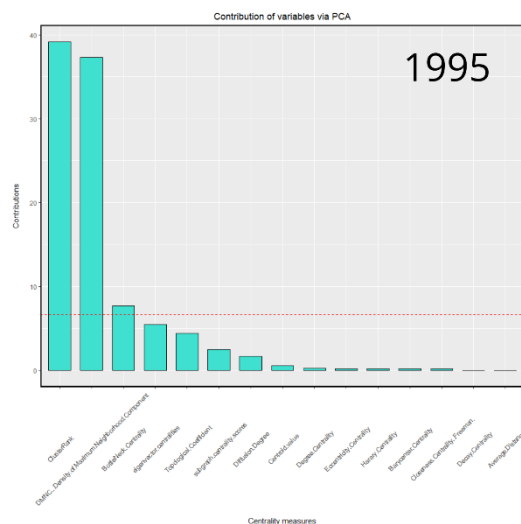
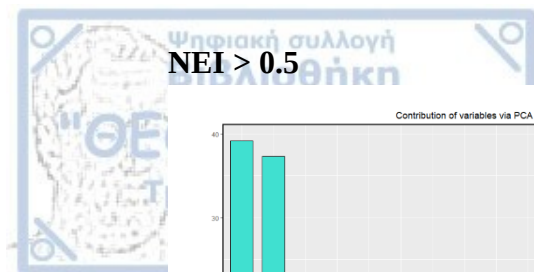


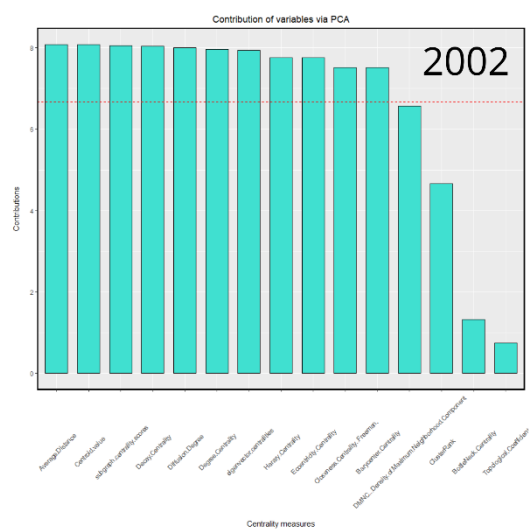
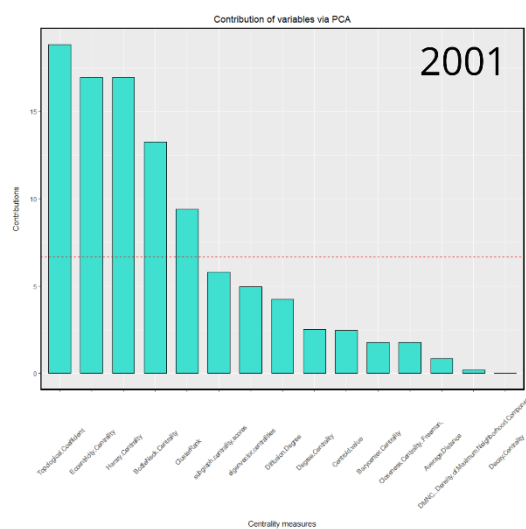
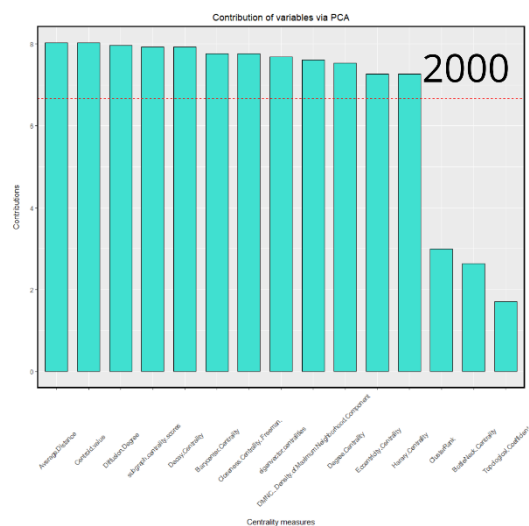
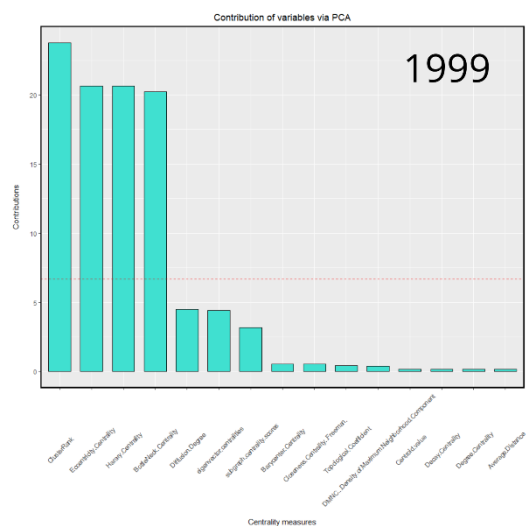


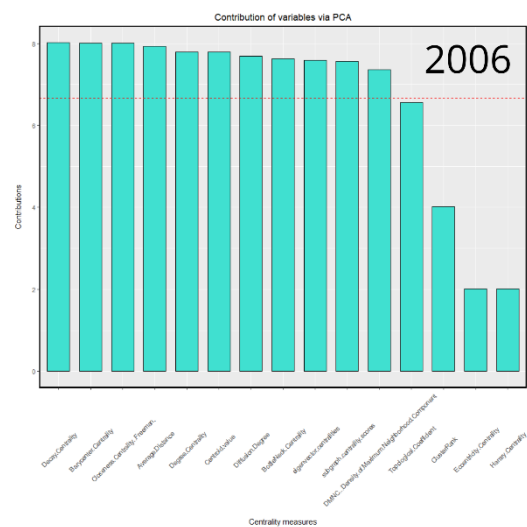
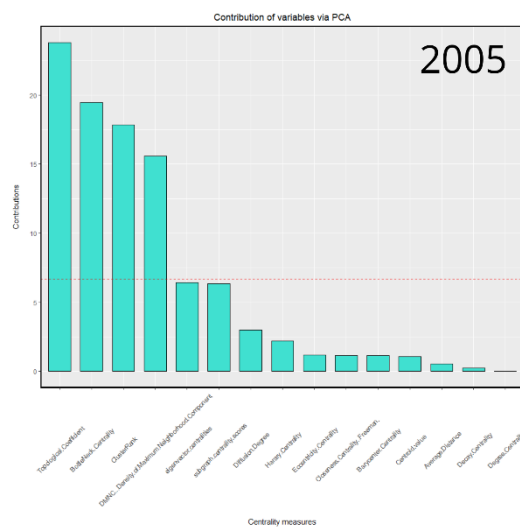
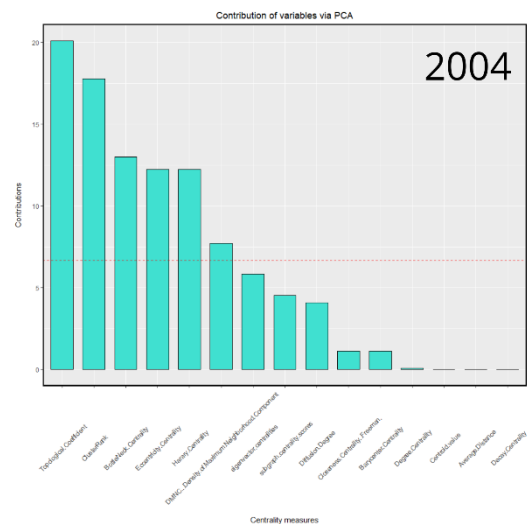
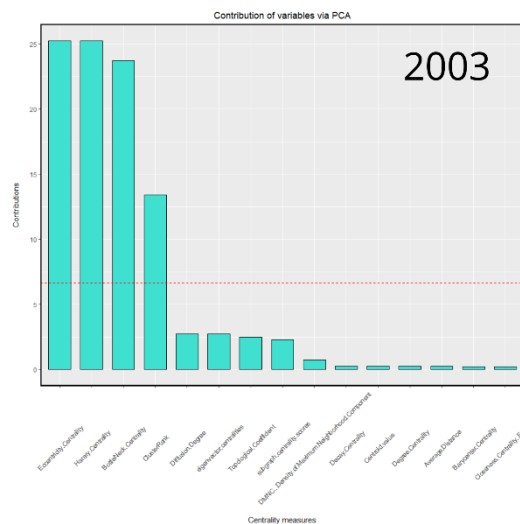
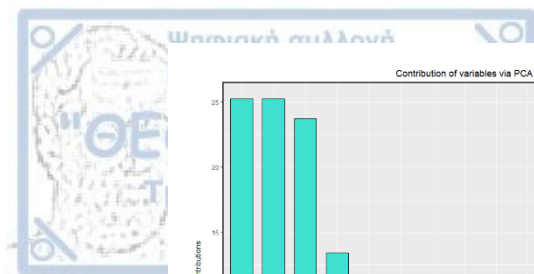






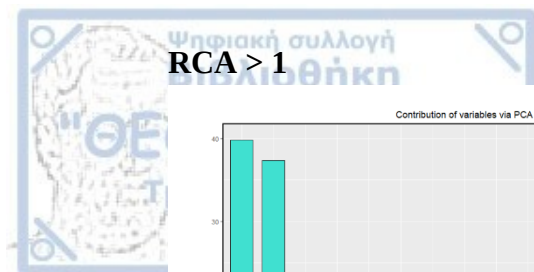












RCA > 1

