

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ / ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ

## **Πτυχιακή εργασία**

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ  
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ»

ΕΥΔΟΞΙΑ ΚΑΡΑΜΑΡΚΟΥ

Μεσολόγγι 2015

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ/ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ

## **Πτυχιακή εργασία**

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ  
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ»

ΕΥΔΟΞΙΑ ΚΑΡΑΜΑΡΚΟΥ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: κ. Βάθη Παναγιώτα

Μεσολόγγι 2015

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ανάλυση ομάδων κοινωνικής δικτύωσης με τη χρήση ανοιχτού λογισμικού (Gephi). Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων είναι ουσιαστικά οι σχέσεις που δημιουργούνται μέσα από κοινά ενδιαφέροντα (δραστηριότητες, αθλήματα, επιστήμη, θρησκεία κ.ο.κ. ο, τιδήποτε θα μπορούσε να αποτελέσει σημείο αναφοράς για κάποιο κοινό ενδιαφέρον). Είναι, δηλαδή, η απεικόνιση των δραστηριοτήτων όσον αφορά τις ανθρώπινες σχέσεις. Αποτελείται από τους κόμβους, οι οποίοι μπορεί να είναι είτε μεμονωμένα άτομα, είτε ομάδες και από τους δεσμούς που δείχνουν τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των κόμβων.

Το Gephi είναι μια εφαρμογή μέσω της οποίας γίνεται η τρισδιάστατη οπτικοποίηση και ανάλυση των δικτύων υπό τη μορφή γράφων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	ii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	v
1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ... 1	
1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	1
1.1.1 ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ.....	1
1.1.2 ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	2
1.1.3 ΜΕΣΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ.....	2
1.1.4 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ.....	3
1.2 ΙΣΤΟΧΩΡΟΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΕΙΣ.....	3
1.2.1 FACEBOOK.....	3
1.2.2 TWITTER.....	6
1.2.3 LINKEDIN.....	8
1.2.4 GOOGLE+.....	9
1.2.5 ΑΛΛΑ ΜΕΣΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ.....	10
1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	11
1.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	11
1.3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	12
1.3.3 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	14
1.3.4 ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΓΡΑΦΩΝ.....	19
1.3.5 ΤΡΟΠΟΙ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	21
2.ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ- ΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΕΡΗΙ... 24	
2.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	24
2.2 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΓΕΡΗΙ.....	26
2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	26
2.2.2 ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΤΗ.....	28
3.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ ΓΕΡΗΙ ΑΝΤΛΩΝΤΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΜΙΑ ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ FACEBOOK.....	29
3.1 ΕΞΟΡΥΞΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	29
3.1.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ NETVIZZ.....	29
3.1.2 ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	29
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	31
3.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	47



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΚΟΜΒΩΝ.....	32,33
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	37
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΤΗΤΑΣ.....	37
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΕΚΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	39
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΟΥΣ ΙΣΧΥΡΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ.....	39
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ HUB.....	41
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ AUTHORITY.....	41
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ MODULARITY.....	43
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΙΜΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑΣ ΙΔΙΟΔΙΑΝΥΣΜΑΤΟΣ.....	45

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την «Ανάλυση ομάδων κοινωνικής δικτύωσης με χρήση ανοιχτού λογισμικού». Συγκεκριμένα, αποτελείται από τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στην επεξήγηση των όρων που αφορούν την κοινωνική δικτύωση, στο από τι αποτελείται η κοινωνική δομή. Επίσης, γίνεται αναφορά στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, πώς συνδέονται και ποιοί είναι τα κυριότερα από αυτά. Επιπλέον, βλέπουμε πώς αναλύονται τα κοινωνικά δίκτυα, τον τρόπο που σχεδιάζονται και πώς θα μπορούσαμε να τα αναπαραστήσουμε.

Στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζονται τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των κοινωνικών δικτύων. Επίσης, γίνεται αναφορά στο λογισμικό ανοικτού κώδικα Gephi, το οποίο αναλύει και επεξεργάζεται δίκτυα υπό τη μορφή γράφων.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο καταγράφεται η διαδικασία άντλησης των δεδομένων από μια ομάδα χρηστών της πλατφόρμας του Facebook κι έπειτα γίνεται αναφορά στις μετρικές που πρόκειται να υπολογιστούν. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η μελέτη αυτής της ομάδας με τη χρήση του Gephi και τελικώς εξάγονται τα συμπεράσματα.

# 1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

### 1.1.1 Κοινωνική δικτύωση

Η κοινωνική δικτύωση είναι η ομαδοποίηση των ατόμων σε συγκεκριμένες ομάδες. Αν και η κοινωνική δικτύωση είναι δυνατή σε προσωπικό επίπεδο, ιδιαίτερα στον εργασιακό χώρο, στα πανεπιστήμια και τα σχολεία, είναι δημοφιλέστερη διαδικτυακά. Αυτό συμβαίνει, επειδή εν αντιθέσει με τα εκπαιδευτικά ιδρύματα ή τους εργασιακούς χώρους, το διαδίκτυο αποτελείται από εκατομμύρια άτομα που επιδιώκουν να γνωρίσουν άλλους ανθρώπους, που επιθυμούν να συγκεντρώσουν και να μοιραστούν πληροφορίες σχετικά με κοινά ενδιαφέροντα όπως η μαγειρική, ο αθλητισμός, η κηπευτική, να αναπτύξουν φιλίες ή επαγγελματικές σχέσεις, ακόμα και να αναζητήσουν εργασία.(www.orgnet.com)

Η on-line κοινωνική δικτύωση προϋποθέτει τη χρησιμοποίηση ιστοχώρων. Αυτοί οι ιστοχώροι είναι γνωστοί ως κοινωνικοί ιστοχώροι ή μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Οι κοινωνικοί ιστοχώροι δικτύωσης λειτουργούν όπως μια διαδικτυακή κοινότητα χρηστών του Ίντερνετ. Ανάλογα με τον εν λόγω ιστοχώρο, πολλά από τα μέλη του μοιράζονται κοινά ενδιαφέροντα και κοινές πεποιθήσεις όσον αφορά, για παράδειγμα, τη θρησκεία ή την πολιτική. Μόλις χορηγηθεί πρόσβαση σε έναν κοινωνικό ιστοχώρο δικτύωσης ξεκινάει η διαδικασία κοινωνικοποίησης που μπορεί να περιλαμβάνει την ανάγνωση του προφίλ άλλων μελών και ενδεχομένως την επαφή μαζί τους. Ένα από τα πλεονεκτήματα της διαδικτυακής κοινωνικής δικτύωσης είναι η ανάπτυξη νέων γνωριμιών καθώς υπάρχει ποικιλομορφία στα κοινωνικά δίκτυα, λόγω της παροχής πρόσβασης σε άτομα από όλο τον κόσμο.(www.wikipedia.org)

Όπως προαναφέρθηκε, η κοινωνική δικτύωση περιλαμβάνει ομαδοποίηση συγκεκριμένων ατόμων ή οργανώσεων. Ενώ υπάρχουν διάφοροι κοινωνικοί ιστοχώροι δικτύωσης που εστιάζουν στα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα των χρηστών, υπάρχουν άλλοι που δεν εφαρμόζουν αυτήν την τακτική. Οι ιστοχώροι αυτοί αναφέρονται συχνά ως “παραδοσιακοί” κοινωνικοί ιστοχώροι δικτύωσης και έχουν συνήθως ανοικτές ιδιότητες μελών. Αυτό σημαίνει ότι καθένας μπορεί να γίνει μέλος, ανεξαρτήτως των ενδιαφερόντων, πεποιθήσεων ή απόψεων που έχει. Εντούτοις, μόλις κάποιος εισέλθει μέσα σε μία τέτοια κοινότητα μπορεί να αρχίσει να δημιουργεί το δίκτυο γνωριμιών του και να αποβάλλει μέλη, με τα οποία δεν μοιράζεται κοινά ενδιαφέροντα ή στόχους.



Ωστόσο, υπάρχουν κίνδυνοι που συνδέονται με την κοινωνική δικτύωση συμπεριλαμβανομένης της κλοπής προσωπικών δεδομένων και της διάδοσης κακόβουλου λογισμικού. Ο σοβαρότερος κίνδυνος βρίσκεται στο ηλεκτρονικό “ψάρεμα”, στο οποίο άτομα παρουσιάζονται με ψευδή ταυτότητα προσπαθώντας να αντλήσουν προσωπικά δεδομένα άλλων χρηστών.(en.wikipedia.org)

### **1.1.2 Κοινωνικά δίκτυα**

Ένα κοινωνικό δίκτυο είναι μία δομή αποτελούμενη από κόμβους, κάθε ένας από τους οποίους αντιπροσωπεύει ένα άτομο ή οντότητα. Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με έναν ή περισσότερους τύπους αλληλεξάρτησης, όπως φιλία, συγγένεια, οικονομική συναλλαγή, κοινά ενδιαφέροντα και πεποιθήσεις. Το σύνολο των κόμβων και των μεταξύ τους σχέσεων σε ένα κοινωνικό δίκτυο αποτελεί ένα περίπλοκο γράφο, του οποίου το μέγεθος μπορεί να περιορίζεται στα πλαίσια μίας οικογένειας ή να εκτείνεται ακόμα και σε διεθνές επίπεδο.( J. Scott, 2000)

Οι κόμβοι που είναι συνδεδεμένοι με ένα άτομο αποτελούν τις κοινωνικές επαφές του. Το άτομο με τις επαφές του έχει μία αποκλειστική σχέση επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης, οι παράμετροι της οποίας περιγράφονται από μία δεδομένη ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης. Οι κόμβοι ανταλλάσσουν πόρους μεταξύ τους, οι οποίοι τους κρατούν συνδεδεμένους σε ένα κοινωνικό δίκτυο. Οι πόροι μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες, δεδομένα, κοινωνική ή οικονομική υποστήριξη. Κάθε είδος ανταλλασσόμενου πόρου μεταξύ των ατόμων θεωρείται ως μια σχέση στο κοινωνικό δίκτυο, που αποκαλείται και δεσμός. Η ισχύς κάθε δεσμού μπορεί να διαφέρει, από ασθενή προς ισχυρό και εξαρτάται από τον αριθμό και τον τύπο των πόρων που ανταλλάσσονται, τη συχνότητα της ανταλλαγής καθώς και τη σχετικότητα αυτών.

Μία από τις σημαντικότερες έννοιες που σχετίζεται με τα κοινωνικά δίκτυα είναι η ανάλυση και αξιολόγηση των κοινωνικών δικτύων, η οποία τα μελετά υπό το πρίσμα των εννοιών που αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλαδή των κόμβων και των δεσμών τους. Όπως ήδη αναφέραμε, οι κόμβοι συμβολίζουν τις οντότητες, ενώ οι δεσμοί αφορούν τις μεταξύ τους συσχετίσεις.(S. Hanneman et al., 2004)

### **1.1.3 Μέσα κοινωνικής δικτύωσης**

Μέσο ή ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία, πλατφόρμα ή ιστοσελίδα που περιγράφει και αναπαριστά τη δομή ενός κοινωνικού δικτύου, καθώς επίσης και τους επιμέρους κόμβους – χρήστες και τις σχέσεις μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα:

1. Παρέχει σε κάθε χρήστη ένα δικό του ψηφιακό προφίλ, όπου προβάλλονται οι προσωπικές πληροφορίες που έχει επιλέξει.
2. Σε κάθε χρήστη δίνει πρόσβαση σε μία λίστα επαφών, δηλαδή ατόμων με τα οποία είναι συνδεδεμένος και δυνατότητα αλληλεπίδρασης μαζί τους με τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών, όπως την υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή την υπηρεσία άμεσης ανταλλαγής μηνυμάτων (instant messaging).
3. Παρέχει τη δυνατότητα αναζήτησης από τις λίστες επαφών κάποιου χρήστη, το οποίο οδηγεί στη σύναψη σχέσεων μεταξύ όλο και περισσότερων χρηστών. (S. Wasserman et al., 1994)

Παραδείγματα μέσων κοινωνικής δικτύωσης είναι οι πλατφόρμες των Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn, Youtube, Instagram και Tumblr, στις οποίες γίνεται αναφορά στη συνέχεια.

#### **1.1.4 Συσχετίσεις**

Οι σχέσεις που συνάπτονται κατά τη διαδικασία της κοινωνικής δικτύωσης κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: τις μονόδρομες (μονομερείς) και τις αμφίδρομες.

Μονόδρομες είναι οι σχέσεις οι οποίες συνδέουν δύο κόμβους στον κοινωνικό γράφο προς μία μόνο κατεύθυνση. Σε αυτή την περίπτωση, η μία οντότητα συνδέεται με την άλλη, χωρίς να συμβαίνει απαραίτητα το αντίστροφο. Αντίθετα, στις αμφίδρομες σχέσεις υπάρχει αμφίπλευρη επικοινωνία μεταξύ των κόμβων στο κοινωνικό γράφο, δηλαδή υπάρχει διμερής σύνδεση των αντίστοιχων οντοτήτων.

Επιπλέον, σε κάθε σύναψη σχέσης στα πλαίσια της κοινωνικής δικτύωσης, ορίζονται δύο συναλλασσόμενοι: ο αιτών και ο παραλήπτης. Ο αιτών είναι η οντότητα που πραγματοποιεί την αίτηση για τη σύναψη της σχέσης, ενώ ο παραλήπτης είναι η οντότητα που τη δέχεται ή την απορρίπτει. (Μ. Μπουντουρίδης, 2004).

## **1.2 Ιστοχώροι κοινωνικής δικτύωσης**

### **1.2.1 Facebook**



Εικόνα 1: Αρχική σελίδα του Facebook (πηγή: www.facebook.com)

Το Facebook είναι ο διασημότερος ιστοχώρος κοινωνικής δικτύωσης ελεύθερης πρόσβασης. Οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν με δίκτυα χρηστών ομαδοποιημένα κατά πόλεις, χώρους εργασίας, εκπαιδευτικά ιδρύματα και θεματικές περιοχές. Ο Mark Zuckerberg ίδρυσε το Facebook το 2004 με τη βοήθεια συμφοιτητών του ενώ σπούδαζε στο πανεπιστήμιο του Harvard. Αρχικά, δικαίωμα συμμετοχής είχαν μόνο οι φοιτητές του Harvard, ενώ αργότερα επεκτάθηκε και στην περιοχή Ivy League. Το όνομα της ιστοσελίδας προέρχεται από τα βιβλία παρουσίασης των μελών των Αμερικάνικων πανεπιστημιακών κοινοτήτων, με σκοπό οι νεοεισερχόμενοι σπουδαστές να γνωριστούν μεταξύ τους. Πολύ αργότερα το δικαίωμα συμμετοχής επεκτάθηκε για όλους τους σπουδαστές πανεπιστημίων, κατόπιν για τους μαθητές σχολείων και τέλος για κάθε άνθρωπο του πλανήτη. Οι χρήστες μπορούν να προσκαλέσουν – προσθέσουν φίλους, να τους στείλουν μηνύματα, να ενημερώσουν το προσωπικό τους προφίλ και να γνωστοποιήσουν στους άλλους τις δραστηριότητές τους.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του 2ου τετραμήνου του 2014, ο εν λόγω ιστοχώρος αριθμεί 1.317 δισεκατομμύρια χρήστες από όλον τον κόσμο και θεωρείται ένα από τα δημοφιλέστερα websites του πλανήτη. Το facebook.com έχει εγγεγραμμένους χρήστες από όλο τον κόσμο διαφόρων

ηλικιών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών προέρχεται από τη Βόρεια Αμερική και έπειτα από την Ευρώπη και την Ασία, στην οποία υπήρξε αύξηση χρήσης του τα τελευταία χρόνια.

The image shows a screenshot of the Facebook profile page for Mark Zuckerberg. The page layout includes a top navigation bar with the Facebook logo, a search bar, and links for Home, Profile, and Account. On the left side, there is a vertical menu with options like Wall, Info, Photos (826), Questions, and Family. The main content area features a large profile picture of Mark Zuckerberg, followed by his name and a summary of his work history (Facebook, Harvard University) and birth information. Below this, there are sections for Education and Work, listing employers like Facebook and Harvard University, and colleges like Harvard University and Phillips Exeter Academy. A 'Family' section lists his mother, Karen Zuckerberg, and sisters, Edward, Randi, Donna, and Arielle Zuckerberg. On the right side, there are buttons for 'Send Message' and 'Poke', a 'You and Mark' section with mutual friends, and several sponsored advertisements for Police Auctions, SF Bucket List, and Craft Beer Attorney.

Εικόνα 2: Προσωπική σελίδα χρήστη στο Facebook (πηγή: [www.facebook.com](http://www.facebook.com))

Το Facebook δημιουργεί ένα προφίλ για κάθε νέο χρήστη κατά την εγγραφή του. Το προφίλ αυτό, διαχειριστής του οποίου είναι ο ίδιος ο χρήστης, παρουσιάζει με εύληπτο τρόπο στοιχεία του χρήστη, όπως το όνομα, την ηλικία, τη φωτογραφία, τα ενδιαφέροντα από όλα τα πεδία, τις προσωπικές σχέσεις και πολλά άλλα. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να τροποποιηθούν οποιαδήποτε στιγμή από το χρήστη. Η μόνη σχέση που μπορεί κάποιος χρήστης να αναπτύξει στο Facebook με έναν άλλο χρήστη είναι η σχέση φιλίας (friend). Ωστόσο, ο χρήστης μπορεί να ορίσει άλλους χρήστες ως μέλη της οικογένειάς του, όπως αδερφό (sibling) ή γονέα (parent) χωρίς αυτό να σημαίνει δημιουργία κάποιας νέας μορφής σχέσης. Δηλαδή, ένας χρήστης – φίλος ενός χρήστη που ταυτόχρονα είναι και γονέας του δεν διακρίνεται ως προς τη σχέση και τα δικαιώματα σε σχέση με τους υπόλοιπους φίλους χρήστες ενός χρήστη.

Επιπλέον ένας χρήστης έχει τη δυνατότητα:

- ✓ Να ορίζει ποια στοιχεία από το προφίλ του θα είναι ορατά στις επαφές του και τους υπόλοιπους χρήστες του Facebook.

- ✓ Να αναρτήσει δεδομένα, φωτογραφίες, βίντεο, αγαπημένες ταινίες, βιβλία και απλό ελεύθερο κείμενο.
- ✓ Να αποστέλλει και να λαμβάνει προσωπικά μηνύματα με οποιονδήποτε χρήστη, είτε φίλο είτε όχι.
- ✓ Να συνομιλεί ταυτόχρονα (chat) με τους φίλους του.
- ✓ Να λαμβάνει ειδοποιήσεις (notifications) ακόμα και στο κινητό του τηλέφωνο για τα νέα των φίλων χρηστών του και να σχολιάζει περιεχόμενα αυτών, όπως την κατάσταση, τις φωτογραφίες ή και τα βίντεο.
- ✓ Να γίνει μέλος ή και να δημιουργεί εικονικές ομάδες (groups) σχετικά με κάποιο ενδιαφέρον του.
- ✓ Να δημιουργεί σελίδες αρεσκείας (like pages) ή να κάνει like (“μου αρέσει”) σε τέτοιες σελίδες.
- ✓ Να δημιουργεί σελίδες για μελλοντικές εκδηλώσεις (events) ή να δηλώνει εάν θα παρευρεθεί σε υφιστάμενες ή όχι.
- ✓ Να του σταλεί αρχείο που περιέχει όλα τα στοιχεία που έχει αναρτήσει στο προφίλ του, λίστες φίλων, πολυμέσα, σχολιασμούς και πολλά άλλα.
- ✓ Να σβήσει το προφίλ του και να πάψει να είναι χρήστης του μέσου.

Ακόμα, το Facebook παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες του να δημιουργούν κατηγορίες φίλων και να δώσουν κάποιο όνομα στην κατηγορία αυτή. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να αναρτήσουν περιεχόμενο που αφορά και είναι ορατό μόνο σε κάποια κατηγορία. (B. Rieder, 2012)

## 1.2.2 Twitter

Το Twitter είναι μία διαδικτυακή πλατφόρμα επικοινωνίας που συνδυάζει ένα σύστημα άμεσων μηνυμάτων (instant messaging) και blogging δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες της υπηρεσίας να ενημερώνουν την κατάστασή τους και να το κοινοποιούν στους υπόλοιπους χρήστες. Η ενημέρωση αυτή ονομάζεται “tweet”. Η πρώτη πλήρης μορφή του Twitter παρουσιάστηκε τον Ιούλιο του 2006 και είναι μία από τις μεγαλύτερες ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης. Από τον Ιούνιο του 2010 αποστέλλονται περίπου 65 εκατομμύρια tweets κάθε μέρα, που ισοδυναμεί με περίπου 750 tweets κάθε δευτερόλεπτο, ενώ από το Φεβρουάριο του 2013 το Twitter αριθμεί 200 εκατομμύρια χρήστες. Συγκεκριμένα, ο μεγαλύτερος όγκος της “κίνησης” προέρχεται από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Ακολουθούν χώρες όπως οι Ινδία, Ιαπωνία και Γερμανία. Οι περισσότεροι χρήστες του Twitter ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα των 35-44 ετών με το ποσοστό τους να αγγίζει το 30% των συνολικών χρηστών. Η αμέσως επόμενη ηλικιακή ομάδα είναι αυτή των 25-34 με

ποσοστό 27%.



Εικόνα 3: Προσωπική σελίδα χρήστη στο Twitter (πηγή: www.twitter.com)

Ο χρήστης παρουσιάζεται μέσω ενός προφίλ στο οποίο εμφανίζεται το όνομα χρήστη του (username), η φωτογραφία του εφόσον το επιθυμεί, τα tweets του και οι φίλοι – χρήστες. Επιπλέον, ο χρήστης επιλέγει την όψη που επιθυμεί να έχει το προφίλ του μέσα από μία μεγάλη γκάμα διαφόρων θεμάτων (themes), που παρέχονται είτε από το Twitter, είτε από άλλες ιστοσελίδες. Ακόμα, το Twitter υποστηρίζει σχέση φιλίας ανάμεσα στους χρήστες. Η σχέση εδώ όμως σε αντίθεση με τις περισσότερες ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης δεν είναι αμφίδρομη. Followers και Following είναι οι δύο κατηγορίες φίλων. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι χρήστες που έχουν επιλέξει το χρήστη ως φίλο. Στη δεύτερη ανήκουν αυτοί που έχει επιλέξει ο χρήστης ως φίλους.

Οι βασικές υπηρεσίες που προσφέρει το Twitter στο χρήστη είναι:

- ✓ το tweet. Κάθε φορά που ο χρήστης επιθυμεί να ενημερώσει την κατάστασή του κάνει ένα tweet, το οποίο έχει ανώτατο όριο 140 χαρακτήρων, περίπου δηλαδή όσο ένα γραπτό μήνυμα (SMS). Αυτομάτως, το tweet εμφανίζεται σε όλους τους ακόλουθους (followers) φίλους του χρήστη.
- ✓ η επισήμανση περιεχομένου (tagging), χρησιμοποιώντας ετικέτες (tag) με το σύμβολο της δίεσης (#). Όταν οι ίδιες οι ετικέτες χρησιμοποιούνται σε μεγάλο αριθμό από tweets, τότε

δημιουργείται μία “τάση” (trend).

- ✓ η αναφορά άλλων χρηστών μέσα στα tweets, κάνοντας χρήση του συμβόλου @.
- ✓ αποστολή και λήψη προσωπικών μηνυμάτων μεταξύ χρηστών.

Εκτός από τις απλές λειτουργίες, ο χρήστης μπορεί, αν επιλέξει, να κάνει ιδιωτικό Tweet. Με αυτό τον τρόπο ενημερώνονται μόνοι οι φίλοι χρήστες που έχουν επιλεγεί. Επιπρόσθετα, μπορεί να ενεργοποιήσει την επιλογή Tweet Location και μαζί με το tweet να εμφανίζεται και η ακριβής τοποθεσία που πραγματοποιήθηκε το tweet.(el.wikipedia.org)

### 1.2.3 LinkedIn

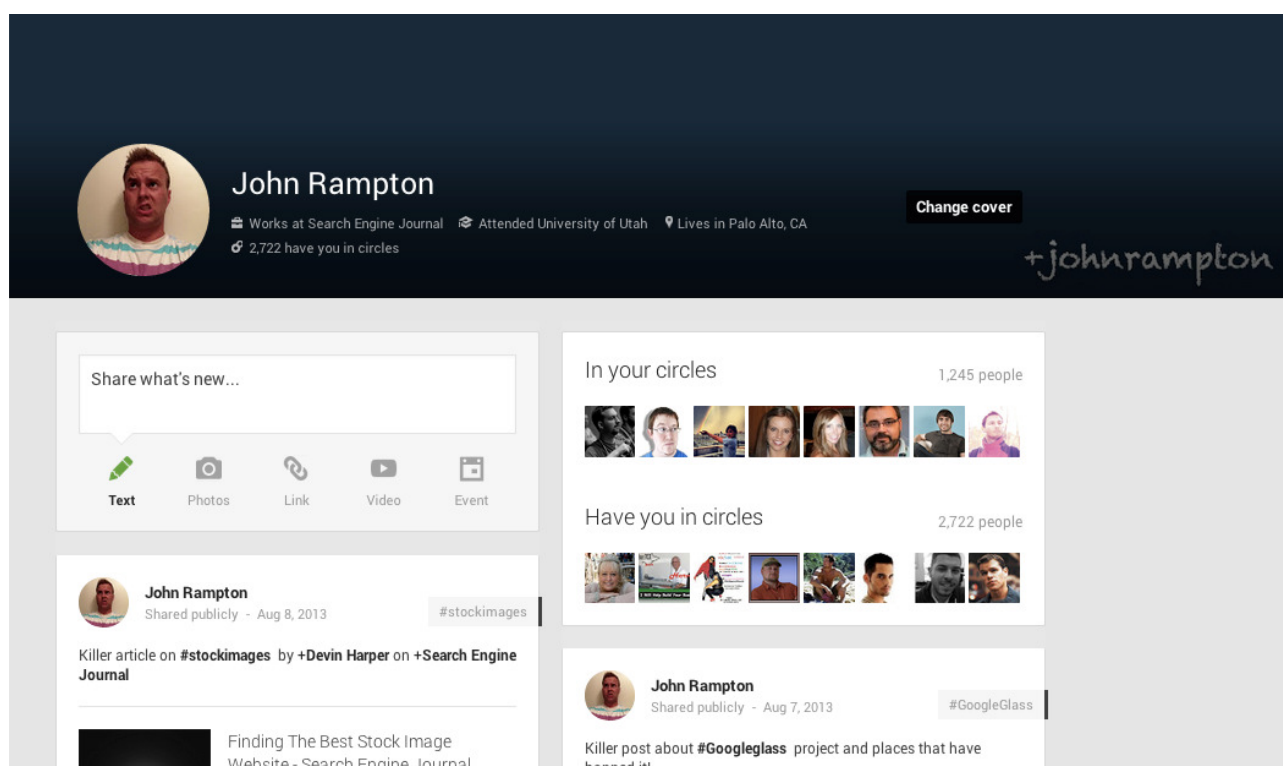
The screenshot shows the LinkedIn profile of Bridget Casey. At the top, the navigation bar includes 'Home', 'Profile', 'Contacts', 'Groups', 'Jobs', 'Inbox', 'Companies', 'News', and 'More'. The profile header displays 'Bridget Casey' with a photo, her title 'Owner, Lead Author at Money After Graduation', and location 'Edmonton, Canada Area | Higher Education'. It also shows '69 connections' and buttons for 'Improve your profile' and 'Edit'. The 'Experience' section lists her role at 'Money After Graduation' (January 2012 – Present) and as a 'SALT blog contributor' at 'American Student Assistance' (May 2012 – Present). The 'Who's Viewed Your Profile?' section indicates 7 profile views and 15 search appearances in the past 15 days. The 'Bridget's Activity' section shows recent connection updates to Sean Miedema and Sabine Dedden.

Εικόνα 4: Προσωπική σελίδα χρήστη στο LinkedIn (πηγή: www.linkedin.com)

Το LinkedIn αποτελεί, ίσως, το μοναδικό μέσο κοινωνικής δικτύωσης που εστιάζει σε επιχειρηματικά και επαγγελματικά ενδιαφέροντα. Δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν ένα δίκτυο από υπάρχουσες και νέες επαγγελματικές επαφές, που αποκαλούνται συνδέσεις (connections). Με την προσθήκη μιας νέας σύνδεσης, οι συνδέσεις αυτής και οι

συνδέσεις αυτών των συνδέσεων προστίθενται στο αρχικό δίκτυο. Αυτό προσφέρει σε έναν επαγγελματία απίστευτα μεγάλο πεδίο επαφών. Οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν δουλειά, ανθρώπους και επιχειρηματικές ευκαιρίες που συνιστώνται από κάποια άλλη μέλη του δικτύου, ενώ οι εργοδότες μπορούν να καταχωρήσουν περιγραφές θέσεων εργασίας για πιθανούς υποψήφιους. Το LinkedIn το χρησιμοποιούν περισσότεροι από 300 εκατομμύρια χρήστες για να ανταλλάξουν ιδέες, ευκαιρίες και πληροφορίες.(el.wikipedia.org)

## 1.2.4 Google+



Εικόνα 5: Προσωπική σελίδα χρήστη στο Google+ (πηγή: plus.google.com)

Το Google+ αποτελεί την υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης της Google, μέσω της οποίας επιδίωξε την ενσωμάτωση όλων των υπηρεσιών της σε μία, ενώ παράλληλα προσπάθησε να προσεγγίσει την ιδέα της κοινωνικής δικτύωσης με ένα διαφορετικό τρόπο. Μέσα σε μόλις ένα μήνα από τη δημιουργία του, οι χρήστες του Google+ έφτασαν τα 25 εκατομμύρια παγκοσμίως, ενώ η αντίστοιχη εφαρμογή της ιστοσελίδας κοινωνικής δικτύωσης για κινητά τηλέφωνα έφτασε στη δεύτερη θέση των πιο δημοφιλών εφαρμογών στο App Store της Apple.

Το Google+ ενσωματώνει σε μεγάλο βαθμό την ίδια λειτουργικότητα που παρέχουν κι άλλα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όσον αφορά τη διαχείριση του προφίλ κάθε χρήστη. Αυτό σημαίνει πως σε



κάθε προφίλ μπορεί να συναντήσει κανείς προσωπικές πληροφορίες του κατόχου, όπως επίσης και φωτογραφίες, αναρτημένα βίντεο ή λοιπά άρθρα από το διαδίκτυο. Η καινοτομία που εισήγαγε όμως το Google+ έγκειται στο είδος των σχέσεων που υποστηρίζει. Στους περισσότερους ιστοχώρους κοινωνικής δικτύωσης συντριπτικά, το είδος των σχέσεων που μπορούν να συνάψουν οι χρήστες μεταξύ τους είναι η προσθήκη ή η αφαίρεση ιδιοτήτων. Αντίθετα, στο Google+ κάθε χρήστης μπορεί να εντάξει άλλους χρήστες σε “κύκλους” γνωριμιών, ώστε να ρυθμίζει το είδος των σχέσεων που θα έχει με αυτούς και την αλληλεπίδραση με αυτούς αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν περισσότερα από ένα είδη σχέσεων, οι οποίες είναι μονόδρομες.

Ένας χρήστης έχει τη δυνατότητα:

- ✓ να οργανώσει τις επαφές του σε κύκλους (circles) επαφών. Αφήνεται στην ευχέρεια του ίδιου η δυνατότητα προβολής των επαφών σε κάθε κύκλο από τρίτους.
- ✓ να αποφασίζει ποιοι και ποια στοιχεία από το προφίλ του θα εμφανίζονται στις επαφές του, ορίζοντας δικαιώματα στους αντίστοιχους κύκλους επαφών του.
- ✓ να αναρτά δεδομένα, φωτογραφίες, βίντεο, αγαπημένες ταινίες, βιβλία ή και απλό ελεύθερο κείμενο.
- ✓ να αποστέλλει και να λαμβάνει προσωπικά μηνύματα με οποιονδήποτε χρήστη ανεξαρτήτως ύπαρξης ή μη κάποιας σχέσης.
- ✓ να λαμβάνει ειδοποιήσεις (notifications) για οποιαδήποτε δραστηριότητα των επαφών, που είναι ενταγμένες στους κύκλους του και που αφορά τον ίδιο.
- ✓ να διαχειρίζεται το λογαριασμό του στα πλαίσια της υπηρεσίας Google Accounts, ώστε να ορίζει την ιδιωτικότητα των πληροφοριών του, να συνδέει το λογαριασμό με αντίστοιχους σε άλλες υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης, όπως επίσης να ανακτά και να κατεβάζει τα δεδομένα που προκύπτουν από τη χρήση της εν λόγω υπηρεσίας ή άλλων της Google.
- ✓ να έχει πρόσβαση σε εφαρμογές – παιχνίδια που έχουν προστεθεί στην ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης.
- ✓ να σβήσει το προφίλ του και να πάψει να είναι χρήστης.(el.wikipedia.org)

### **1.2.5 Άλλα μέσα κοινωνικής δικτύωσης**

Εκτός από τις προαναφερθείσες υπηρεσίες, υπάρχουν κι άλλες, λιγότερο δημοφιλείς, πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης, όπως το Youtube, το Tumblr και το Instagram.

- ➔ Το Youtube είναι μια ιστοσελίδα διαμοιρασμού βίντεο, η οποία δημιουργήθηκε το 2005, αλλά γρήγορα απορροφήθηκε από τη Google. Επιτρέπει στους χρήστες του να ανεβάσουν,

να προβάλλουν και να διαμοιραστούν βίντεο με ποικίλο περιεχόμενο, είτε εκπαιδευτικό, είτε καλλιτεχνικό, είτε ψυχαγωγικό. Τα δικαιώματα αυτών των βίντεο μπορεί να ανήκουν σε εταιρείες – οργανισμούς ή σε ιδιώτες – άτομα.

- ➔ Το Instagram είναι ένα μέσο κοινωνικής δικτύωσης που επιτρέπει στους χρήστες του να διαμοιραστούν πολυμεσικό υλικό, όπως φωτογραφίες και βίντεο προς τις άλλες πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης του Facebook, του Twitter, του Flickr και του Tumblr. Η πλατφόρμα δημιουργήθηκε το 2010, όμως έπειτα από δύο χρόνια απορροφήθηκε από το Facebook.
- ➔ Το Tumblr είναι μια υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης για microblogging, δηλαδή επιτρέπει στους χρήστες του να αναρτούν πολυμεσικό υλικό στην προσωπική σελίδα τους υπό τη μορφή, είτε σύντομου κειμένου, είτε φωτογραφιών, είτε βίντεο. Το Tumblr λειτούργησε το 2007 και ύστερα από έξι χρόνια πωλήθηκε στη Yahoo. (el.wikipedia.org)

## 1.3 Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων

### 1.3.1 Ορισμός

Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων είναι μία τεχνική για τη μέτρηση και την απεικόνιση των σχέσεων και των ροών ανάμεσα σε ανθρώπους, ομάδες, επιχειρήσεις, ηλεκτρονικούς υπολογιστές ή οποιεσδήποτε άλλες μονάδες επεξεργασίας γνώσης και πληροφορίας. Η έννοια του κοινωνικού δικτύου χρησιμοποιούνταν για περισσότερο από έναν αιώνα για να σημάνει τα σύνθετα σύνολα των σχέσεων μεταξύ των μελών των κοινωνικών συστημάτων σε όλες τις κλίμακες, από διαπροσωπικό μέχρι διεθνές επίπεδο. Το 1954, ο J. A. Barnes άρχισε να χρησιμοποιεί τον όρο συστηματικά για να επισημάνει τα διάφορα πρότυπα των δεσμών που διέτρεχαν τις ιδέες που χρησιμοποιούσαν συχνά οι περισσότεροι από τους επιστήμονες της κοινωνιολογίας, δηλαδή περιορισμένες ομάδες, όπως φυλή και οικογένεια, και κοινωνικές κατηγορίες, όπως φύλο και εθνικότητα.

Ερευνητές όπως οι S.D. Berkowitz, Stephen Borgatti, Ronald Burt, Kathleen Carley, Katherine Faust, Linton Freeman, Mark Granovetter, David Knoke, Peter Marsden, Nicholas Mullins, Anato Rapoport, Stanley Wasserman, Barry Wellman, Douglas R. White and Harrison επέκτειναν τη χρήση των κοινωνικών δικτύων. Πλέον, η ανάλυση των κοινωνικών δικτύων έχει εξελιχθεί από μια απλή υποδηλωτική μεταφορά μιας αναλυτικής προσέγγισης, σε πρότυπα με τη δική της θεωρητική θεμελίωση, τις μεθόδους της και τους ερευνητές της. Οι αναλυτές μελετούν είτε ολοκληρωμένα

δίκτυα, των οποίων οι δεσμοί αντικατοπτρίζουν καθορισμένες σχέσεις σε έναν ορισμένο πληθυσμό, είτε εγωκεντρικά δίκτυα και τους δεσμούς που αναπτύσσουν ορισμένα άτομα μεταξύ τους, όπως οι προσωπικές κοινότητες.

Διάφορες τάσεις στην έρευνα διαχωρίζουν την ανάλυση των κοινωνικών δικτύων:

- Δεν υπάρχει παραδοχή ότι τα σύνολα ατόμων αποτελούν τις θεμελιώδεις μονάδες της κοινωνίας. Αυτή η προσέγγιση είναι περισσότερο κατάλληλη για τη μελέτη των λιγότερο συγκεντρωμένων κοινωνικών συστημάτων, από μη τοπικές κοινότητες έως υπερσυνδέσεις σε διάφορες τοποθεσίες του Ιστού.
- Αντί να αντιμετωπίζει τα ξεχωριστά άτομα, όπως πρόσωπα, οργανισμούς, και κράτη, σαν διακριτές μονάδες στην ανάλυση, προτιμάται η επικέντρωση στο πώς η δομή των δεσμών επηρεάζει τα άτομα, τα οποία συνδέει καθώς και τις σχέσεις τους.
- Σε αντίθεση με τις αναλύσεις που υποθέτουν ότι η κοινωνικοποίηση στους κανόνες καθορίζει τη συμπεριφορά, η ανάλυση δικτύων εξετάζει το κατά πόσο η δομή και η σύνθεση των δεσμών επηρεάζει τους κανόνες. (Μ. Μπαντουρίδης, 2004)

### 1.3.2 Σχεδίαση κοινωνικών δικτύων

Σύμφωνα με τη θεωρία δικτύων, η ανάλυση κοινωνικών δικτύων αντιμετωπίζει τις κοινωνικές σχέσεις με τη χρήση γράφων, δηλαδή με δίκτυα τα οποία αποτελούνται από κόμβους και ακμές. Οι κόμβοι απεικονίζουν τους ανθρώπους ή τις ομάδες, ενώ οι ακμές δείχνουν τις σχέσεις ή τις ροές μεταξύ των κόμβων. Οι γράφοι που προκύπτουν είναι συχνά σύνθετοι λόγω της πιθανότητας ύπαρξης πολλαπλών ειδών ροής μεταξύ των κόμβων.

Τα δεδομένα, που λαμβάνονται από τα κοινωνικά δίκτυα, καθορίζονται από τις οντότητες (κόμβους) και τις συσχετίσεις (ακμές). Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων εστιάζει στις συσχετίσεις μεταξύ των οντοτήτων, οι οποίες δε δειγματοληπτούνται ανεξάρτητα η μία από την άλλη και δε μελετούνται ως δείγματα, αλλά ως ολόκληροι πληθυσμοί. Αυτοί οι πληθυσμοί διαθέτουν υψηλή ποικιλομορφία, το οποίο αναγκάζει τους κοινωνικούς αναλυτές να θέτουν όρια. Έτσι, υπάρχουν όρια που τίθενται ή δημιουργούνται από τις ίδιες τις οντότητες και όρια που βασίζονται σε παρατηρήσεις και κριτήρια. Οι αναλυτές μπορούν να τα επεκτείνουν πολλαπλασιάζοντας τους πληθυσμούς ή περιλαμβάνοντας πολλαπλά επίπεδα ανάλυσης ή τροπικότητες στην έρευνα. Ως πολύτροπα δίκτυα περιγράφονται εκείνα, τα οποία εμπεριέχονται σε άλλα δίκτυα, τα οποία με τη σειρά τους εμπεριέχονται σε μεγαλύτερα. Αυτή η εμφωλευμένη σχεδίαση διευκολύνει τους κοινωνικούς αναλυτές στο να εστιάζουν ταυτόχρονα σε πολλαπλά επίπεδα ανάλυσης.

Στη σχεδίαση των κοινωνικών δικτύων, σημαντικό ρόλο παίζει το ποιες σχέσεις θα μετρηθούν για τους επιλεγμένους κόμβους. Για αυτή τη μελέτη υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις δειγματοληψίας. Αρχικά, υπάρχουν οι μέθοδοι πλήρους δικτύου που αποδίδουν τη μέγιστη δυνατή πληροφορία σχετικά με τη δομή του, επειδή εξετάζουν ολόκληρο τον πληθυσμό, αλλά οι διαδικασίες εκτέλεσης, συλλογής των δεδομένων και εξαγωγής των συμπερασμάτων τους είναι δύσκολες και κοστίζουν. Έπειτα, υπάρχουν και οι μέθοδοι που παράγουν μικρότερη ποσότητα πληροφορίας σχετικά με τη δομή του δικτύου, αλλά είναι φθηνές και η διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων είναι εύκολη. Μια τέτοια μέθοδος είναι αυτή της χιονόμπαλας, στην οποία επιλέγεται μια οντότητα ή μια ομάδα οντοτήτων και μέσω εντοπισμού των συσχετίσεών τους με τους γειτονικούς τους κόμβους σχηματίζεται η δομή του δικτύου.

Όπως όλα τα δεδομένα, έτσι και η συλλεγόμενη πληροφορία σχετικά με τις σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων είναι μετρήσιμη με διαφορετικά επίπεδα, τα οποία είναι σημαντικά γιατί περιορίζουν το εύρος της έρευνας. Οι κλίμακες μέτρησης είναι επίσης σημαντικές γιατί οι μαθηματικές τους ιδιότητες διαφέρουν και απαιτούν διαφορετικούς αλγόριθμους για την περιγραφή και την αποτίμηση των αποτελεσμάτων τους. Μπορούν να διακριθούν τρία επίπεδα μέτρησης:

1. το ονομαστικό, το οποίο διαχωρίζεται περαιτέρω σε δυαδικό και πολλαπλών κατηγοριών
2. το ταξικό, το οποίο διαχωρίζεται περαιτέρω σε ομαδοποιημένο και πλήρους κατάταξης
3. και το επίπεδο μέτρησης διαστημάτων.

Όσον αφορά το ονομαστικό επίπεδο μέτρησης έχουμε:

- Τα δυαδικά μέτρα σχέσεων είναι η συνηθέστερη προσέγγιση μέτρησης σχέσεων, η οποία διακρίνει τις απύσες και τις παρούσες σχέσεις, συνήθως κωδικοποιώντας τις με 0 και 1 αντίστοιχα.
- Τα μέτρα σχέσεων πολλαπλών κατηγοριών είναι ποιοτικά μέτρα, δηλαδή οι σχέσεις μιας οντότητας προς τις υπόλοιπες κατατάσσονται βάσει του τύπου και όχι της ισχύος τους. Ένα παράδειγμα είναι μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής για τον καθορισμό της σχέσης μεταξύ δύο οντοτήτων ως συγγενείς, φίλοι ή συνεργάτες.

Όσον αφορά το ταξικό επίπεδο μέτρησης έχουμε:

- Τα ομαδοποιημένα μέτρα σχέσεων είναι μέτρα ταξινόμησης των σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων σε ομάδες. Για παράδειγμα, μια μελέτη ενός κοινωνικού δικτύου, η οποία ζητάει από τα μέλη να βαθμολογήσουν ως "συμπαθητικά", "αντιπαθητικά" ή "αδιάφορα" τα υπόλοιπα μέλη. Το αποτέλεσμα είναι μια ομαδοποιημένη κλίμακα που μπορεί να κωδικοποιηθεί με τις τιμές -1, 0 και +1 για να απεικονίσει την αντιπάθεια, την αδιαφορία

και τη συμπάθεια αντίστοιχα.

- Τα μέτρα σχέσεων πλήρους κατάταξης είναι μέτρα ταξινόμησης και κατάταξης της ισχύος των σχέσεων μιας οντότητας, από την ισχυρότερη στην ασθενέστερη. Η διαδικασία αυτή, παράγει μια κλίμακα πλήρους κατάταξης, η οποία αντικατοπτρίζει διαφορετικούς βαθμούς έντασης, χωρίς όμως αυτοί να είναι απαραίτητα ίσοι μεταξύ τους.

Τέλος, έχουμε τα μέτρα σχέσεων διαστημάτων, τα οποία μας επιτρέπουν να ταξινομήσουμε τις σχέσεις σε ομάδες και να τις κατατάξουμε διατηρώντας τη διαφορά απόστασης μεταξύ τους ίση.

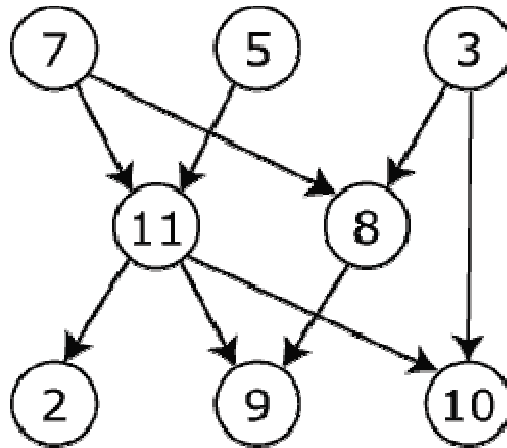
Όταν δύο οντότητες είναι παρόμοιες, δηλαδή κατέχουν ίδιο ρόλο – κοινωνική θέση μέσα σε ένα δίκτυο τότε αποκαλούνται ισοδύναμες. Η ισοδυναμία εμφανίζεται υπό τρεις μορφές:

- Δομική ισοδυναμία, η οποία είναι η πιο σταθερή μορφή ισοδυναμίας. Δύο οντότητες είναι δομικά ισοδύναμες αν έχουν ακριβώς τους ίδιους δεσμούς με τις ίδιες άλλες οντότητες. Δηλαδή, η μια να μπορεί να αντικαταστήσει την άλλη, το οποίο είναι αρκετά σπάνιο φαινόμενο στις κοινωνικές σχέσεις.
- Αυτομορφική ισοδυναμία, η οποία είναι πιο χαλαρή μορφή ισοδυναμίας. Δύο οντότητες είναι ισοδύναμες και μπορεί η μια να αντικαταστήσει την άλλη, αν είναι τοποθετημένες κατά τον ίδιο τρόπο στο δίκτυο, έστω κι αν δεν έχουν τους ίδιους δεσμούς.
- Τυπική ισοδυναμία, η οποία είναι και η συνηθέστερη. Σε αυτή δύο κόμβοι έχουν το ίδιο προφίλ δεσμών με άλλους κόμβους, οι οποίοι είναι επίσης τυπικά ισοδύναμοι. (Μ. Μπαντουρίδης, 2004)

### 1.3.3 Αναπαράσταση κοινωνικών δικτύων

Οι αναλυτές κοινωνικών δικτύων χρησιμοποιούν δύο ειδών εργαλεία για να αναπαραστήσουν την πληροφορία που σχετίζεται με τα μοτίβα των δεσμών των κοινωνικών οντοτήτων. Αυτά τα εργαλεία είναι οι γράφοι και οι πίνακες ή αλλιώς μήτρες. Τα ραβδογράμματα, οι πίτες και πολλές άλλες γραφικές απεικονίσεις καλούνται γραφήματα ή γράφοι. Η ανάλυση δικτύων χρησιμοποιεί κυρίως ένα είδος γραφικής απεικόνισης, το οποίο αποτελείται από κόμβους που αναπαριστούν τις οντότητες και από ακμές που αναπαριστούν τις μεταξύ τους σχέσεις ή δεσμούς. Αυτοί οι γράφοι, που αποκαλούνται και κοινωνικά διαγράμματα, χρησιμοποιούν ένα κύκλο με ετικέτα για κάθε οντότητα του πληθυσμού που περιγράφεται και γραμμικά τμήματα μεταξύ των ζευγών των οντοτήτων για την αναπαράσταση των παρατηρήσεων. Ένα παράδειγμα τέτοιου γράφου παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.

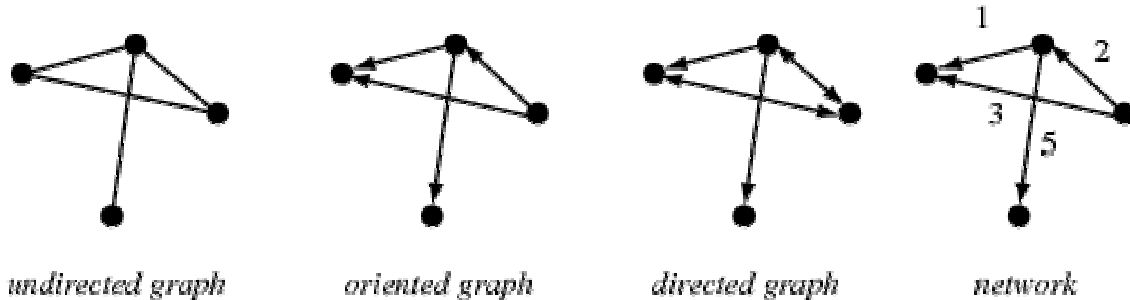
Εικόνα 6: Μη κατευθυνόμενος άκυκλος γράφος  
(πηγή: el.wikipedia.org)



Υπάρχουν διάφοροι τύποι γράφων, όπως ο δυαδικός, ο προσημασμένος, ο ταξικός και ο πλειότιμος. Επιπλέον, υπάρχουν και διάφορα είδη σχέσεων στους γράφους, όπως οι κατευθυνόμενες και μη, οι μονοδιάστατες και οι πολυδιάστατες σχέσεις.

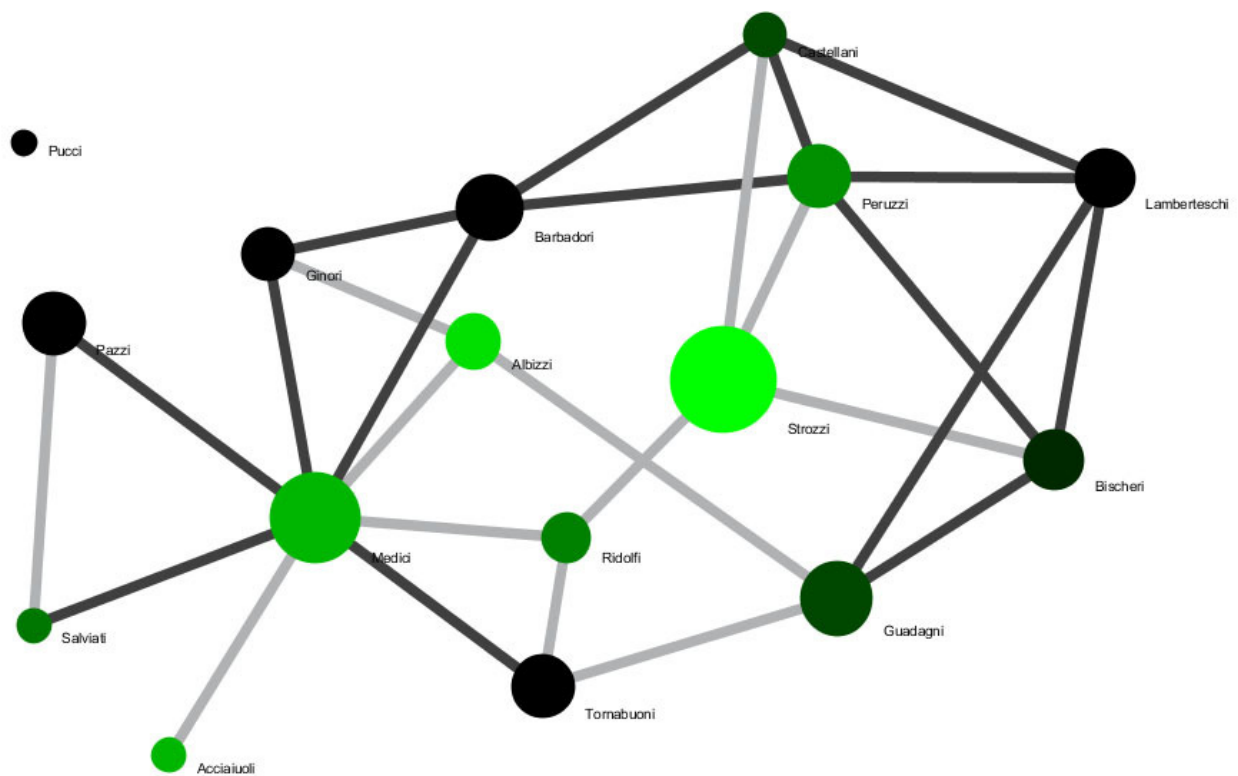
Στο δυαδικό γράφο υπάρχουν δύο επιλογές για ένα δεσμό μεταξύ δύο οντοτήτων, είτε θα υπάρχει είτε όχι. Στο προσημασμένο γράφο, η σχέση δηλώνεται με χρήση προσήμου. Για παράδειγμα, για τη “συμπάθεια” τοποθετείται πάνω στο βέλος το θετικό πρόσημο, για την “αντιπάθεια” το αρνητικό, ενώ χωρίς βέλος δηλώνεται η “αδιαφορία”. Στον ταξικό γράφο, οι σχέσεις κατατάσσονται σε ομάδες, ενώ στον πλειότιμο, δηλώνεται η ισχύς της σχέσης με μία τιμή πάνω στο βέλος του γραφήματος.

Εικόνα 7: Διάφορα είδη γράφων (πηγή:mathworld.worlfram.com)



Στους κατευθυνόμενους γράφους, οι σύνδεσμοι υποδεικνύουν την πηγή και τον αποδέκτη της πληροφορίας, ενώ στους μη κατευθυνόμενους, απλά υποδηλώνουν την παρουσία σχέσης μεταξύ των οντοτήτων.

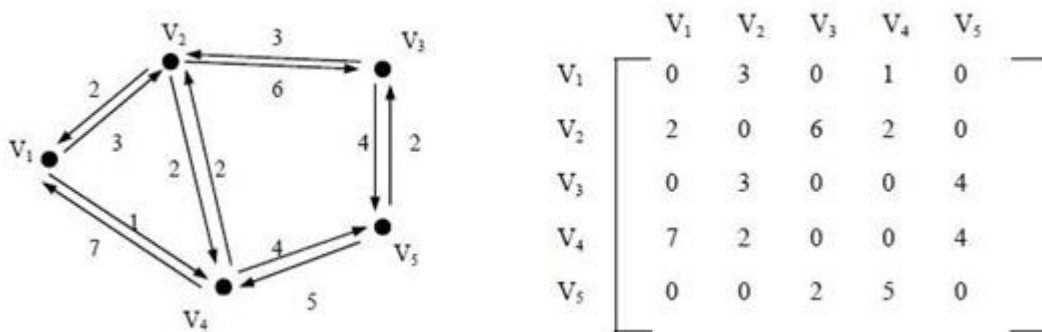
Στους γράφους με μονοδιάστατες σχέσεις, οι οντότητες συνδέονται με ένα μόνο είδος δεσμού, για παράδειγμα συγγένεια. Αντιθέτως στους γράφους με πολυδιάστατες σχέσεις, οι οντότητες συνδέονται μεταξύ τους με περισσότερους από ένα δεσμούς, για παράδειγμα οικογενειακούς και επαγγελματικούς. Ένα παράδειγμα γράφου με πολυδιάστατες σχέσεις φαίνεται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 7: Κατευθυνόμενος γράφος πολυδιάστατων σχέσεων (πηγή: [www.themascope.org](http://www.themascope.org))

Οι γράφοι είναι χρήσιμοι για την αναπαράσταση πληροφορίας σχετικά με τα κοινωνικά δίκτυα. Παρόλα αυτά, όταν υπάρχουν πολλές οντότητες και είδη σχέσεων, μπορούν να γίνουν οπτικώς περίπλοκα σε τέτοιο βαθμό, ώστε τα μοτίβα να είναι δυσδιάκριτα. Ένας εναλλακτικός τρόπος για την αναπαράσταση της πληροφορίας σχετικά με τα κοινωνικά δίκτυα, ο οποίος επιτρέπει την εφαρμογή μαθηματικών και υπολογιστικών εργαλείων για τη σύνοψη και ανεύρεση μοτίβων, είναι η χρήση πινάκων. Οι πίνακες είναι συλλογές από στοιχεία, τα οποία παριστάνουν τους δεσμούς και αποτελούνται από τόσες γραμμές και στήλες όσοι είναι οι κόμβοι του δικτύου. Χρησιμοποιούνται συχνά στην ανάλυση δικτύων για την αναπαράσταση της γειτνίασης δύο οντοτήτων σε ένα δίκτυο. Ένας πίνακας γειτνίασης είναι ένας τετραγωνικός πίνακας με ίσο αριθμό γραμμών και στηλών, όπου η παρουσία και η απουσία δεσμών μεταξύ των οντοτήτων καθορίζει την τιμή των στοιχείων του. Αν υπάρχει σχέση ανάμεσα στους κόμβους  $i$  και  $j$  τότε το στοιχείο  $[i, j]$  είναι 1, διαφορετικά είναι 0. Η κύρια διαγώνιος του πίνακα γειτνίασης συχνά αγνοείται στην ανάλυση δικτύων γιατί τα στοιχεία της δεν αντιστοιχούν σε απόσταση μεταξύ δυο διαφορετικών οντοτήτων.





Εικόνα 8: Κατευθυνόμενος γράφος και ο πίνακας γειτνίασής του (πηγή: [www.p://anamorfosi.teicm.gr](http://www.p://anamorfosi.teicm.gr))

Στην απλούστερη μορφή του, ένα κοινωνικό δίκτυο είναι ένας χάρτης των επιλεγμένων σχετικών δεσμών μεταξύ των κόμβων που μελετώνται, χωρίς διάκριση στους διαφορετικούς τύπους δεσμών. Το δίκτυο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσει το κοινωνικό κεφάλαιο – το όφελος που ένα άτομο αποκομίζει από τη χρήση του κοινωνικού δικτύου. Αυτές οι έννοιες απεικονίζονται συνήθως σε ένα κοινωνικό διάγραμμα δικτύων, όπου οι κόμβοι είναι οι κορυφές και οι δεσμοί είναι οι πλευρές. Η μορφή ενός κοινωνικού δικτύου βοηθάει στον καθορισμό της χρησιμότητας προς τα διάφορα μέλη του. Τα μικρότερα και στενότερα δίκτυα μπορεί να είναι λιγότερο χρήσιμα στα μέλη τους σε σχέση με τα δίκτυα που αποτελούνται από χαλαρούς συνδέσμους με άτομα που βρίσκονται εκτός του κύριου δικτύου. Τα ανοικτότερα δίκτυα με πολλούς ασθενείς δεσμούς και κοινωνικές συνδέσεις είναι πιθανότερο να εισαγάγουν νέες ιδέες και ευκαιρίες στα μέλη τους από τα κλειστά δίκτυα με πολλούς περιττούς δεσμούς. Με άλλα λόγια, μια ομάδα φίλων, που αλληλεπιδρούν στενά μεταξύ τους, μοιράζονται ίδιες γνώσεις και ευκαιρίες. Αντίθετα, μια ομάδα ατόμων με συνδέσεις σε άλλους κοινωνικούς κόσμους είναι πιθανό να έχει πρόσβαση σε ένα ευρύτερο φάσμα πληροφοριών.

Συμπερασματικά, καταλήγουμε ότι είναι καλύτερο να υπάρχουν συνδέσεις σε ποικίλα δίκτυα, παρά πολλές συνδέσεις σε ένα μόνο δίκτυο. Με αυτό τον τρόπο, τα άτομα μπορούν να ασκήσουν επιρροή ή να ενεργήσουν ως μεσάζοντες στα κοινωνικά δίκτυά τους γεφυρώνοντας δύο δίκτυα που δε συνδέονται άμεσα. Η ισχύς της ανάλυσης των κοινωνικών δικτύων πηγάζει από τη διαφορά της με τις παραδοσιακές κοινωνικές επιστημονικές μελέτες, οι οποίες πρεσβεύουν ότι οι ιδιότητες των ατόμων – δρώντων είναι το σημαντικότερο στοιχείο για την ανάλυση. Η ανάλυση των κοινωνικών δικτύων παράγει μια εναλλακτική προσέγγιση, όπου οι ιδιότητες των ατόμων είναι λιγότερο σημαντικές απ' ό,τι οι μεταξύ τους σχέσεις και οι δεσμοί μέσα στο δίκτυο. Αυτή η προσέγγιση έχει αποδειχθεί πιο χρήσιμη και αποτελεσματική στην εξήγηση φαινομένων του πραγματικού κόσμου, αλλά αφήνει λιγότερα περιθώρια στον προσωπικό συντελεστή, την ικανότητα δηλαδή των ατόμων να επηρεάζουν οι ίδιοι την πορεία τους, επειδή αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δομή του δικτύου στο οποίο αυτοί βρίσκονται.

Τα κοινωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται επίσης για την εξέταση της αλληλεπίδρασης των οργανισμών, χαρακτηρίζοντας τις πολλαπλές άτυπες σχέσεις μεταξύ των στελεχών τους, καθώς επίσης και τους συσχετισμούς μεταξύ μεμονωμένων υπαλλήλων διαφορετικών οργανισμών. Για παράδειγμα, η ισχύς μέσα σε μια εταιρία συχνά προέρχεται από το βαθμό, στον οποίο ένα άτομο μέσα σε ένα δίκτυο είναι στο επίκεντρο πολλών σχέσεων, παρά από τον τίτλο της εργασίας του. Τα κοινωνικά δίκτυα επίσης παίζουν σημαντικό ρόλο στις προσλήψεις, στην επαγγελματική καταξίωση και στις εργασιακές επιδόσεις. Επίσης τα δίκτυα προσφέρουν τρόπους σε οργανισμούς ατόμων να συλλέξουν πληροφορίες, να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικότερα τον ανταγωνισμό και να καθορίσουν τις πολιτικές τους. (S. Wasserman et al., 1994)

### 1.3.4 Μετρικές γράφων

Οι μετρικές ανάλυσης των γράφων (graph metrics) διακρίνονται σε δύο είδη:

- ◆ Μετρικές δικτύου (network metrics), οι οποίες περιγράφουν τη δομή ολόκληρου του δικτύου.
- ◆ Μετρικές κόμβων (vertex metrics), που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των μεμονωμένων κόμβων.

Οι μετρικές που περιγράφουν τη δομή ολόκληρου του δικτύου είναι οι ακόλουθες:

- ◆ Μέγεθος δικτύου (network size), είναι ο αριθμός των ακμών του γράφου του δικτύου.
- ◆ Βρόχοι (loops), είναι ο αριθμός των ακμών που συνδέουν τους κόμβους με τον εαυτό τους.
- ◆ Ισχυρά συνδεδεμένες ομάδες (strongly connected components), είναι ο αριθμός των ισχυρά συνδεδεμένων ομάδων σε ένα κοινωνικό δίκτυο, δηλαδή ομάδες όπου κάθε κόμβος της ομάδας συνδέεται με δεσμό με οποιονδήποτε άλλο κόμβο της ίδιας ομάδας.
- ◆ Διάμετρος δικτύου (network diameter), είναι το μήκος της μεγαλύτερης διαδρομής μεταξύ δύο οποιονδήποτε κόμβων, δηλαδή η απόσταση μεταξύ των δύο πιο απομακρυσμένων κόμβων του δικτύου.
- ◆ Πυκνότητα δικτύου (network density), είναι, δεδομένου ενός δικτύου με  $n$  κόμβους, ο μέγιστος αριθμός δεσμών που μπορούν να υπάρξουν μεταξύ των κόμβων. Επομένως, η πυκνότητα δικτύου εκφράζει την αναλογία του πραγματικού και του μέγιστου δυνατού αριθμού των δεσμών και παίρνει τιμές από 0 έως 1.

■ Για μη κατευθυνόμενους γράφους ορίζεται ως 
$$D = \frac{2 * edges}{n * (n - 1)}$$

$$D = \frac{\text{edges}}{n*(n-1)}$$

■ Για κατευθυνόμενους γράφους ορίζεται ως

- ◆ Συντομότερο μονοπάτι (shortest path), είναι η μικρότερη δυνατή διαδρομή, σε βήματα, από όλες τις υπάρχουσες ανάμεσα σε 2 κόμβους.
- ◆ Μέσο μήκος μονοπατιού (average path length), είναι ο μέσος αριθμός βημάτων κατά μήκος των συντομότερων μονοπατιών που συνδέουν όλα τα συνδεδεμένα ζεύγη κόμβων του δικτύου.
- ◆ Συμμετρία ακμών (link symmetry), είναι το ποσοστό των συμμετρικών ακμών στο σύνολο όλων των ακμών του δικτύου. Οι κατευθυνόμενες ακμές μπορούν να μας βοηθήσουν στην αναζήτηση και τον εντοπισμό περιεχομένου στα κοινωνικά δίκτυα. Ένας μεγάλος βαθμός συμμετρίας αυξάνει τη συνεκτικότητα του δικτύου και μειώνει τη διάμετρο.
- ◆ Γεωδαιτική απόσταση (geodesic distance), είναι ο αριθμός των ακμών στο συντομότερο μονοπάτι μεταξύ δύο οντοτήτων σε κατευθυνόμενους και μη-κατευθυνόμενους γράφους.

Οι μετρικές που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των μεμονωμένων κόμβων είναι οι εξής:

- ◆ Κεντρικότητα βαθμού (degree centrality), αποτελεί το απλούστερο μέτρο κεντρικότητας. Ορίζεται ως ο αριθμός των δεσμών ενός κόμβου με άλλους κόμβους στο δίκτυο. Η βασική ιδέα στην οποία στηρίζεται είναι ότι όσο περισσότερους δεσμούς έχει ένας κόμβος στο δίκτυο, τόσο πλεονεκτικότερη είναι η θέση του σχετικά με τη μετάδοση της πληροφορίας. Στα δίκτυα που αναπαριστώνται με κατευθυνόμενους γράφους, όπως ένα κοινωνικό δίκτυο στο twitter, ορίζουμε την κεντρικότητα βαθμού εισερχόμενων δεσμών (in-degree centrality) ή εσωτερικού βαθμού και την κεντρικότητα βαθμού εξερχόμενων δεσμών (out-degree centrality) ή εξωτερικού βαθμού. Το πρώτο είδος κεντρικότητας είναι ο αριθμός των δεσμών που κατευθύνονται προς τον κόμβο ενώ το δεύτερο είδος είναι ο αριθμός των δεσμών που εξέρχονται από αυτόν.
- ◆ Κεντρικότητα εγγύτητας (closeness centrality), γνωστή και ως κεντρικότητα απόστασης. Σύμφωνα με αυτή, ένας κόμβος θεωρείται κεντρικός αν μπορεί να αλληλεπιδρά εύκολα με όλους τους υπόλοιπους, αν δηλαδή οι αποστάσεις του από όλους τους άλλους κόμβους είναι μικρές. Όσο μεγαλύτερη είναι η κεντρικότητα εγγύτητας ενός κόμβου, τόσο ευκολότερο είναι γι' αυτόν να διανείμει την πληροφορία στο υπόλοιπο δίκτυο. Η κεντρικότητα εγγύτητας ενός κόμβου είναι το μέσο συντομότερο μονοπάτι από αυτόν τον κόμβο προς όλους τους υπόλοιπους που είναι προσβάσιμοι μέσω αυτού.
- ◆ Κεντρικότητα ενδιάμεσότητας (betweenness centrality), ουσιαστικά δηλώνει σε ποιο βαθμό ένας κόμβος διασυνδέει αποκομμένους κόμβους ή αποσυνδεδεμένες ομάδες. Εστιάζει δηλαδή στην ισχύ ενός κόμβου ως ενδιάμεσου στη ροή της πληροφορίας ανάλογα με την

ικανότητά του να ελέγχει, αλλά και να αποκόπει πλήρως τη ροή της πληροφορίας στο δίκτυο. Κόμβοι που υπάρχουν σε πολλά συντομότερα μονοπάτια μεταξύ άλλων κόμβων στο δίκτυο παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές κεντρικότητας ενδιαμεσότητας.

- ◆ Κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος (eigenvector centrality), είναι αυτή που λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τον απόλυτο αριθμό των επαφών ενός κόμβου, αλλά και το πόσο κεντρικοί είναι οι κόμβοι με τους οποίους συνδέεται.
- ◆ Συντελεστής ομαδοποίησης (clustering coefficient), είναι η πιθανότητα δύο γειτονικοί κόμβοι ενός τρίτου να είναι και γειτονικοί μεταξύ τους. Στα κοινωνικά δίκτυα ένας υψηλός συντελεστής ομαδοποίησης δείχνει ότι οι φίλοι ενός χρήστη είναι και φίλοι μεταξύ τους.
- ◆ Μέσος συντελεστής ομαδοποίησης (average clustering coefficient), είναι ο μέσος όρος των επιμέρους συντελεστών ομαδοποίησης όλων των κόμβων του δικτύου.
- ◆ Προσβασιμότητα (reachability), είναι ένα μέτρο που εξετάζει αν υπάρχει ένα σύνολο συνδέσεων, μέσω των οποίων είναι εφικτός ο εντοπισμός της οντότητας – στόχου από την πηγή, ανεξαρτήτως του πλήθους των κόμβων που υπάρχει μεταξύ τους. (O. Serrat, 1994).

### 1.3.5 Τρόποι υποδιαίρεσης του δικτύου

Όλα τα δίκτυα αποτελούνται από ομάδες ή αλλιώς υπογράφους. Όταν δύο οντότητες είναι συνδεδεμένες σχηματίζουν μια ομάδα, τη δυάδα. Μια κλίκα επεκτείνει μια δυάδα προσθέτοντας επιπλέον μέλη που συνδέονται με αυτή. Οι τρόποι υποδιαίρεσης ενός δικτύου ακολουθούν δύο προσεγγίσεις, την από κάτω προς τα πάνω και την από πάνω προς τα κάτω προσέγγιση. Η φιλοσοφία της προσέγγισης από κάτω προς τα πάνω ασχολείται με την κατασκευή του δικτύου μέσω απλών συνδέσμων, εστιάζοντας πρωτίστως σε ατομικό επίπεδο και έπειτα στις υπο-δομές που σχηματίζονται. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά σε προσεγγίσεις αυτού του είδους.

- Μια κλίκα (clique) είναι ένα υποσύνολο ενός δικτύου, στο οποίο οι οντότητες είναι πιο στενά συνδεδεμένες η μία με την άλλη, από ότι με τα υπόλοιπα μέλη του δικτύου. Η μικρότερη δυνατή κλίκα είναι η δυάδα, που αποτελείται από δύο οντότητες. Αυτές όμως μπορούν να επεκταθούν και να σχηματίσουν ισχυρά συνδεδεμένες περιοχές στο γράφο. Ο επίσημος ορισμός της κλίκας είναι ο μέγιστος αριθμός οντοτήτων που είναι όλες συνδεδεμένες μεταξύ τους, δηλαδή ένας μέγιστος πλήρως συνδεδεμένος υπογράφος.
- Μια N-κλίκα (N-clique) είναι γενικά ένα υποσύνολο του δικτύου, όπου οι κόμβοι είναι ισχυρότερα συνδεδεμένοι μεταξύ τους, παρά με άλλους έξω από αυτό. Είναι πολύ σύνηθες οι άνθρωποι να σχηματίζουν κλίκες ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, την εθνικότητα ή τη θρησκεία. Είναι παρόμοια έννοια με την κοινότητα καθώς τα μέλη της παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες σε διάφορους τομείς. Οι N-κλίκες είναι συγκεκριμένα κλίκες, όπου

κάθε κόμβος συνδέεται με έναν άλλο σε μέγιστη απόσταση  $N$  βημάτων.

- Οι  $N$ -φυλές χρησιμοποιούνται ως μία προσέγγιση, η οποία αναγκάζει όλους τους δεσμούς μεταξύ των μελών μιας  $N$ -κλίκας να σχηματιστούν μέσω άλλων μελών της, δηλαδή να ανασχηματιστούν.
- Τα  $K$ -πλέγματα είναι ένας εναλλακτικός τρόπος που επιτρέπει οντότητες ως μέλη μιας κλίκας, ακόμα κι αν είναι συνδεδεμένες με όλα εκτός από  $K$  άλλα μέλη. Για παράδειγμα, αν ο κόμβος  $A$  είναι συνδεδεμένος με τους  $B$  και  $\Gamma$ , αλλά όχι με το κόμβο  $\Delta$ , ενώ οι  $B$  και  $\Gamma$  έχουν σύνδεση με τον  $\Delta$ , τότε και οι τέσσερις ανήκουν σε μία κλίκα, σύμφωνα με την προσέγγιση των  $K$ -πλεγμάτων. Επιπλέον, σύμφωνα με αυτή, ένας κόμβος είναι μέλος μιας κλίκας μεγέθους  $N$ , αν έχει άμεσους συνδέσμους με  $N-K$  μέλη αυτής της ομάδας. Η ανάλυση  $K$ -πλεγμάτων τείνει να εντοπίζει σχετικά μεγάλο αριθμό μικρών ομάδων, το οποίο τείνει να εστιάσει στις επικαλύψεις και τη συμπαρουσία.
- Ένας  $K$ -πυρήνας είναι μια μέγιστη ομάδα οντοτήτων, οι οποίες είναι όλες συνδεδεμένες με ένα αριθμό  $K$  άλλων μελών της ομάδας. Η προσέγγιση του  $K$ -πυρήνα επιτρέπει στις οντότητες να συμμετέχουν στην ομάδα, αν είναι συνδεδεμένες με  $K$  μέλη, ανεξαρτήτως του αριθμού των συνδέσεων που δεν έχουν με τα άλλα μέλη. Οι  $K$ -πυρήνες είναι πιο περιεκτικοί από τα  $K$ -πλέγματα και όσο μικρότερη είναι η τιμή του  $K$ , τόσο αυξάνει το μέγεθος της ομάδας.
- Η προσέγγιση των  $F$ -ομάδων αναγνωρίζει ομάδες από ισχυρά και ασθενώς μεταβατικές τριάδες. Αν υπάρχει ένας δεσμός  $XY$  και ένας  $YZ$ , υπάρχει κι ένας  $XZ$ , ο οποίος είναι ίσος με τους δύο προηγούμενους και τότε σχηματίζεται ένας ισχυρός δεσμός τριάδας. Μια ασθενώς μεταβατική τριάδα σχηματίζεται, αν οι δεσμοί  $XY$  και  $YZ$  είναι ισχυρότεροι από τον  $XZ$ , αλλά ο  $XZ$  είναι έχει μεγαλύτερη τιμή από κάποια τιμή αποκοπής.

Οι προσεγγίσεις, οι οποίες εξετάστηκαν προηγουμένως, αφορούσαν τη δυάδα και τον τρόπο που αυτή η δομή μπορεί να επεκταθεί περαιτέρω. Η προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω εστιάζει στις διεργασίες κατασκευής δικτύων μέσω των οντοτήτων. Υπάρχουν όμως και προσεγγίσεις, που τείνουν να μελετούν ολόκληρο το δίκτυο και να αναγνωρίζουν υποδομές ως μέρη, τα οποία είναι τοπικά πυκνότερα σε σχέση με το υπόλοιπο δίκτυο. Επιπλέον, αναζητούν αδύναμα σημεία στη συνολική δομή του δικτύου βάσει των οποίων πραγματοποιείται η αποσύνθεση του σε μικρότερες μονάδες. Οι προσεγγίσεις που ακολουθούν είναι από πάνω προς τα κάτω.

- Τα συστατικά ενός γράφου είναι υπογράφοι, οι οποίοι εσωτερικά είναι συνδεδεμένοι, αλλά μεταξύ τους είναι αποσυνδεδεμένοι. Αν ένας γράφος περιέχει μία ή περισσότερες τέτοιες απομονωμένες δομές, αυτές αποκαλούνται συστατικά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν εκείνα που διαιρούν το δίκτυο σε χωριστά τμήματα, με το κάθε ένα να διαθέτει αρκετές

οντότητες συνδεδεμένες μεταξύ τους. Για κατευθυνόμενους γράφους, σε αντίθεση με τους μη κατευθυνόμενους, μπορούμε να καθορίσουμε δύο διαφορετικά είδη συστατικών, τα ασθενή και τα ισχυρά. Ένα ασθενές συστατικό είναι ένα σύνολο από κόμβους που συνδέονται, ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης των δεσμών. Ένα ισχυρό συστατικό απαιτεί να υπάρχει ένα κατευθυνόμενο μονοπάτι από τον κόμβο A στον B, έτσι ώστε να ανήκουν στο ίδιο συστατικό.

- Μία άλλη προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω είναι τα τμήματα και τα σημεία αποκοπής. Τα σημεία αυτά είναι εκείνοι οι κόμβοι, οι οποίοι αν αφαιρεθούν από το γράφο, η δομή του θα χωριστεί σε μη-συνδεδεμένα μέρη. Αυτοί οι κόμβοι δηλαδή αποτελούν σημαντικές οντότητες και η αναζήτησή τους εξυπηρετεί στον εντοπισμό των αδύναμων σημείων-κλειδιών σε ένα γράφο. Οι υποδιαιρέσεις αυτές του γράφου, που σχηματίζονται έπειτα από την αφαίρεση των σημείων αποκοπής, ονομάζονται τμήματα ή διμερή συστατικά.
- Τα σύνολα Λάμδα και οι γέφυρες είναι μία εναλλακτική προσέγγιση, στην οποία εξετάζεται αν υπάρχουν συγκεκριμένες συνδέσεις στο γράφο, που αν αφαιρεθούν θα προκύψει μια μη-συνδεδεμένη δομή. Η προσέγγιση των συνόλων Λάμδα κατατάσσει, από άποψη σημαντικότητας, κάθε σχέση του δικτύου αξιολογώντας τη ροή σε κάθε σύνδεσμο μεταξύ των οντοτήτων. Έπειτα, αναγνωρίζει σύνολα σχέσεων που αν αποσυνδεθούν, θα διαταράξουν σε μεγάλο βαθμό τη ροή μεταξύ όλων των οντοτήτων.
- Τέλος, έχουμε την προσέγγιση με τις φατρίες (factions). Έστω μια κοινωνία, στην οποία κάθε άτομο είναι στενά συνδεδεμένο με όλα τα υπόλοιπα στον υποπληθυσμό τους, δηλαδή την κλίκα τους και δεν υπάρχουν καθόλου συνδέσεις μεταξύ των υποπληθυσμών, δηλαδή κάθε υποπληθυσμός είναι ένα συστατικό. Αυτή η πλήρης σύνδεση των υποομάδων εσωτερικά και η πλήρης αποσύνδεση μεταξύ των υποομάδων είναι σημείο αναφοράς για τη μελέτη του βαθμού διάσπασης σε έναν πληθυσμό.(J. Scott et al., 2011)

## 2. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ- ΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΕΡΗΙ

### 2.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα εργαλεία ανάλυσης κοινωνικών δικτύων ανήκουν στην κατηγορία του λογισμικού, το οποίο στοχεύει ειδικά στην ποιοτική ή ποσοτική ανάλυση, περιγράφοντας τα χαρακτηριστικά ενός δικτύου είτε μέσω γραφικής, είτε αριθμητικής αναπαράστασης. Τα χαρακτηριστικά μπορεί να αφορούν το επίπεδο των κόμβων ανά μονάδα, δυάδα ή τριάδα, των συσχετίσεων μεταξύ τους ή ακόμα και ολόκληρο το δίκτυο. Οι τιμές τους παράγονται λαμβάνοντας ως είσοδο ανεπεξέργαστων δικτυακών δεδομένων υπό μορφή πινάκων γειννίασης, απλού κειμένου ή σχεσιακής βάσης δεδομένων. Η κατηγορία αυτού του λογισμικού απαρτίζεται είτε από πακέτα με γραφικό περιβάλλον χρήστη, γεγονός που τα καθιστά εύχρηστα, είτε από πακέτα που λειτουργούν ως βιβλιοθήκες για γλώσσες προγραμματισμού τα οποία είναι πιο ισχυρά και επεκτάσιμα. Στη συνέχεια, ακολουθεί μια λίστα με εργαλεία, αλλά και βιβλιοθήκες λογισμικού αυτού.

- AllegroGraph, είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων, που χρησιμοποιεί τη δομή του γράφου για την αποθήκευση των δεδομένων και το εργαλείο Gruff για την απεικόνισή τους.
- EgoNet, είναι ένα πρόγραμμα για τη συλλογή και ανάλυση εγωκεντρικών δικτυακών δεδομένων. Διευκολύνει τους χρήστες στη δημιουργία ερωτηματολογίων, τη συλλογή δεδομένων και την παροχή δικτυακών μετρήσεων, αλλά και πινάκων δεδομένων που χρησιμεύουν για περαιτέρω ανάλυση από άλλα εργαλεία.
- Gephi, είναι λογισμικό ανάλυσης και οπτικοποίησης δικτύων και συστημάτων με δυναμικούς και ιεραρχικούς γράφους. Παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν με τη γραφική αναπαράσταση και να επέμβουν στη δομή, τα χρώματα και τις ιδιότητες των στοιχείων της.
- Netlytic, είναι αναλυτής κοινωνικών δικτύων και κειμένου βασισμένος στο cloud. Επιτρέπει στους χρήστες να συνοψίσουν αυτόματα κείμενα μεγάλου όγκου και να ανακαλύψουν κοινωνικά δίκτυα μέσω συζητήσεων από μέσα κοινωνικής δικτύωσης.
- Graphviz, είναι λογισμικό οπτικοποίησης γράφων που αποτελείται από μια γλώσσα περιγραφής γράφων και ένα σύνολο πρόσθετων εργαλείων για τη δημιουργία και την επεξεργασία των αρχείων αυτής της γλώσσας.

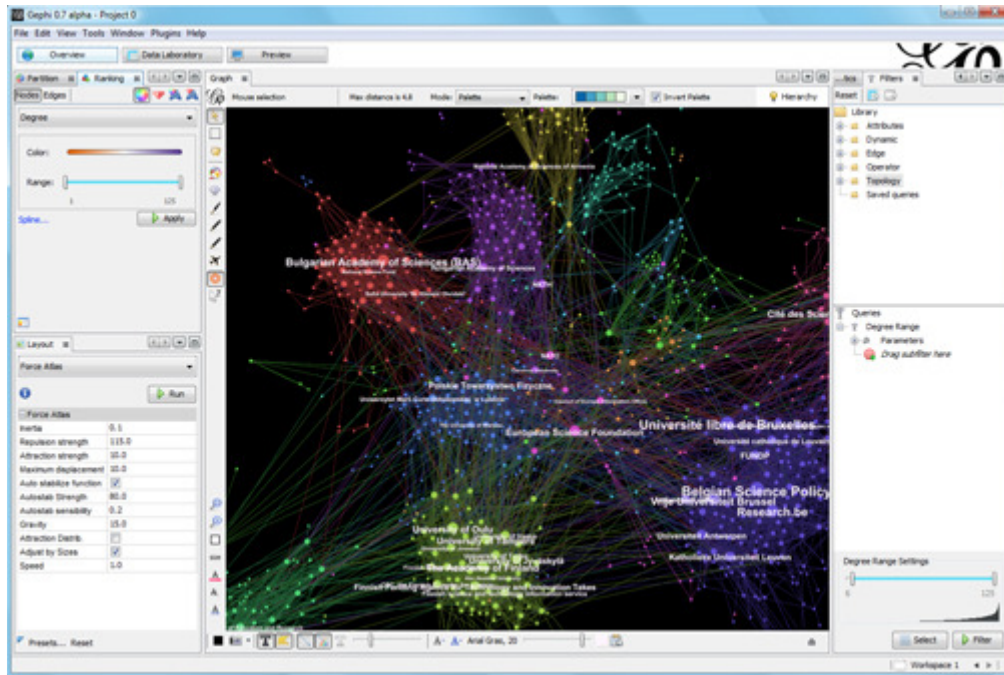
- Mathematica, είναι ένα υπολογιστικό περιβάλλον ανάλυσης γενικού σκοπού. Χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού Wolfram και μερικά από τα πρόσθετα εργαλεία του χρησιμοποιούνται για βελτιστοποίηση, στατιστική, ανάλυση γράφων, αναγνώριση εικόνας και οπτικοποίηση δεδομένων.
- InfiniteGraph, είναι μια κατανεμημένη βάση δεδομένων με εξαιρετική επεκτασιμότητα. Έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης γράφων μεγάλης κλίμακας, ενώ υποστηρίζει παράλληλα ερωτήματα, εξερεύνηση διασυνδέσεων και καθορισμό μονοπατιών.
- Tulip, είναι μια πλατφόρμα λογισμικού για ανάλυση και οπτικοποίηση σχεσιακών δεδομένων, η οποία διευκολύνει τους προγραμματιστές στη σχεδίαση διαδραστικών εφαρμογών.
- R, είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που χρησιμοποιείται για στατιστικούς υπολογισμούς και δημιουργία γραφικών αναπαραστάσεων. Επιπλέον, αποτελεί και γλώσσα προγραμματισμού, η οποία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη στατιστικού λογισμικού και για ανάλυση δεδομένων. Η R παρέχει αρκετά πακέτα που σχετίζονται με την ανάλυση κοινωνικών δικτύων, μερικά από τα οποία είναι τα igraph, sna, network, tnet και degreenet.
- NetMiner, είναι λογισμικό ανάλυσης και οπτικοποίησης δικτύων. Παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα διαδραστικής εξερεύνησης των δικτυακών δεδομένων και ανίχνευσης δικτυακών δομών και μοτίβων. Μερικά από τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι η ανάλυση δικτύων μεγάλης κλίμακας, οι ενσωματωμένες στατιστικές λειτουργίες και τα διαγράμματα, η πλήρης τεκμηρίωση, η οπτικοποίηση δικτυακών δεδομένων και μια γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη στη Python.
- SVAT, είναι ένα εμπορικό διερευνητικό εργαλείο οπτικοποίησης δεδομένων βασισμένο στο λογισμικό ανοικτού κώδικα Gephi.
- Socilyser, είναι ένα διαδικτυακό εργαλείο ανάλυσης κοινωνικών δικτύων, το οποίο χρησιμοποιείται για συλλογή, ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων.
- visone, είναι λογισμικό ανάλυσης και οπτικοποίησης κοινωνικών δικτύων.



- Wolfram Alpha, είναι μια υπολογιστική μηχανή γνώσης, η οποία χρησιμοποιείται για ανάλυση χρονοσειρών, γράφων και δεδομένων υπό μορφή κατηγορημάτων.
- NetworkX, είναι ένα σύνολο εργαλείων που στοχεύει στη δημιουργία, το χειρισμό, την ανάλυση και την οπτικοποίηση γράφων. Η διεπαφή χρήστη είναι μέσω γραμμής εντολών, ενώ για την οπτικοποίηση χρησιμοποιούνται οι διεπαφές `pylab` και `graphviz`.
- NetworKit, είναι μια εργαλειοθήκη για υψηλής απόδοσης ανάλυση δικτύων μεγάλου μεγέθους που εστιάζει στον παραλληλισμό, την επεκτασιμότητα και τη διαδραστική ροή εργασίας.
- GraphStream, είναι μια βιβλιοθήκη χειρισμού στατικών και δυναμικών γράφων. Κυρίως, εστιάζει στη μοντελοποίηση δυναμικών δικτύων διαφόρων μεγεθών που σχετίζονται με αλληλεπιδράσεις. Επιπλέον, προσφέρει έναν τρόπο χειρισμού της εξέλιξης του γράφου ως προς το χρόνο.
- Java Universal Network/Graph Framework, γνωστό και ως JUNG Framework, είναι διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών και βιβλιοθήκη της Java, η οποία προσφέρει μια κοινή και επεκτάσιμη γλώσσα για τη μοντελοποίηση, ανάλυση και οπτικοποίηση σχεσιακών δεδομένων. Επιπλέον, υποστηρίζει πληθώρα γράφων, προσαρμόσιμη οπτικοποίηση και περιλαμβάνει αλγόριθμους θεωρίας γράφων, εξόρυξης δεδομένων και ανάλυσης κοινωνικών δικτύων.
- Graph-tool, είναι μια βιβλιοθήκη της γλώσσας προγραμματισμού Python, η οποία χρησιμοποιείται για την αποδοτική ανάλυση και οπτικοποίηση γράφων.
- Network Overview Discovery Exploration for Excel, γνωστό και ως NodeXL, είναι μια πρόσθετη βιβλιοθήκη του Microsoft Excel 2007/2012/2013, η οποία χρησιμοποιείται για ανάλυση και οπτικοποίηση δικτύων. ([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org))

## 2.2 Το λογισμικό ανοικτού κώδικα Gephi

### 2.2.1 Γενικά



Εικόνα 9: Διεπαφή χρήστη του Gephi (πηγή: <https://gephi.github.io>)

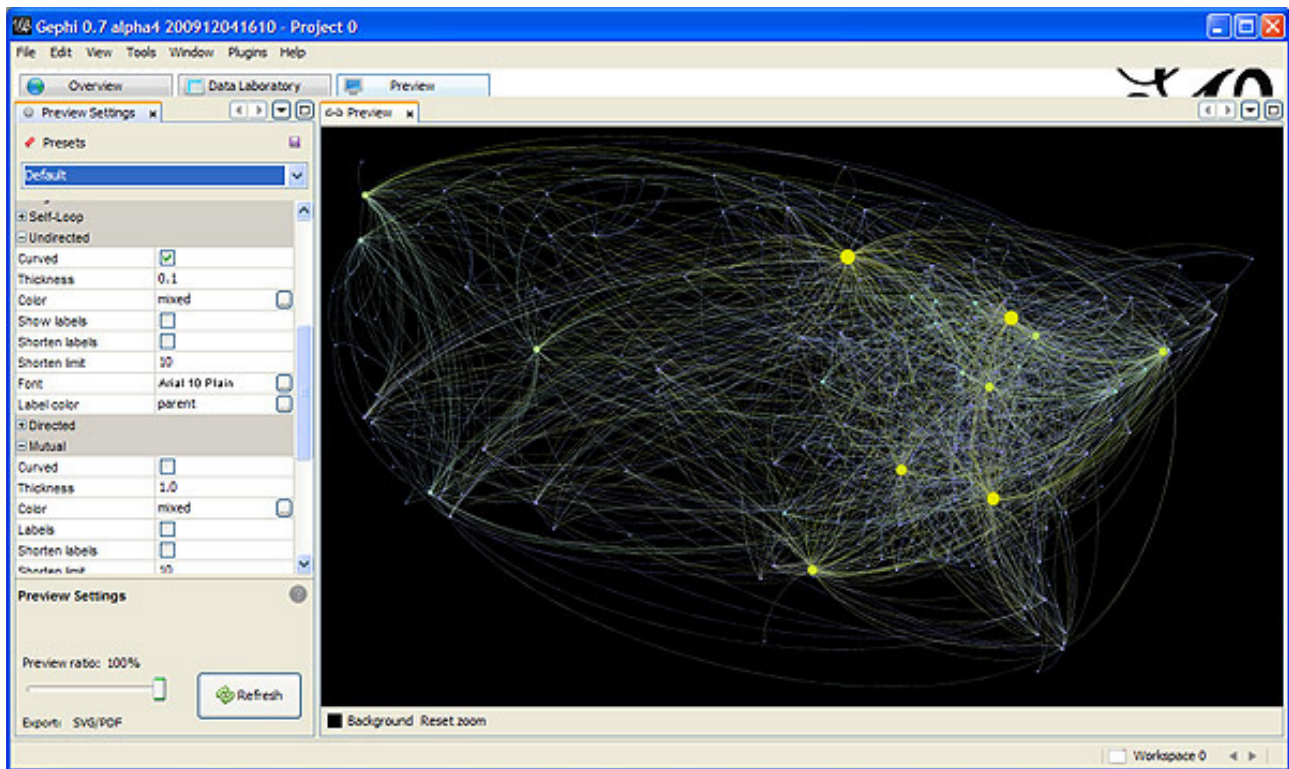
Το Gephi είναι ένα εργαλείο ανοικτού κώδικα, το οποίο αναλύει και επεξεργάζεται δίκτυα υπό μορφή γράφων. Διαθέτει λειτουργίες που επιτρέπουν στο χρήστη να εισάγει, να απεικονίσει, να διαχειριστεί, να φιλτράρει και να εξάγει κάθε είδος γραφήματος. Η λειτουργία απεικόνισης χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό απόδοσης τρισδιάστατων γραφικών για να προβάλει γραφήματα σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί την κάρτα γραφικών του υπολογιστή, απελευθερώνοντας έτσι την κεντρική μονάδα επεξεργασίας έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί στην εκτέλεση άλλων διεργασιών. Έχει τη δυνατότητα απεικόνισης δικτύων μεγάλης κλίμακας, άνω των 80.000 κόμβων και λόγω της αρχιτεκτονικής του μπορεί να εκμεταλλευθεί υπολογιστικά συστήματα πολλαπλών πυρήνων. Διαθέτει αλγόριθμους διάταξης με πολλαπλές παραμέτρους, οι οποίοι εκτελούνται σε πραγματικό χρόνο στο παράθυρο του γραφήματος. Παρέχει τη δυνατότητα απεικόνισης ετικετών για τους κόμβους ενός γραφήματος και προσαρμογής του μεγέθους τους. Επιπλέον, υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι, όπως ο Label-adjust, ο οποίος όταν εκτελείται, προσαρμόζει τις ετικέτες των κόμβων ώστε να αποφεύγεται η αλληλεπικάλυψη. Η διεπαφή χρήστη παρέχει πολλαπλούς χώρους εργασίας, διευκολύνοντας έτσι την εκτέλεση πολλαπλών αλγορίθμων την ίδια χρονική στιγμή. Διαθέτει ποικιλία κριτηρίων βάσει των οποίων οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν πολλαπλά φίλτρα και με τη χρήση τους να επιλέξουν το επιθυμητό σύνολο κόμβων ή και ακμών από τα γραφήματα. Ακόμα, υπάρχουν λειτουργίες κατηγοριοποίησης, ταξινόμησης και ομαδοποίησης των κόμβων και των ακμών ενός γραφήματος μέσω χρωματικών διαβαθμίσεων ή και μεταβολής της κλίμακας τους. Αυτές οι λειτουργίες διαμορφώνουν την εικόνα του γράφου και βασίζονται στις μετρικές του

δικτύου και των κόμβων που μελετούνται. Εκτός του διαδραστικού τρόπου μελέτης των γράφων, υπάρχει η δυνατότητα μελέτης με εξαγωγή τους σε μορφή PDF ή SVG. Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν τα στοιχεία του γράφου που θα εξαχθούν και τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει αυτό. Το Gephi προσφέρει επίσης και τη δυνατότητα απεικόνισης δυναμικού γράφου με timeline και με δεδομένα τα οποία μπορεί να προέρχονται από συμβατό αρχείο ή εξωτερικές πηγές. Η έκδοση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση των πειραμάτων είναι η 0.8.2 beta.([www.youtube.com](http://www.youtube.com))

### 2.2.2 Διεπαφή χρήστη

Η διεπαφή χρήστη του Gephi αποτελείται από παράθυρα. Τέτοια παράθυρα είναι για την απεικόνιση του γραφήματος μαζί με εργαλειοθήκες για την οπτική τροποποίησή του. Ένα άλλο παράθυρο περιέχει όλες τις στατιστικές μετρικές που υπολογίζει το Gephi. Υπάρχουν παράθυρα για τη ρύθμιση της διάταξης, της διαμέρισης, της κατάταξης και ομαδοποίησης των συστατικών του γράφου. (M. Bastian et al., 2009)

Επιπλέον, εκτός από τη δυνατότητα δημιουργίας γράφων με οπτικά συστατικά, προσφέρεται και ένα παράθυρο εισαγωγής δεδομένων για τον ίδιο σκοπό. Υπάρχει timeline για χρήση σε δυναμικούς γράφους, απεικονίζοντας τη μεταβολή τους και τέλος υπάρχει λειτουργία εξαγωγής των γραφημάτων σε διάφορες μορφές.( <https://gephi.github.io>)



Εικόνα 10: Παράθυρο προεπισκόπησης δικτύου στο Gephi (πηγή: <https://gephi.github.io>)

## **3.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ GEPHI ΑΝΤΛΩΝΤΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΜΙΑ ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ FACEBOOK**

### **3.1 ΕΞΟΡΥΞΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

#### **3.1.1 Εφαρμογή Netvizz**

Η άντληση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της εφαρμογής Netvizz v1.01, ενώ ως πληθυσμός προς μελέτη επιλέχθηκε η ανοικτή ομάδα του τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας με έδρα την Πάτρα, μεγέθους 2070 ατόμων. Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιείται για την εξαγωγή δεδομένων από διάφορα τμήματα της πλατφόρμας του Facebook, όπως:

- το προσωπικό προφίλ του χρήστη,
- τις σελίδες τις οποίες ακολουθεί
- και τις ομάδες στις οποίες ανήκει.

Το Netvizz αναπτύχθηκε και συντηρείται από τον Bernhard Rieder, αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Δημοσιογραφικών Σπουδών του πανεπιστημίου του Άμστερνταμ και διατίθεται ελεύθερα μέσω της πλατφόρμας του Facebook για ερευνητικούς σκοπούς αποκλειστικά. Για λόγους ασφάλειας και προστασίας των προσωπικών δεδομένων των χρηστών του μέσου κοινωνικής δικτύωσης δεν υπάρχει δημοσιευμένος στο διαδίκτυο ο πηγαίος κώδικας της εφαρμογής. Το Netvizz παράγει δύο είδη αρχείων gdf, δηλαδή αρχείων κειμένου που περιγράφουν γράφους:

- Τα αρχεία με τις συνδέσεις φιλίας, όπου κάθε κόμβος αναπαριστά ένα χρήστη και κάθε ακμή τη φιλία μεταξύ δύο χρηστών. Επιπλέον, περιλαμβάνονται ως πεδία το αναγνωριστικό της ομάδας μαζί με το επιλεγμένο φύλο και τη γλώσσα, ενώ υπάρχει περιορισμός ως προς το μέγεθος της ομάδας που καθορίζεται στα 5000 μέλη.
- Τα αρχεία με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μελών της ομάδας, όπου κάθε κόμβος αναπαριστά ένα χρήστη και η κατευθυνόμενη ακμή το σχόλιο ή το like από τον ένα χρήστη στον άλλο. Επιπλέον, περιλαμβάνονται ως πεδία ο αριθμός των αναρτήσεων κάθε μέλους της ομάδας μαζί με το επιλεγμένο φύλο και τη γλώσσα, ενώ υπάρχει περιορισμός ως προς τον αριθμό των αναρτήσεων που καθορίζεται στις 200 αναρτήσεις.

Έπειτα, αυτά τα αρχεία αναλύονται και οπτικοποιούνται με τη χρήση του Gephi. (B. Rieder, 2012)

#### **3.1.2 Μετρικές ανάλυσης**

Οι μετρικές που μελετούνται με τη χρήση του Gephi αφορούν το επίπεδο των ακμών, των κόμβων και του δικτύου γενικότερα. Πιο συγκεκριμένα, για το επίπεδο δικτύου τίθενται υπό μελέτη:

- ◆ Η πυκνότητα του γράφου
- ◆ Ο μέσος βαθμός και ο μέσος σταθμισμένος βαθμός των κόμβων
- ◆ Η διάμετρος του δικτύου
- ◆ Ο αλγόριθμος ανάλυσης διασυνδέσεων για κατάταξη κόμβων, HITS
- ◆ Ο αλγόριθμος κατάταξης κόμβων, PageRank
- ◆ Ο αλγόριθμος ανίχνευσης ομάδων, Modularity

Για το επίπεδο κόμβων μελετούνται:

- ◆ Ο μέσος συντελεστής ομαδοποίησης
- ◆ Η κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος

Για το επίπεδο ακμών μελετάται το μέσο μήκος μονοπατιού.

Από τον υπολογισμό των παραπάνω μετρικών προκύπτουν οι παράμετροι βάσει των οποίων γίνεται η διαμέριση, η κατάταξη και η ομαδοποίηση των συστατικών των γραφημάτων. Στη λειτουργία της διαμέρισης των κόμβων με χρήση χρωματικής διαβάθμισης χρησιμοποιούνται ως παράμετροι:

- Το επιλεγμένο φύλο
- Η επιλεγμένη γλώσσα
- Το αναγνωριστικό της ομάδας, αν πρόκειται για δίκτυο με συνδέσεις φιλίας
- Ο αριθμός των αναρτήσεων, αν πρόκειται για δίκτυο με αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μελών της ομάδας
- Οι κλάσεις του αλγόριθμου Modularity
- Τα αναγνωριστικά των συστατικών
- Ο βαθμός, ο εσωτερικός και ο εξωτερικός βαθμός του κάθε κόμβου

Στη λειτουργία της κατάταξης των κόμβων με χρήση κλίμακας και χρωματικής διαβάθμισης χρησιμοποιούνται ως παράμετροι:

- Οι τιμές του αλγόριθμου PageRank
- Ο βαθμός του κόμβου, εσωτερικός και εξωτερικός αν πρόκειται για κατευθυνόμενο γράφο
- Ο σταθμισμένος βαθμός του κόμβου, εσωτερικός και εξωτερικός αν πρόκειται για κατευθυνόμενο γράφο
- Η κεντρικότητα ενδιαμεσότητας
- Η κεντρικότητα εγγύτητας
- Η κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος

- Η εκκεντρικότητα
- Οι κλάσεις του αλγόριθμου Modularity
- Οι τιμές Authority & Hub του αλγόριθμου HITS
- Οι τιμές του αλγόριθμου PageRank
- Ο αριθμός των αναρτήσεων, αν πρόκειται για δίκτυο με αλληλεπιδράσεις μεταξύ μελών μιας ομάδας
- Τα αναγνωριστικά των συστατικών
- Τα αναγνωριστικά των ισχυρά διασυνδεδεμένων συστατικών
- Ο συντελεστής ομαδοποίησης

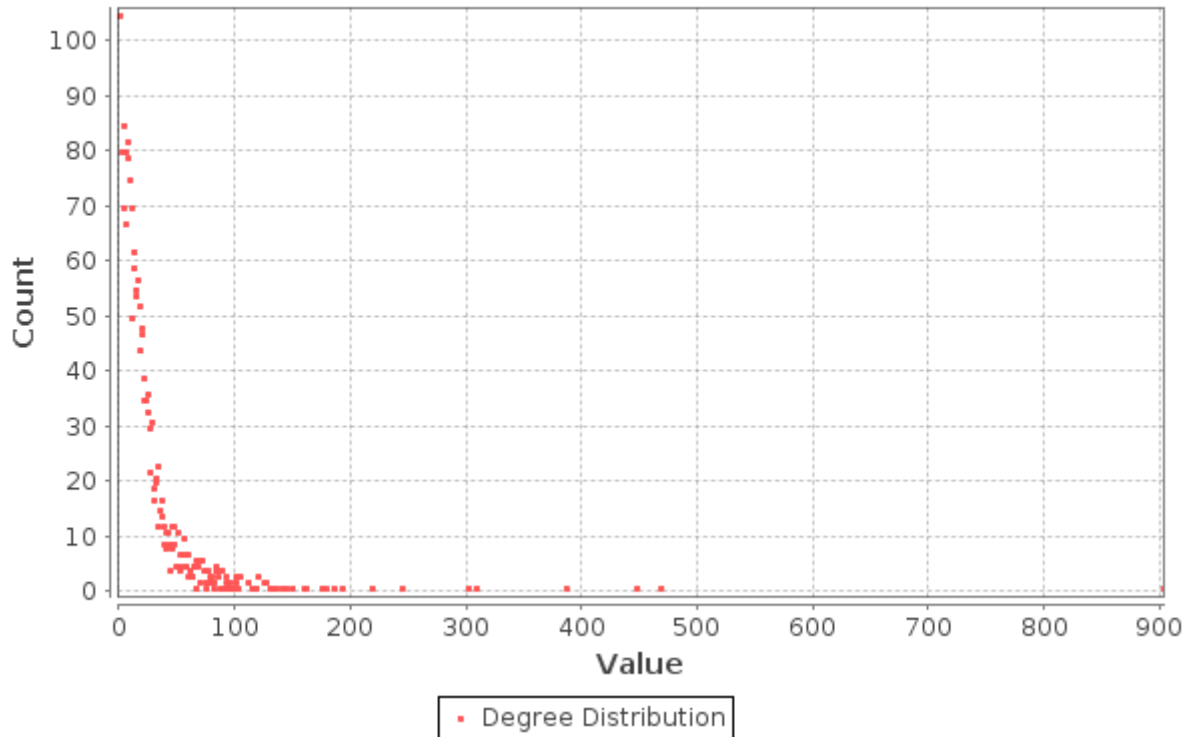
Στη λειτουργία κατάταξης των ακμών με χρωματική διαβάθμιση χρησιμοποιούνται ως παράμετροι τα βάρη.([www.youtube.com](http://www.youtube.com))

### 3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Στο παρόν υποκεφάλαιο αναφέρονται, όπως προέκυψαν, τα αποτελέσματα των μετρικών και οι γραφικές αναπαραστάσεις που παράχθηκαν από το λογισμικό Gephi σε κατευθυνόμενο γράφο. Αρχικά, υπολογίζονται ότι:

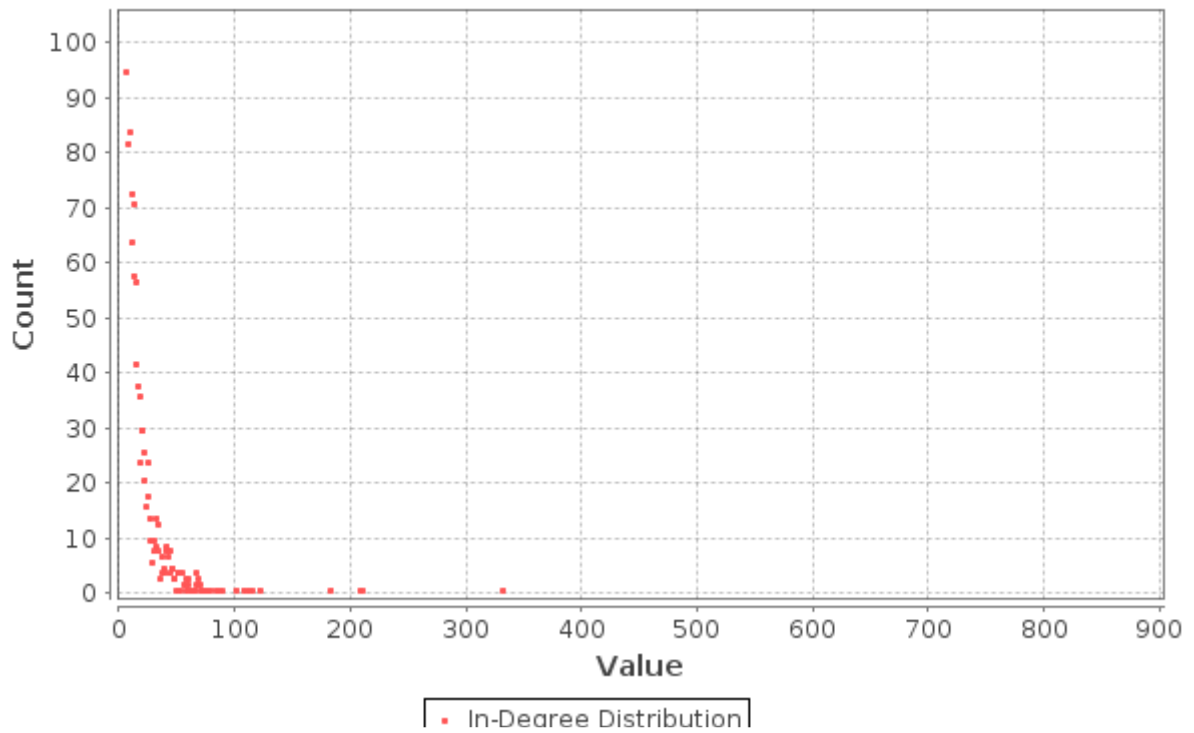
- ➔ Η πυκνότητα του γράφου είναι ίση με 0.005
- ➔ Ο μέσος σταθμισμένος βαθμός των κόμβων είναι ίσος με 11.189. Στη συνέχεια απεικονίζονται οι γραφικές αναπαραστάσεις των κατανομών των τιμών για το σταθμισμένο βαθμό, τον εσωτερικό και τον εξωτερικό των κόμβων.

## Degree Distribution



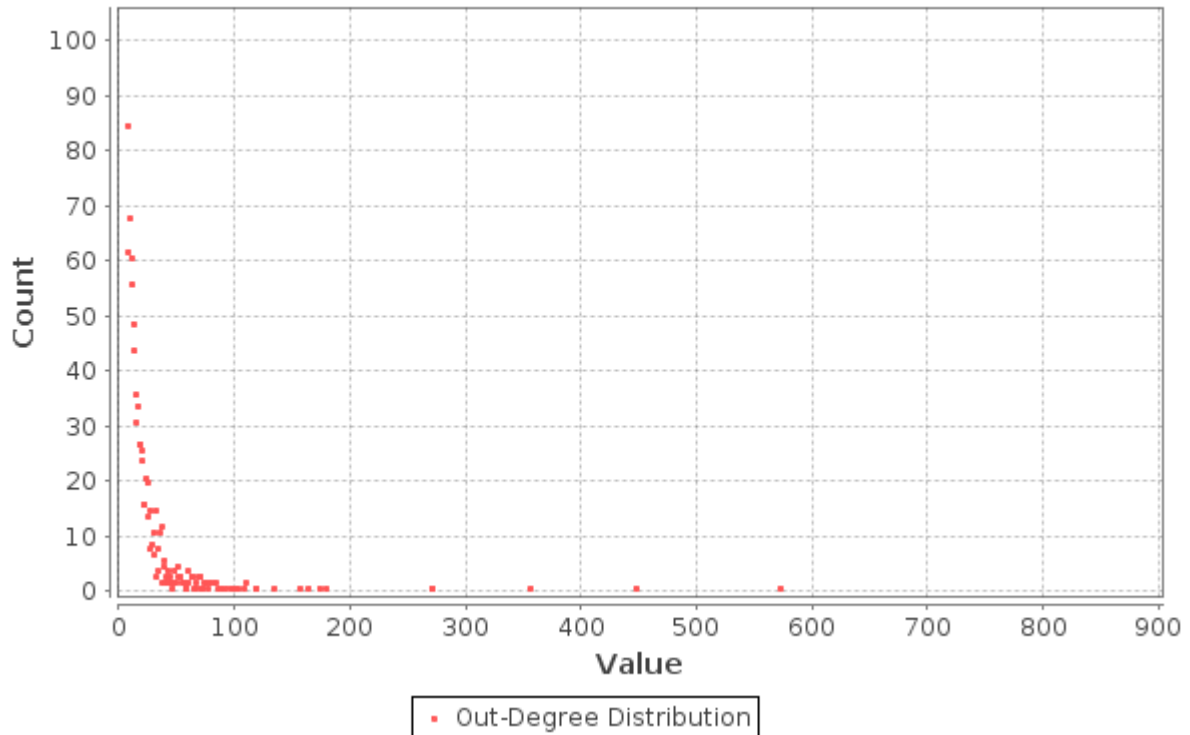
Εικόνα 1: Κατανομή τιμών σταθμισμένων βαθμολόγων κόμβων

## In-Degree Distribution



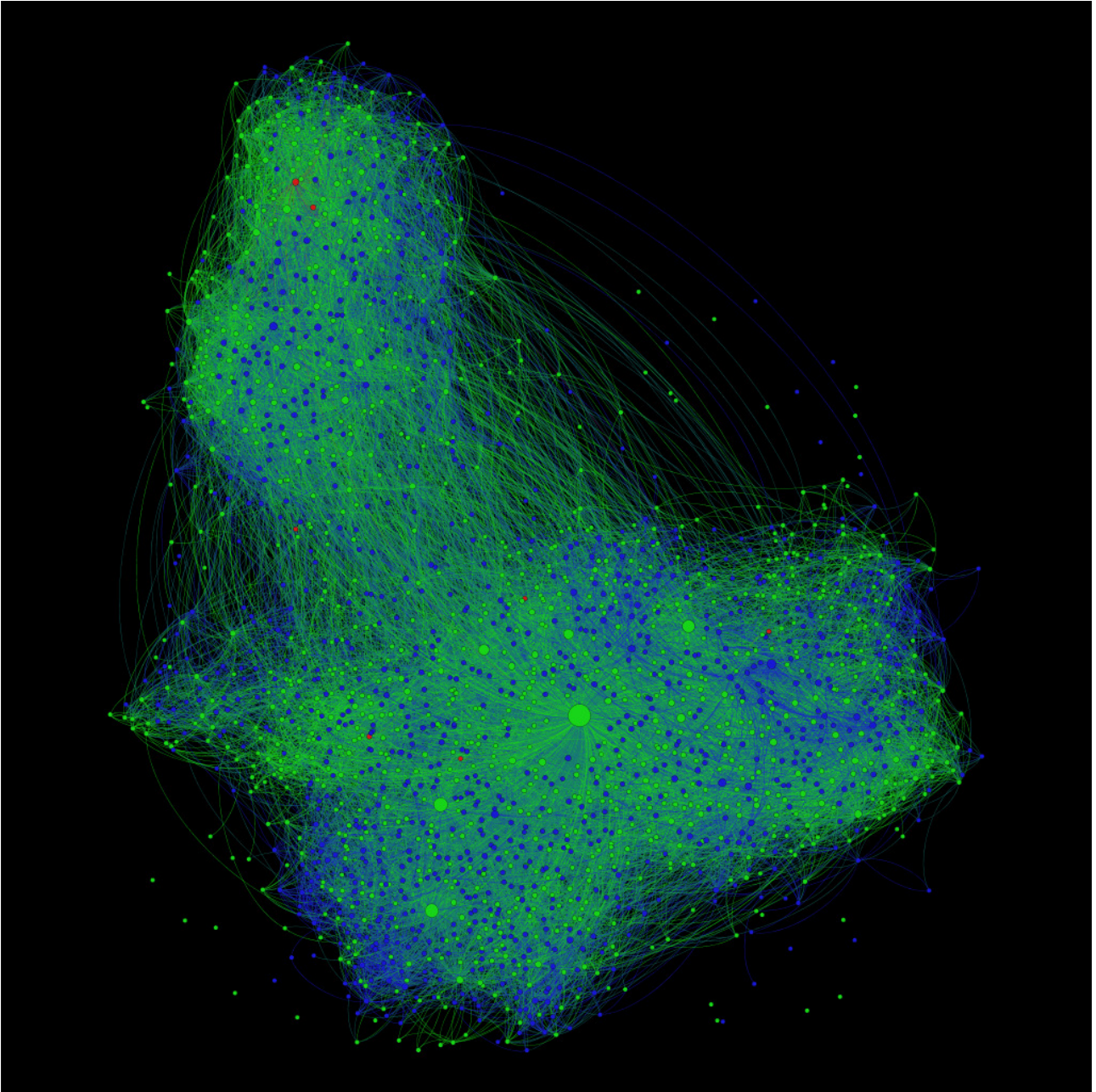


## Out-Degree Distribution

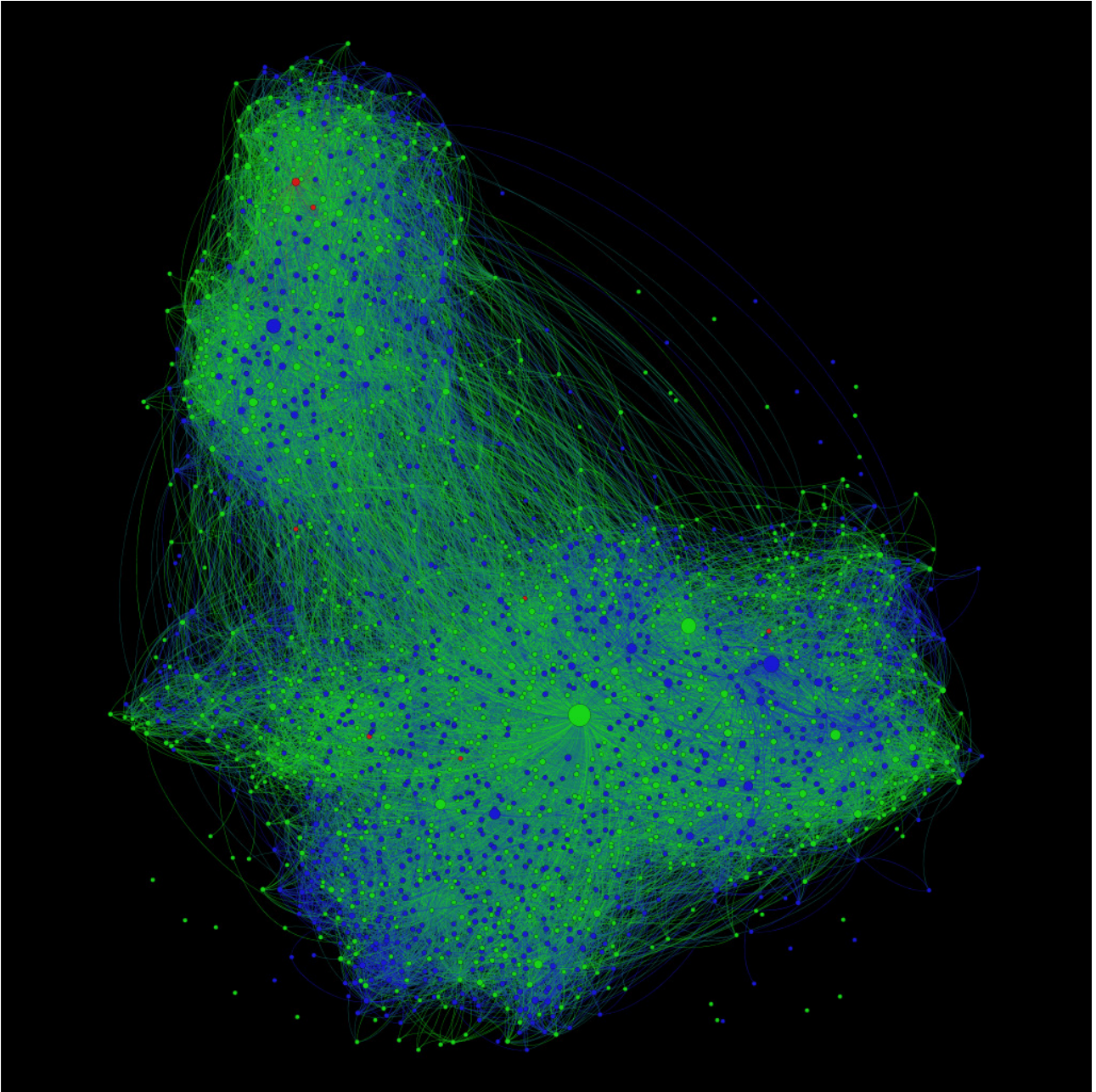


Γράφημα 3: Κατανομή τιμών σταθμισμένου εξωτερικού βαθμού κόμβων

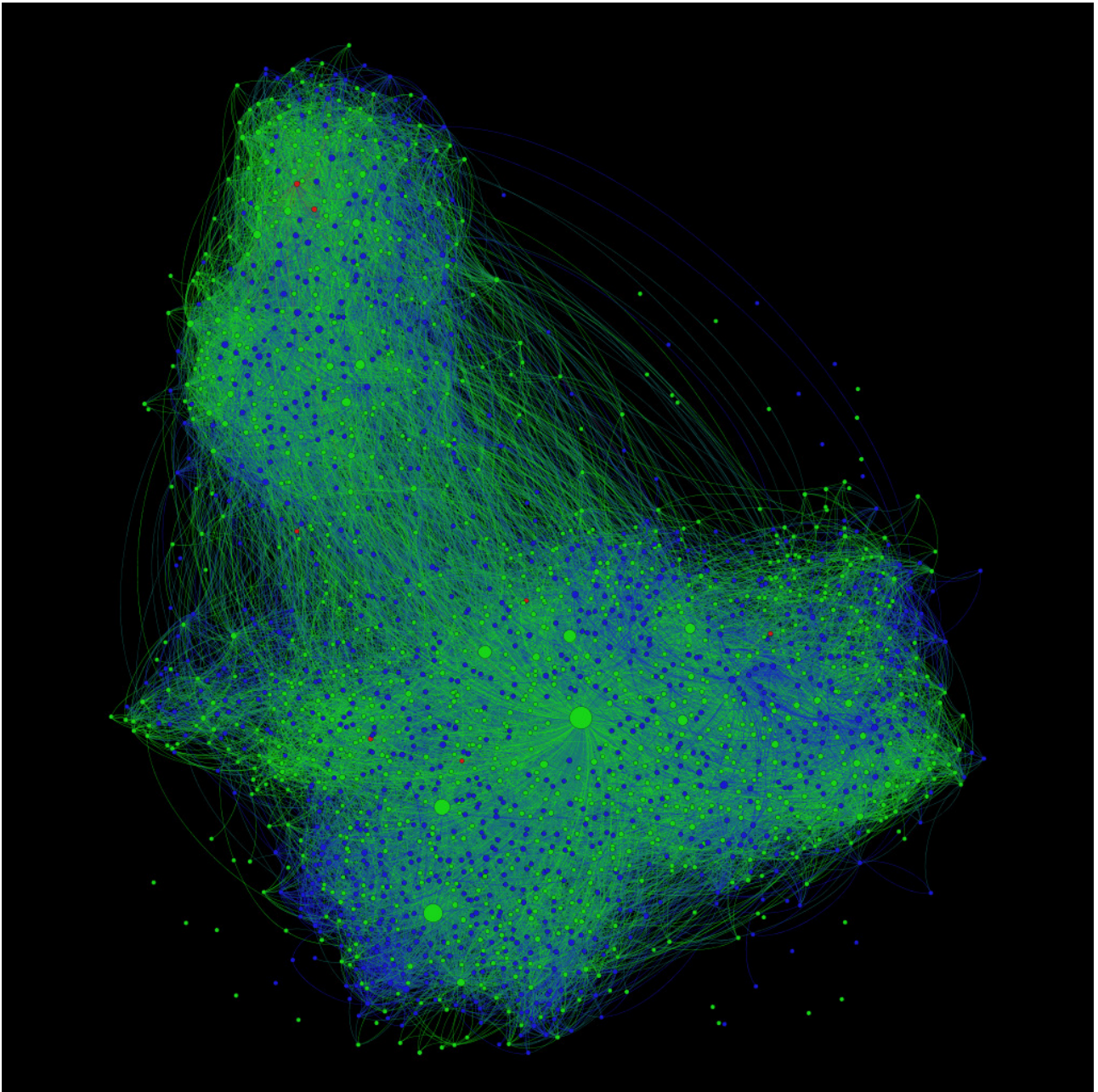
Οι τιμές των παραπάνω γραφημάτων χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των τριών δικτύων που ακολουθούν. Με χρωματική διαβάθμιση γίνεται η διαμέριση του συνόλου των κόμβων ως προς το φύλο. Παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός είναι ισοδύναμα χωρισμένος, ενώ υπάρχουν και μερικοί κόμβοι, οι οποίοι δεν έχουν δηλώσει το φύλο. Η κατάταξη των κόμβων γίνεται με χρήση κλίμακας με τους μεγαλύτερους σε μέγεθος κόμβους να είναι αυτοί που έχουν το μεγαλύτερο σταθμισμένο βαθμό, δηλαδή τις περισσότερες συνδέσεις (Δίκτυο 1), σταθμισμένο εσωτερικό βαθμό, δηλαδή περισσότερες εισερχόμενες συνδέσεις (Δίκτυο 2) και σταθμισμένο εξωτερικό βαθμό, δηλαδή τις περισσότερες εξερχόμενες συνδέσεις (Δίκτυο 3).



*Δίκτυο 1: Απεικόνιση ούλων νοσημάτων - σταθμισμένων βαθμολογικά*



Δίκτυο 2: Απεικόνιση φύλου χρωματικά - σταθμισμένου εσωτερικού βαθμού κλιμακωτά



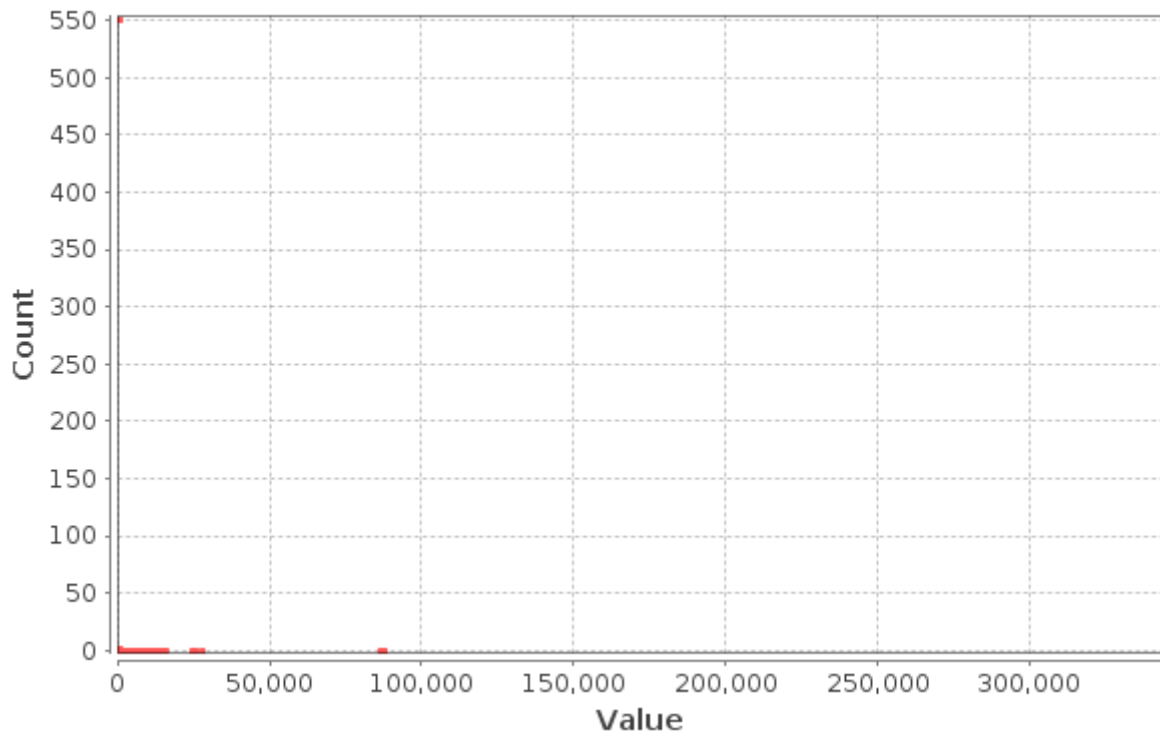
*Δίκτυο 3: Απεικόνιση φύλου χρωματικά - σταθμισμένου εξωτερικού βαθμού κλιμακωτά*

Στη συνέχεια υπολογίζονται ότι:

- Η διάμετρος του δικτύου είναι ίση με 12.
- Το μέσο μήκος μονοπατιού είναι ίσο με 3.043.
- Ο αριθμός των υπαρκτών συντομότερων μονοπατιών είναι 1122502.

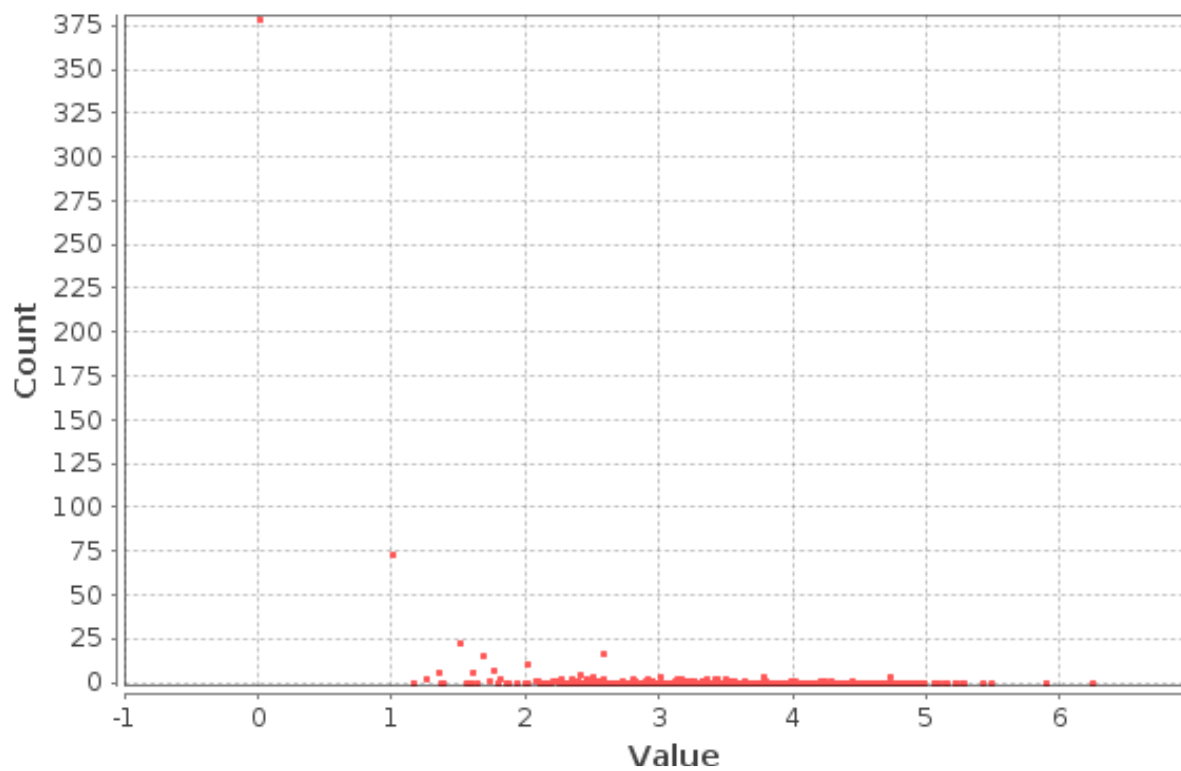
Παρακάτω παρουσιάζονται τα γραφήματα κατανομής τιμών της κεντρικότητας ενδιαμεσότητας και εγγύτητας του γράφου.

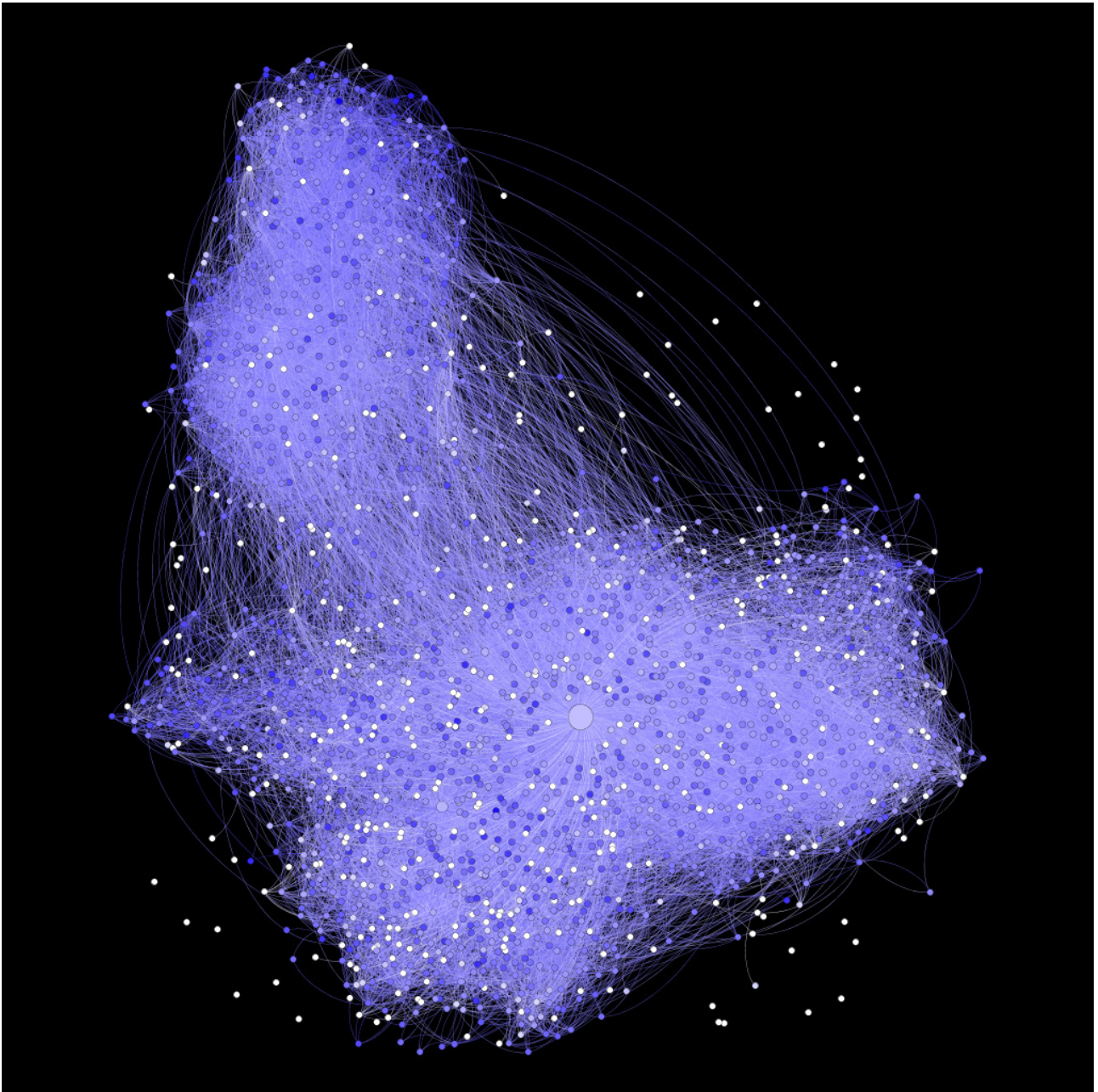
## Betweenness Centrality Distribution



Γράφημα 4: Κατανομή τιμών κεντρικότητας ενδιάμεσότητας

## Closeness Centrality Distribution



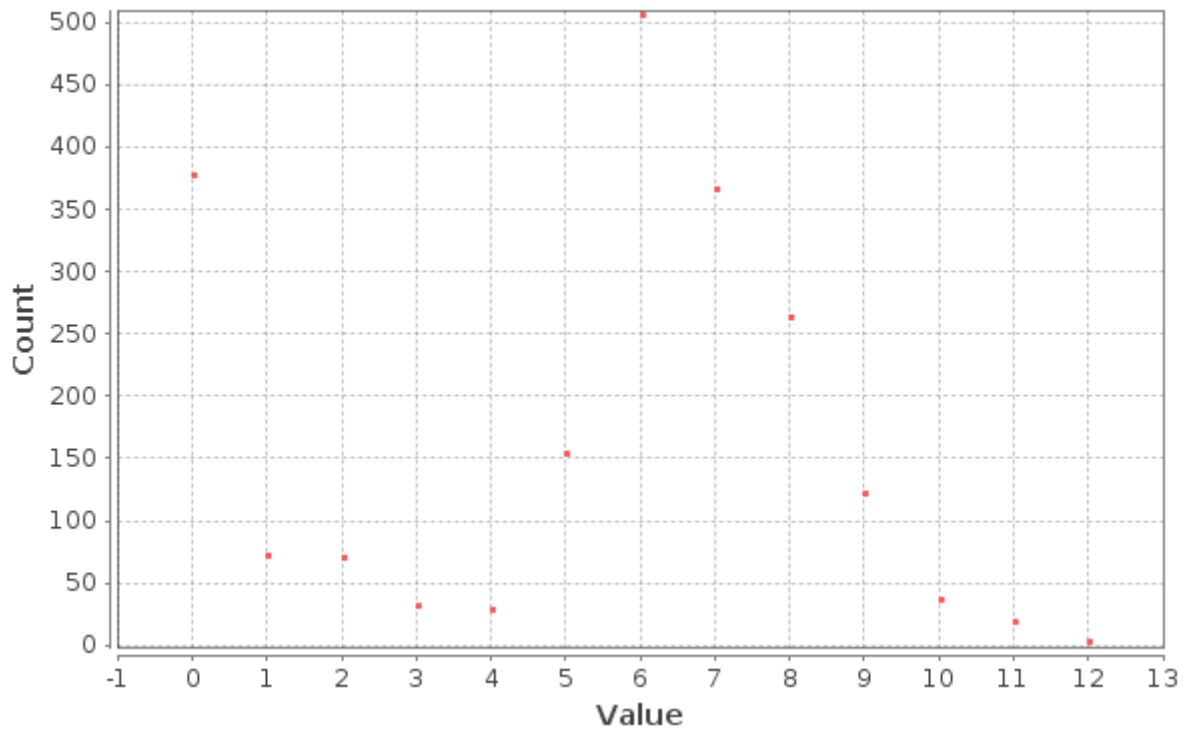


Δίκτυο 4: Απεικόνιση κεντρικότητας εγγύτητας χρωματικά - ενδιαμεσότητας κλιμακωτά

Ο παραπάνω γράφος σχηματίστηκε με τη χρήση των τιμών της κεντρικότητας ενδιαμεσότητας και εγγύτητας. Για την απεικόνιση της κεντρικότητας ενδιαμεσότητας χρησιμοποιήθηκε κλίμακα, δηλαδή οι μεγαλύτεροι, σε μέγεθος, κόμβοι είναι εκείνοι οι οποίοι βρίσκονται πιο συχνά σε συντομότερα μονοπάτια μεταξύ κόμβων του δικτύου. Για την απεικόνιση της κεντρικότητας εγγύτητας χρησιμοποιήθηκε χρωματική διαβάθμιση.

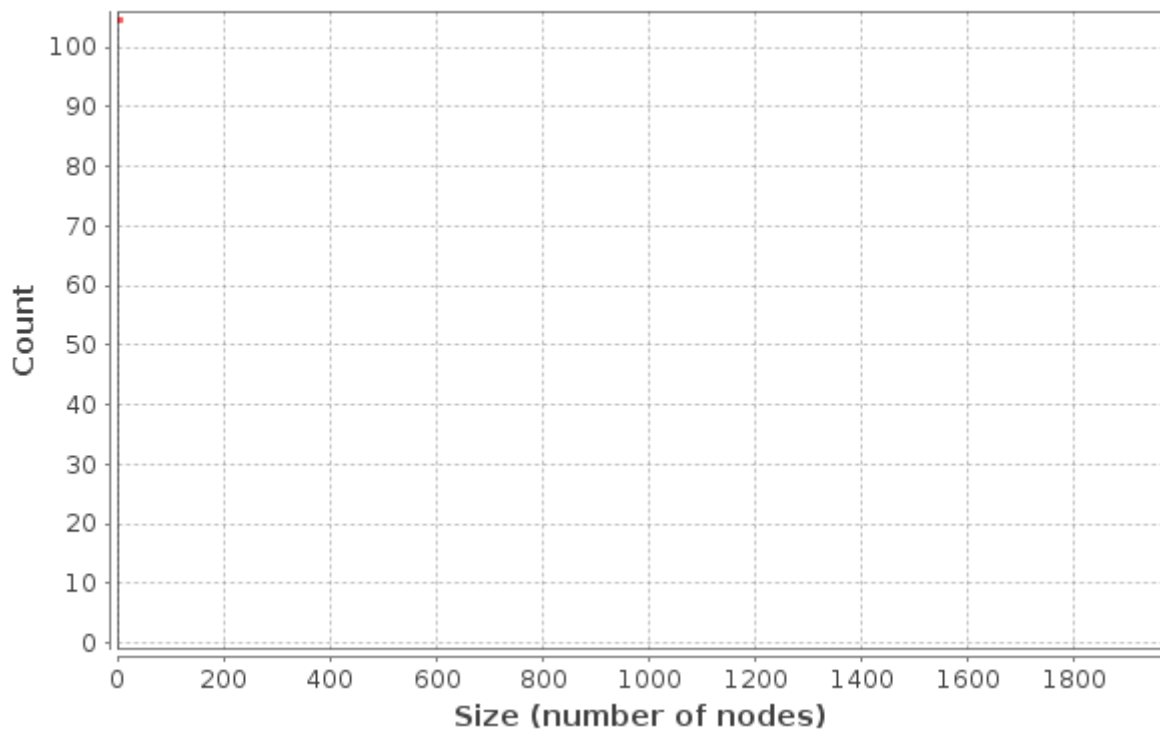
Ακολουθούν οι γραφικές αναπαραστάσεις της εκκεντρικότητας και των ισχυρά συνδεδεμένων συστατικών του γράφου.

## Eccentricity Distribution



Γράφημα 6: Κατανομή τιμών εκκεντρικότητας

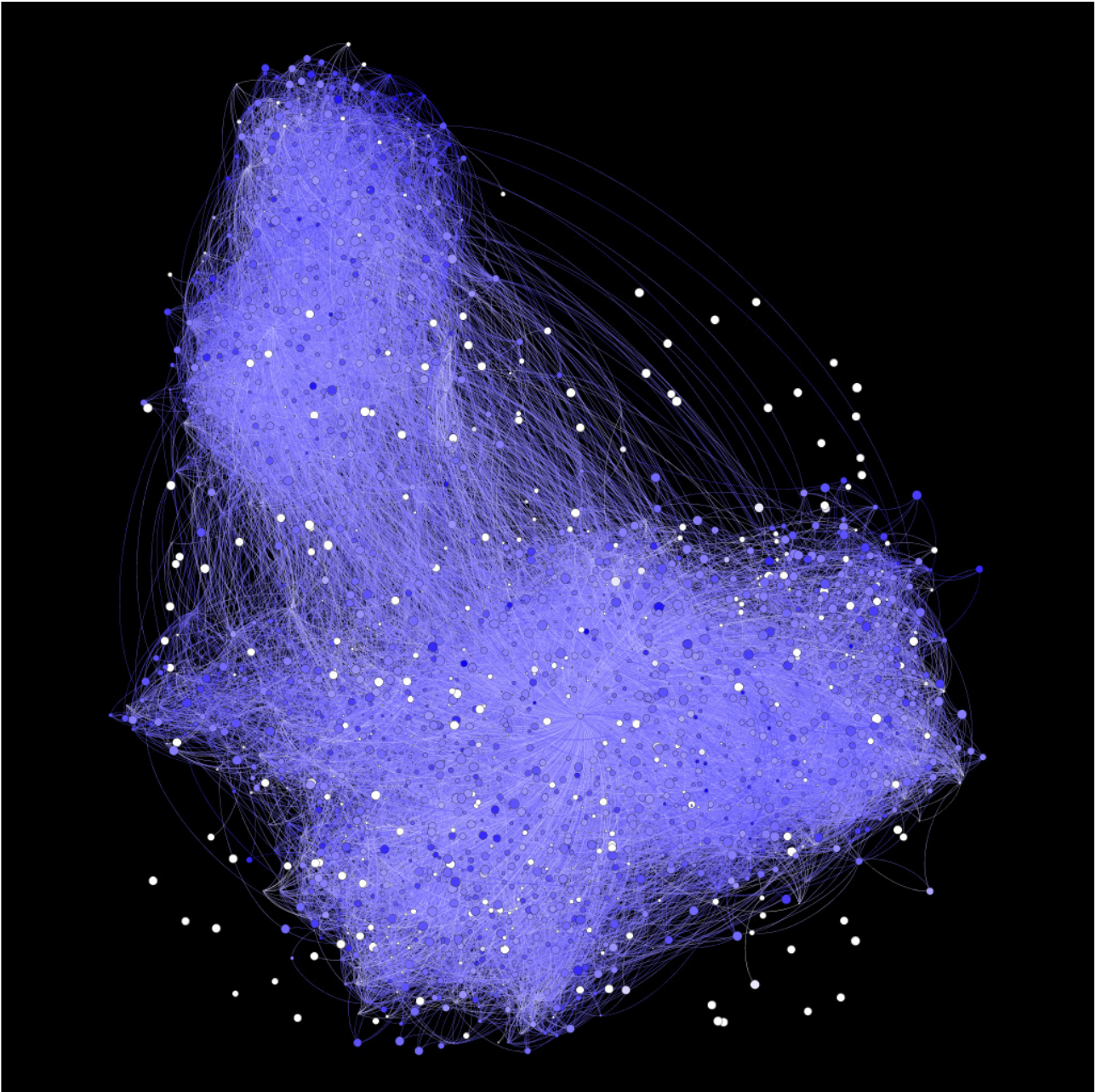
## Size Distribution



Γράφημα 7: Κατανομή πλήθους ισχυρά συνδεδεμένων συστατικών

Στο γράφο που ακολουθεί, παρουσιάζεται με χρήση χρωματικής διαβάθμισης η εκκεντρικότητα

των κόμβων, δηλαδή η απόστασή τους από τον πιο απομακρυσμένο κόμβο του δικτύου. Όσο εντονότερο είναι το χρώμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση αυτή. Με χρήση κλίμακας απεικονίζεται το μέτρο της ισχύος, με την οποία είναι συνδεδεμένα τα συστατικά του δικτύου. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος των κόμβων στο δίκτυο, τόσο πιο ισχυρά συνδεδεμένοι χαρακτηρίζονται.



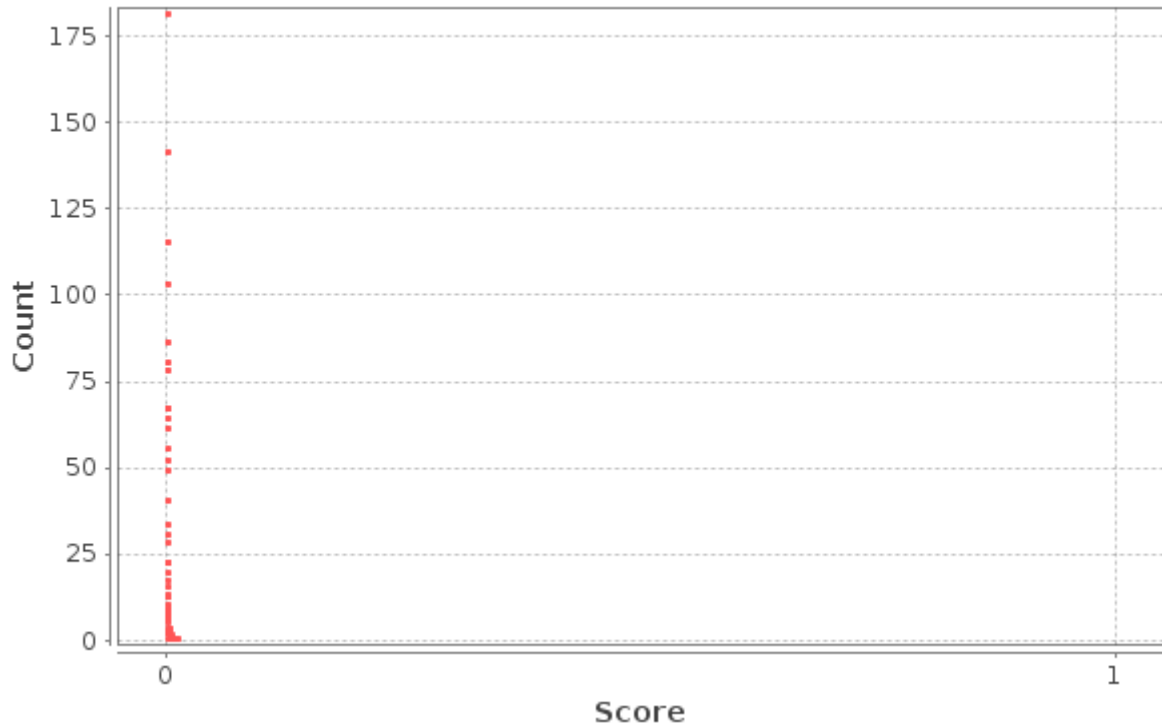
Δίκτυο 5: Απεικόνιση εκκεντρικότητας χρωματικά – ισχυρά συνδεδεμένων συστατικών κλιμακωτά

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο αλγόριθμος HITS υπολογίζει δύο τιμές: την Hub και την Authority. Οι γραφικές αναπαραστάσεις των κατανομών των τιμών αυτών απεικονίζονται παρακάτω και συμβάλλουν στη δημιουργία του γράφου που έπεται. Η τιμή που χρησιμοποιήθηκε για την παράμετρο epsilon, η οποία αποτελεί το κριτήριο τερματισμού του αλγορίθμου είναι  $1.0E-$



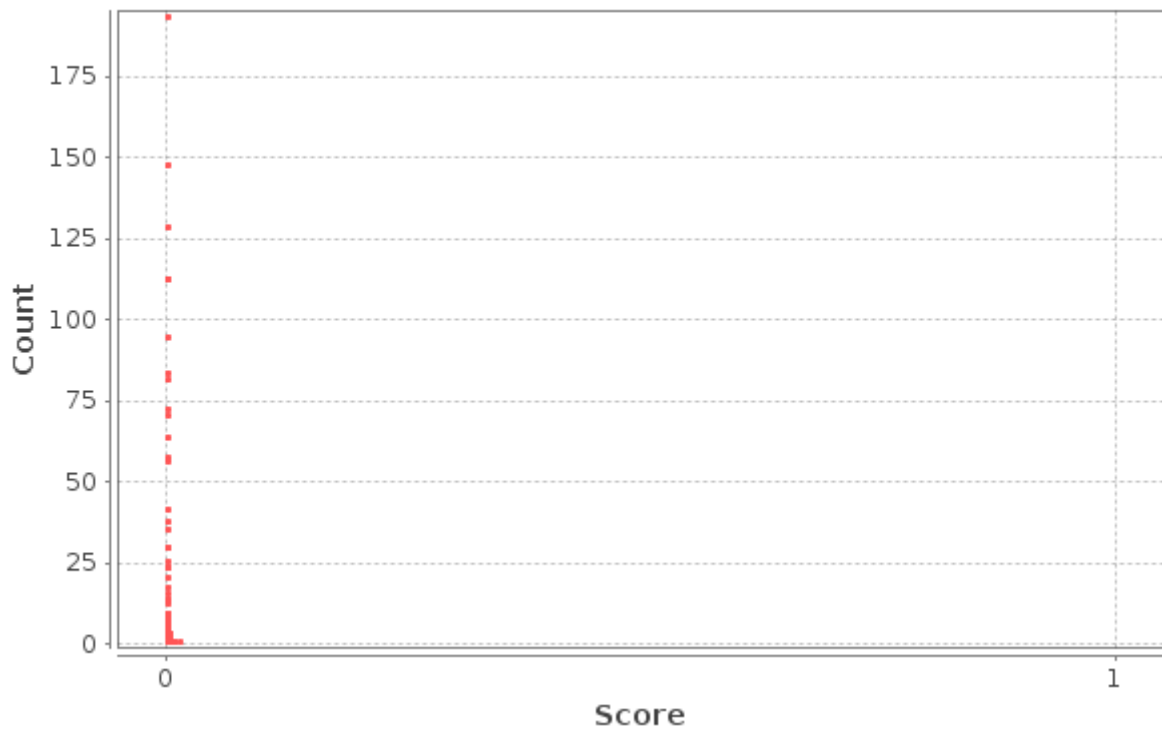
4, δηλαδή  $10^{-4}$ . Όσο μικρότερη είναι η τιμή της, τόσο περισσότερο θα καθυστερήσει η σύγκλιση των τιμών.

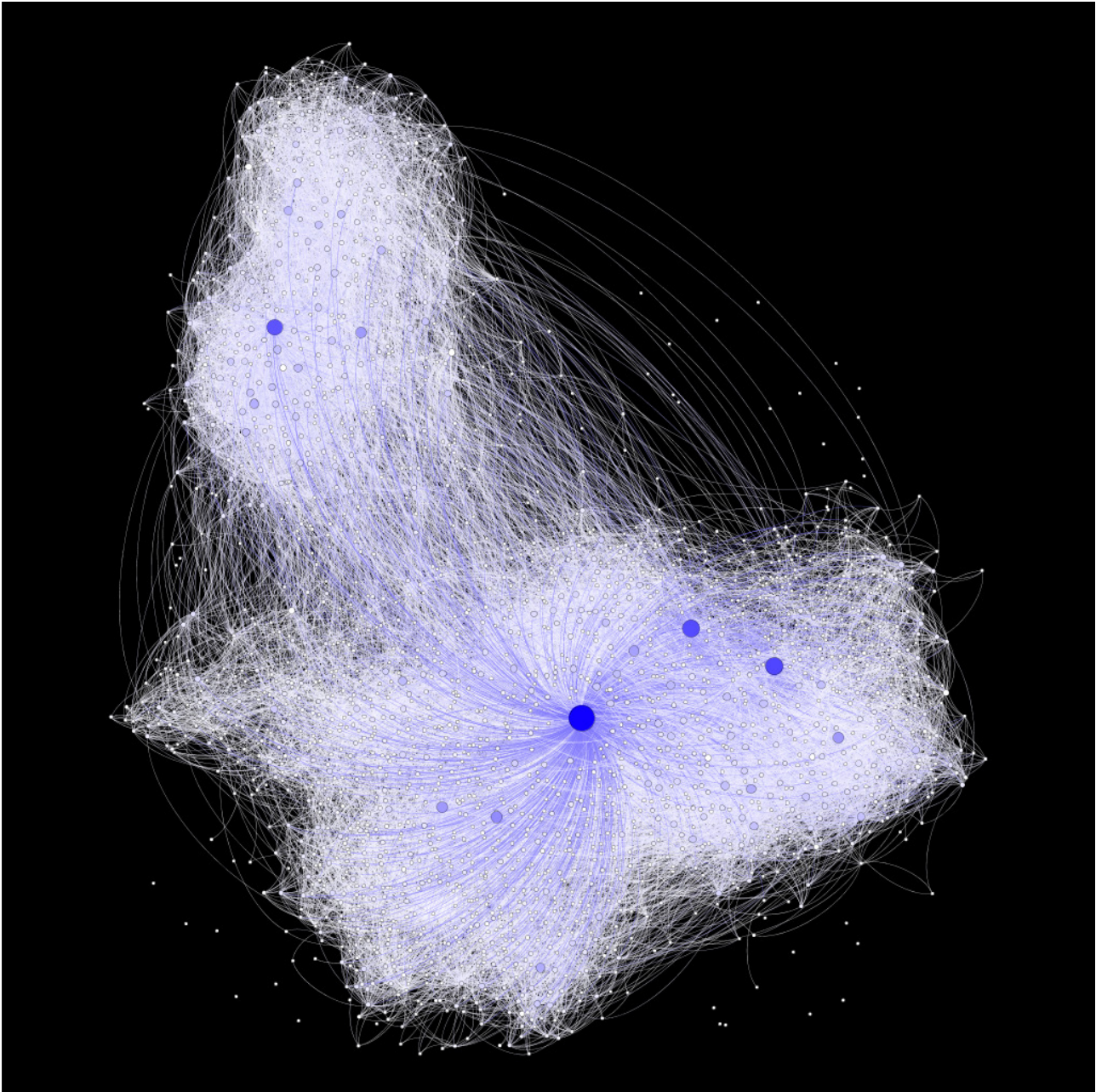
### Hubs Distribution



Γράφημα 8: Κατανομή τιμών υπερβλήτης Hub

### Authority Distribution





Δίκτυο 6: Απεικόνιση τιμών Hub χρωματικά - Authority κλιμακωτά

Στο γράφο που προηγήθηκε, παρουσιάζονται οι κόμβοι με χρήση χρωματικής διαβάθμισης για την τιμή Hub και με χρήση κλίμακας για την Authority. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος ενός κόμβου, τόσο πολυτιμότερο είναι το περιεχόμενό του, ενώ όσο εντονότερο είναι το χρώμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η αξία των συνδέσμων του προς τους άλλους κόμβους.

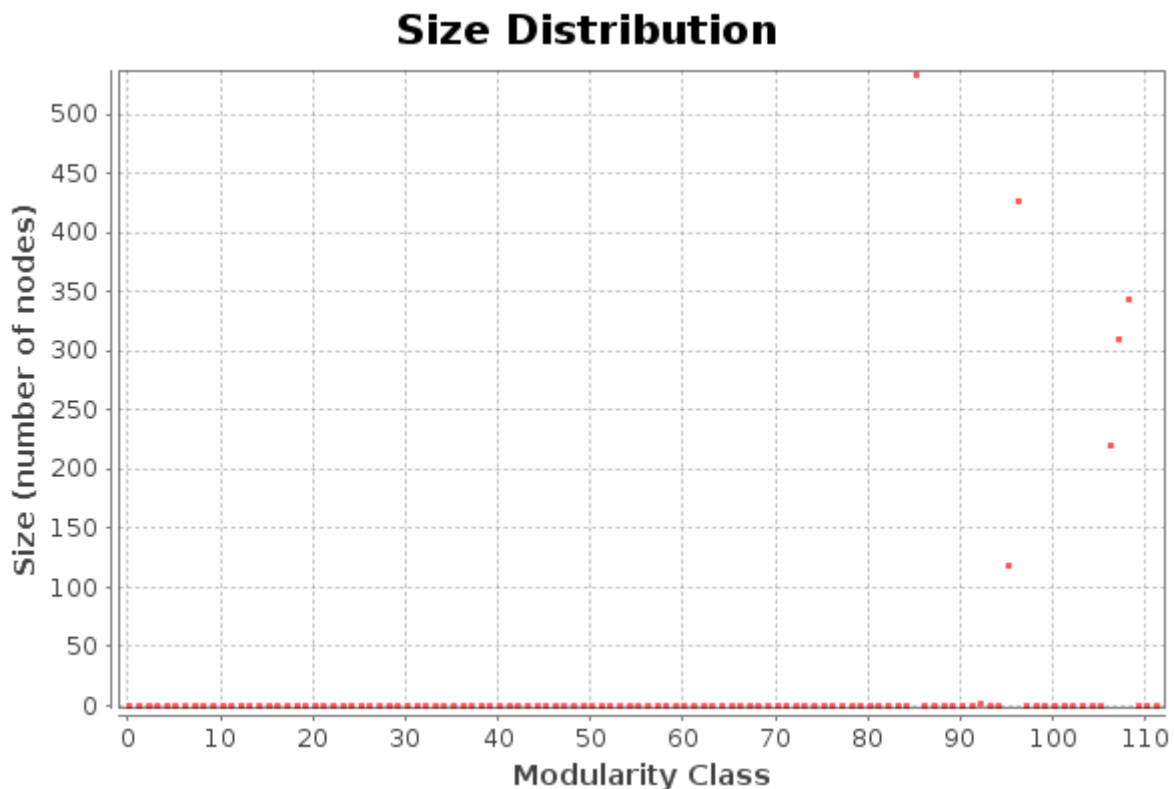
Στη συνέχεια παρουσιάζεται το γράφημα κατανομής των τιμών του αλγορίθμου PageRank. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για το epsilon είναι 0.001 και για την πιθανότητα είναι 0.85, δηλαδή η πιθανότητα ο χρήστης να επανεκκινήσει τυχαία την περιήγησή του στο Διαδίκτυο είναι 85%.

Παρακάτω παρουσιάζονται η γραφική αναπαράσταση της κατανομής των τιμών του αλγόριθμου

δημιουργίας κοινοτήτων Modularity και ο παραγόμενος γράφος. Τα αποτελέσματα του αλγορίθμου είναι στοχαστικά/τυχαιοποιημένα και υπολογίζονται βάσει των βαρών των ακμών του γράφου.

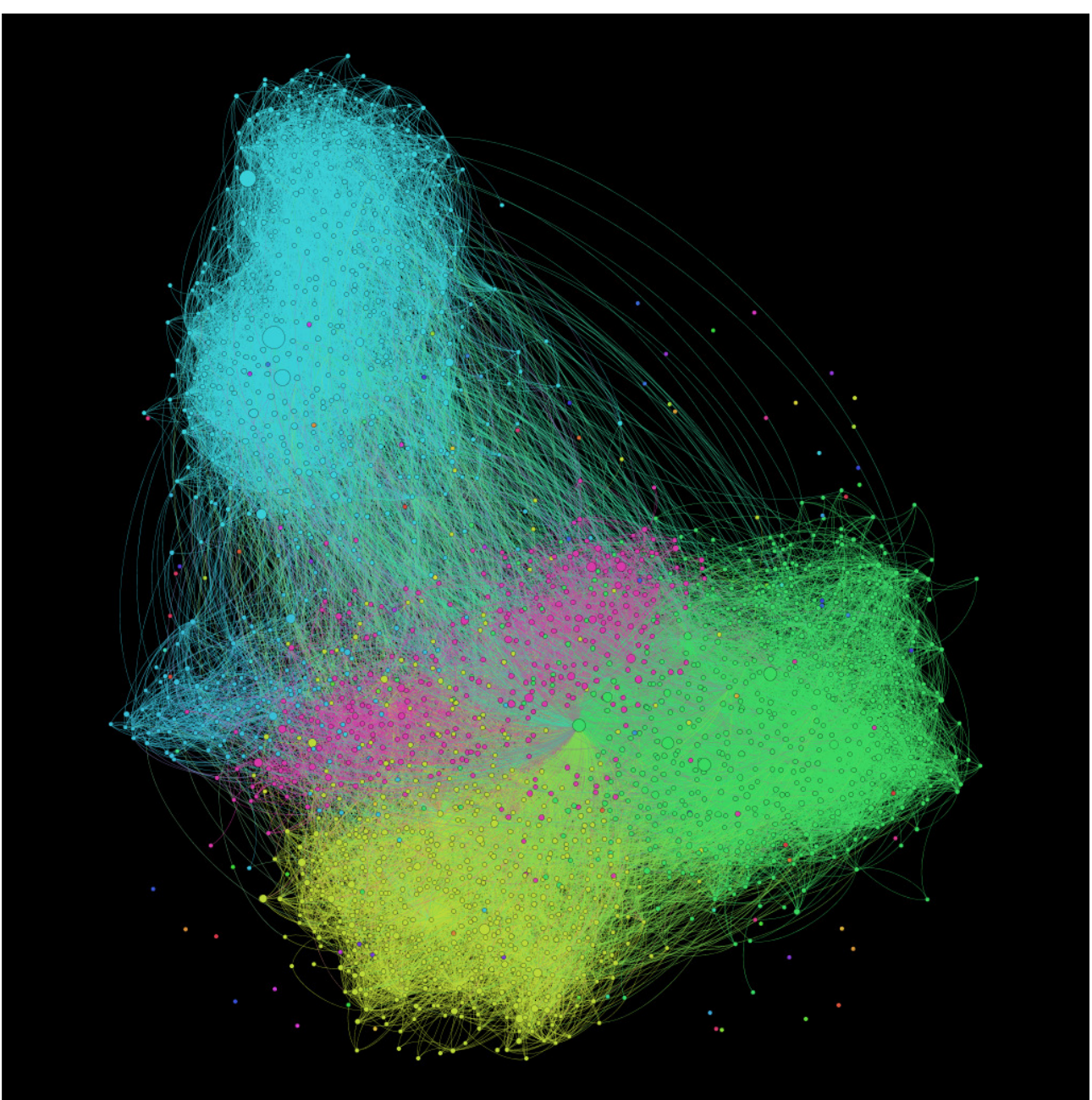
Ο δείκτης ανάλυσης είναι η παράμετρος του αλγορίθμου που καθορίζει το μέγεθος των κοινοτήτων, δηλαδή όσο μικρότερη είναι η τιμή του, τόσο μικρότερο θα είναι το μέγεθος της κάθε κοινότητας με αποτέλεσμα μεγαλύτερο αριθμό κοινοτήτων. Από την άλλη πλευρά, όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης ανάλυσης τόσο μεγαλύτερες θα είναι οι κοινότητες, άρα λιγότερες σε αριθμό. Η τιμή που θέσαμε για το δείκτη ανάλυσης είναι ίση με 1.

- ➔ Η τιμή του αλγορίθμου υπολογίστηκε ότι είναι ίση με 0.531.
- ➔ Ο αριθμός των κοινοτήτων που σχηματίστηκαν είναι 112.



Γράφημα 11: Κατανομή τιμών αλγόριθμου Modularity

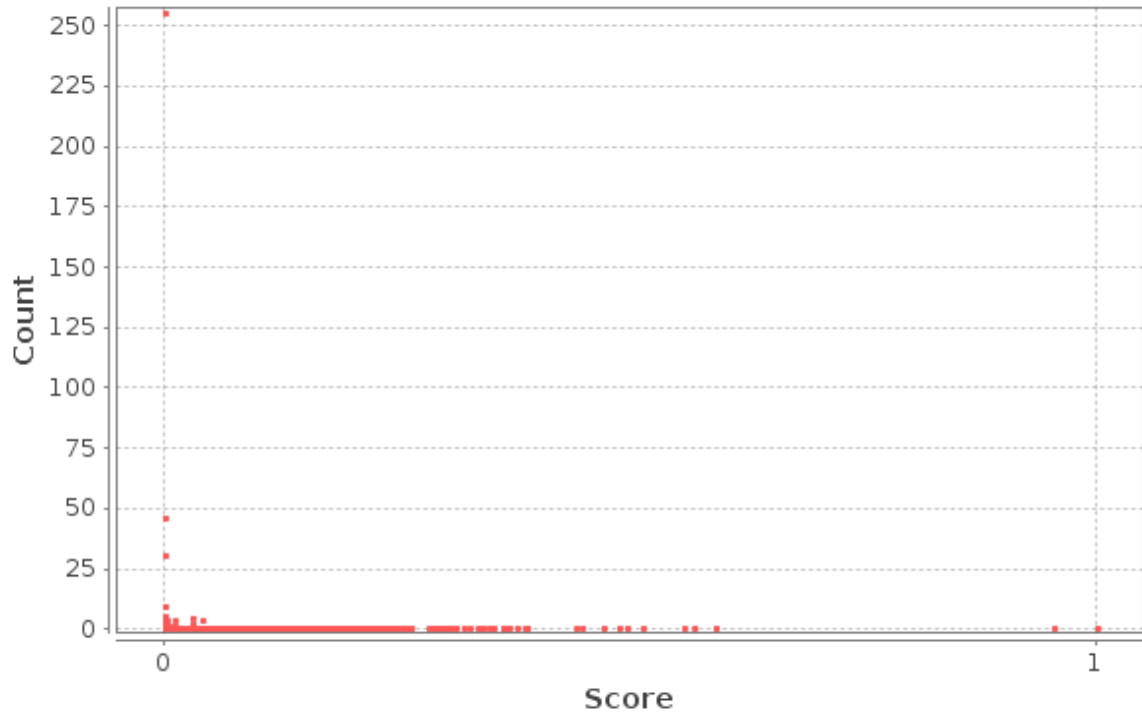
Στον ακόλουθο γράφο διακρίνονται χρωματικά όλες οι κοινότητες που σχηματίστηκαν έπειτα από την εκτέλεση του αλγορίθμου Modularity, ενώ με χρήση κλίμακας απεικονίζεται το αποτέλεσμα του αλγορίθμου PageRank. Παρατηρούμε από τη γραφική παράσταση που προηγήθηκε και από τον ίδιο το γράφο ότι στο δεδομένο δίκτυο υπάρχουν τέσσερις “κυρίαρχες” κοινότητες μαζί με δύο μεσαίες και πολλές μικρές σε μέγεθος.



Δίκτυο 7: Απεικόνιση κοινοτήτων χρωματικά - PageRank κλιμακωτά

Επιπλέον, υπολογίστηκε με χρήση 100 επαναλήψεων η κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος και ότι ο μέσος συντελεστής ομαδοποίησης είναι ίσος με 0.143. Η τιμή αυτή είναι η μέση τιμή των ατομικών συντελεστών. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το γράφημα κατανομής τιμών για την κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος και ο παραγόμενος γράφος.

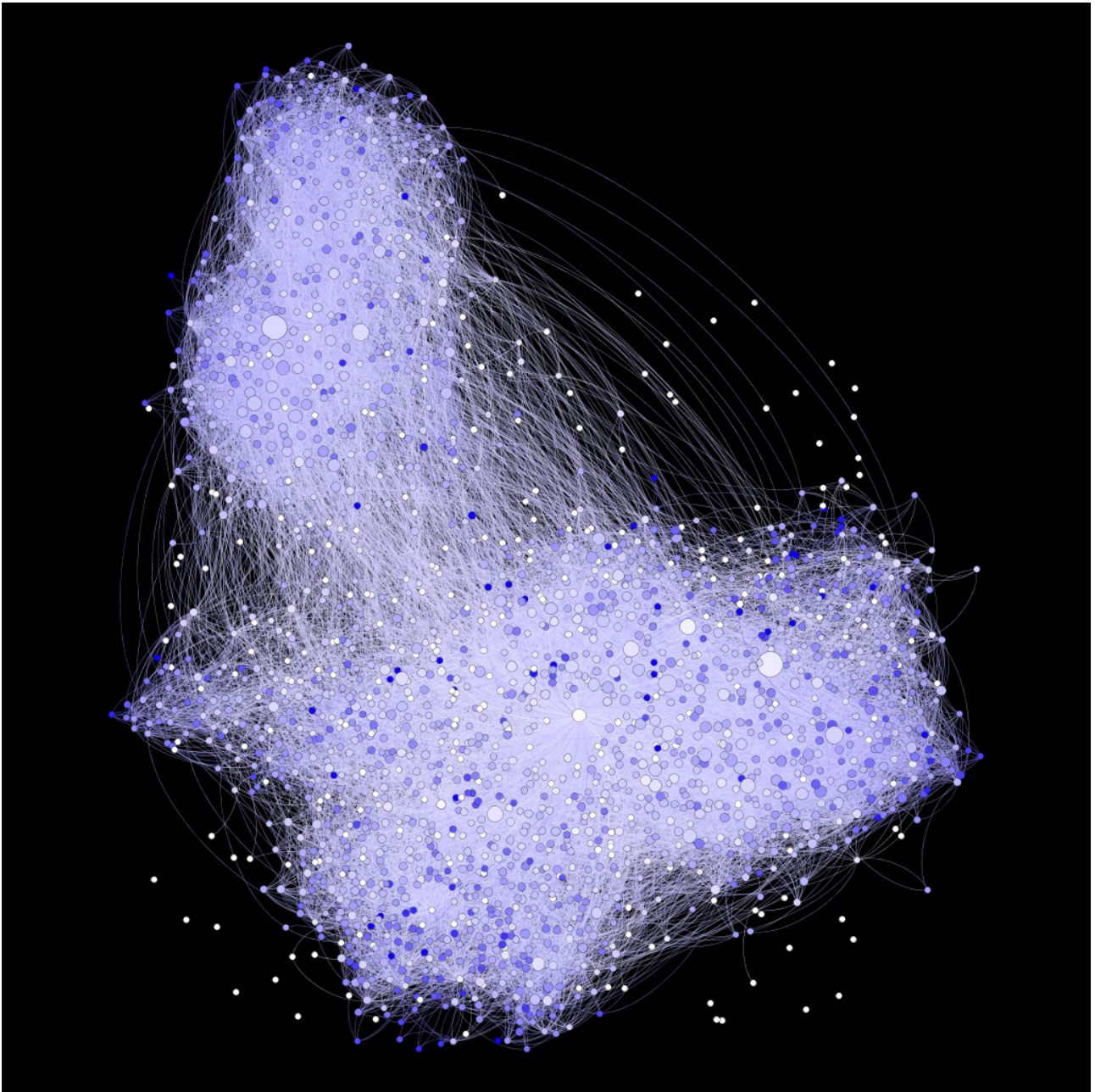
## Eigenvector Centrality Distribution



Γ

Γράφημα 12: Κατανομή τιμών κεντρικότητας ιδιοδιανύσματος

Με χρήση χρωματικής διαβάθμισης απεικονίζεται ο συντελεστής ομαδοποίησης, δηλαδή όσο εντονότερο είναι το χρώμα του κόμβου, τόσο μεγαλύτερη είναι η διασύνδεσή του με την εγγύτερη περιοχή του. Με χρήση κλίμακας παρουσιάζεται η κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος, δηλαδή όσο μεγαλύτερος είναι ο κόμβος σε μέγεθος, τόσο σημαντικότερος είναι βάσει των διασυνδέσεών του στο δίκτυο.([www.youtube.com](http://www.youtube.com))



*Δίκτυο 8: Απεικόνιση συντελεστή ομαδοποίησης χρωματικά – κεντρικότητας ιδιοδιανύσματος κλιμακωτά*

### 3.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Φτάνοντας, λοιπόν στο τέλος της εργασίας καταλήγουμε στο γεγονός ότι ο γράφος δεν είναι πλήρης αλλά αραιός, δηλαδή περιέχει λίγες ακμές, ότι ο ανδρικός και ο γυναικείος πληθυσμός είναι περίπου ίσοι, ότι υπάρχουν επτά άτομα που αλληλεπιδρούν/ συνδέονται με τους περισσότερους χρήστες του δικτύου, ότι η μεγαλύτερη διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων είναι ίση με 12, ενώ το μέσο μήκος μονοπατιού είναι ίσο με 3.043. Επιπλέον, αρκετοί κόμβοι απέχουν, κατά μέσο όρο, σημαντικά από τους υπόλοιπους του δικτύου. Τουλάχιστον πέντε κόμβοι εμφανίζονται συχνότερα σε συντομότερα μονοπάτια μεταξύ κόμβων του δικτύου. Ακόμη, περισσότεροι από τους μισούς κόμβους έχουν απόσταση ίση ή μεγαλύτερη από 6, από τον μακρινότερο κόμβο του δικτύου. Επισπροσθέτως, τουλάχιστον 17 κόμβοι διαθέτουν διασυνδέσεις υψηλής αξίας προς τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου και τουλάχιστον 17 κόμβοι περιέχουν πληροφορίες υψηλής αξίας.

Υπάρχει ένας κόμβος με την υψηλότερη συχνότητα τυχαίας επίσκεψης από τους υπόλοιπους κόμβους και τουλάχιστον επτά με την αμέσως επόμενη υψηλότερη συχνότητα. Επίσης, υπάρχουν τέσσερις μεγάλες κοινότητες άνω των 300 κόμβων, δύο μεσαίου μεσαίου μεγέθους από 100 έως 200 κόμβους και 106 μικρού μεγέθους κάτω των 50 κόμβων. Επιπλέον, οι σημαντικότεροι κόμβοι του δικτύου βάσει των διασυνδέσεων τους είναι έξι. Αυτοί είναι και οι ρυθμιστές της ομάδας και τέλος, παραπάνω από τα μισά άτομα της ομάδας δεν είναι φίλοι μεταξύ τους.

## Βιβλιογραφία

1. Bernhard Rieder, “Studying Facebook via Data Extraction: The Netvizz Application”, 2012.
2. Robert A. Hanneman & Mark Riddle, “Introduction to social network methods”, 2005.
3. Mathieu Bastian & Sebastien Heymann & Mathieu Jacomy, “Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks”, 2009.
4. Olivier Serrat, “Social Network Analysis”, 2009.
5. Μουσής Α. Μπουντουρίδης, “Μια Εισαγωγή στην Ανάλυση των Κοινωνικών Δικτύων”, 2004.
6. Stanley Wasserman & Katherine Faust, “Social Network Analysis: Methods and Applications”, 1994.
7. John Scott & Peter J. Carrington, “The SAGE Handbook of Social Network Analysis”, 2011.
8. Gephi Tutorial: <http://youtu.be/kbLFMObmLNQ>
9. Netvizz Tutorial: <http://youtu.be/XxH0Tm8NXik>
10. Social Network Analysis, A Brief Introduction: <http://www.orgnet.com/sna.html>
11. [http://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_network\\_analysis\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network_analysis_software)
12. John Scott, “Social Network Analysis: A Handbook”, 2000: <http://www.analytictech.com/mb119/tableof.htm>
13. Gephi Tutorial Visualization: <https://gephi.github.io/users/tutorial-visualization/>
14. [http://el.wikipedia.org/wiki/Κοινωνικά\\_Δίκτυα](http://el.wikipedia.org/wiki/Κοινωνικά_Δίκτυα)
15. [http://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network)
16. [http://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_network\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network_analysis)
17. <http://en.wikipedia.org/wiki/Gephi>