

UNIVERZITET U BEOGRADU, ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET

- Katedra za softversko inženjerstvo -



Izveštaj iz predmeta Evolucija softvera

UVODJENJE U GOVORA U PROGRAMSKI JEZIK JAVA

Studenti:

Lazar Davidović 22/3123
Luka Simić 22/3306

Profesori:

Prof. dr Jelica Protić
Prof. dr Marko Mišić
Asistent Predrag Obradović

Beograd, Februar 2024.

Sadržaj

Sažetak	4
1 UVOD	4
2 POSTAVKA PROBLEMA	5
3 IMPLEMENTACIJA	5
4 REZULTATI	6
4.1 STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	6
4.1.1 Pitanje 1	6
4.1.2 Pitanje 2	6
4.1.3 Pitanje 3	7
4.1.4 Pitanje 4	7
4.1.5 Pitanje 5	8
4.1.6 Pitanje 6	9
4.1.7 Pitanje 7	10
4.1.8 Pitanje 8	10
4.1.9 Pitanje 9	11
4.2 OSNOVNA KARAKTERIZACIJA MODELOVANJA MREŽA	12
4.2.1 Pitanje 10	12
4.2.2 Pitanje 11	12
4.2.3 Pitanje 12	13
4.2.4 Pitanje 13	13
4.2.5 Pitanje 14	15
4.2.6 Pitanje 15	15
4.2.7 Pitanje 16	16
4.2.8 Pitanje 17	16
4.2.9 Pitanje 18	17
4.3 ANALIZA MERA CENTRALNOSTI	18
4.3.1 Pitanje 19	18
4.3.2 Pitanje 20	18
4.3.3 Pitanje 21	19
4.3.4 Pitanje 22	20
4.4 DETEKCIJA KOMUNA LUVENSKOM METODOM	21
4.4.1 Pitanje 23	21
4.4.2 Pitanje 24	22
4.5 Detekcija komuna spektralnim klasterisanjem	23
4.5.1 Pitanje 25	23

4.5.2	Pitanje 26	24
4.6	Analiza mreže časopisa	26
4.6.1	Izgled mreže časopisa	26
4.6.2	Formiranje mreže časopisa	26
4.6.3	Časopisi i autora u njima	27
4.6.4	Osnovna karakterizacija modelovane mreže	27
4.6.5	Detekcija komuna Luvenskom metodom	30
4.6.6	Prikaz glavnih brokera u mreži časopisa	31

SAŽETAK

Ovaj dokument predstavlja izveštaj drugog projektnog zadatka rađenog na predmetu Analiza socijalnih mreža na master studijama Elektrotehničkog fakulteta, Univerzitet u Beogradu. Cilj projektnog zadatka na predmetu Analiza socijalnih mreža je praktična primena stečenog teorijskog znanja iz predmeta na primeru jednog konkretnog istraživačkog problema. Kroz zadati istraživački problem, izvršeno je prikupljanje, obrada i preliminarna analiza primarnog (sirovog) skupa podataka, izdvojeni su neophodni podaci i modeliran problem mrežom odgovarajućeg tipa. Modelirana mreža je analizirana svim alatima za obradu socijalnih mreža, a izvršena je i vizuelizacija mreže.

1 UVOD

Pojava neočekivano velikog broja slučajeva odredjene bolesti u nekoj populaciji ili regionu u toku određenog vremenskog perioda, poznatija kao epidemija, vekovima je poznata čovečanstvu. Kuga u srednjem veku, kolera u XIX veku i španska influenca nakon Prvog svetskog rata su samo neke od zaraznih bolesti koje su za kratko vreme odnele više desetina hiljada života. Globalizacija u XX veku je olakšala međunarodnu razmenu ljudi i dobara. Međutim ista pojava je omogućila i da se zarazne bolesti još brže šire. Pandemija virusa **SARS-CoV-2** (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) koja je zadesila svet početkom 2020. godine je upravo primer koji dokazuje prethodnu tezu, ali i primer koji ukazuje na značaj naučnih disciplina iz oblasti medicine čiji je predmet proučavanja povezan sa epidemijama u današnjem društvu. Analiza mreže naučne kolaboracije na Medicinskom fakultetu u Beogradu predstavlja veoma važnu analizu u okviru fakulteta jer prikazuje na koji način profesori saradjuju na nivo samog fakulteta u Srbiji i to u Beogradu, a takodje i na koji način zaposleni u okviru različitih katedri saradjaju i sa naučnicima iz inostranstva.

2 POSTAVKA PROBLEMA

U ovom istraživanju fokusirali smo se na analizu naučne produkcije radova pojedinaca na Medicinskom fakultetu u Beogradu tokom perioda od 1982. do 2020. godine. Naučna produkcija je postala ključni faktor u napredovanju akademskog okruženja, odobravanju projekata, evaluaciji istraživačkih radova i akreditaciji doktorskih studija. Na Medicinskom fakultetu, naučni rad se odvija u okviru različitih užih naučnih oblasti, a nastavnici i saradnici su organizovani po katedrama, konkretno:

- *katedra za epidemiologiju*
- *katedra za imunologiju*
- *katedra za mikrobiologiju*
- *katedra za infektivne bolesti*

Cilj projektnog zadatka je prikupljanje, obrada i analiza naučne produkcije, kao i saradnje zaposlenih unutar fakulteta, koristeći izdvajanje podataka, modeliranje i vizuelizaciju istih mrežama odgovarajućeg tipa. Rezultati treba da pokažu stanje naučne produkcije i kvaliteta naučnih istraživanja koja se obavljaju na pomenutim katedrama, meru saradnje u okviru posmatrane naučnoistraživačke zajednice, poziciju istraživanja iz Srbije u svetu i ukažu na istaknute pojedince. Najveći deo naučne produkcije se odvija kroz publikacije kao što su knjige, disertacije, radovi u naučnim časopisima i radovi na stranim i domaćim naučnim konferencijama. Međutim, u smislu evaluacije, najviše se cene radovi u naučnim časopisima i radovi na naučno-stručnim konferencijama. U okviru ovog projektnog zadatka stavljen je fokus na produkciju radova u naučnim časopisima sa impact faktorom. Mreže naučne kolaboracije se uobičajeno modeluju putem grafa, kako je i ovde uradjeno. Mreža sadrži **58** različitih čvorova i **307** grana.

3 IMPLEMENTACIJA

Celokupna analiza problema je implementirana u programskom jeziku Python. Prvo je izvršena obrada primarnog skupa podataka, zatim modelovanje mreža na osnovu sekundarnog skupa podataka, radi analize i dobijanja odgovora na istraživačka pitanja, i na kraju vizuelizacija mreža implementirana kroz softverski alat Gephi. Za modelovanje mreže korišćen je paket NetworkX.

4 REZULTATI

4.1 STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

4.1.1 Pitanje 1

Koliki je broj radova po svakom autoru? Koristiti i celovito i frakcionalno brojanje. Ko su najproduktivniji naučnici iz oblasti istraživanja i kojoj katedri pripadaju?

Sa slike se vidi kolona ***Num of works per Author*** koja prikazuje broj radova po svakom autoru. Prikazano je 6 najproduktivnijih radnika. Vidi se da je Tatjana Pekmezović sa katedre za epidemiologiju, profesor sa najviše objavljenih radova. Odmah ispod nje je Trajković Vladimir sa katedre za imunologiju i tako redom.

	Author	Num of works per Author	id_author	Ime	Prezime	Katedra	H indeks	Broj radova	Kratko ime
0	Pekmezovic T.	270	36	Tatjana	Pekmezovic	Katedra za epidemiologiju	27	267	Pekmezovic T.
1	Trajkovic V.	155	28	Vladimir	Trajkovic	Katedra za imunologiju	37	165	Trajkovic V.
2	Pravica V.	88	26	Vera	Pravica	Katedra za imunologiju	35	98	Pravica V.
3	Markovic Denic L.	84	34	Ljiljana	Markovic Denic	Katedra za epidemiologiju	14	84	Markovic Denic L.
4	Gazibara T.	80	41	Tatjana	Gazibara	Katedra za epidemiologiju	11	79	Gazibara T.
5	Stanojevic M.	66	14	Maja	Stanojevic	Katedra za mikrobiologiju	20	72	Stanojevic M.

4.1.2 Pitanje 2

Koliki je prosečan broj koautora po svakom autoru?

Sa slike se vidi kolona ***AVG CoAuthors per Author*** koja prikazuje prosečan broj koautora po svakom autoru. Vidi se da *Dubljanin E.* najviše sarađuje sa kolegama. To se i da zaključiti na osnovu podataka iz primarnog data set-a i kolone *Authors*.

	Author	Sum of Co Authors	Num of works per Author	AVG CoAuthors per Author
8	Dubljanin E.	13907	37	374.864865
55	Vujcic I.	9286	27	342.925926
53	Trajkovic V.	4985	155	31.161290
1	Arsic Arsenijevic V.	4057	50	80.140000
51	Stanojevic M.	2238	66	32.909091
39	Pekmezovic T.	1996	270	6.392593
52	Stevanovic G.	1380	40	33.500000
31	Milosevic B.	664	38	16.473684

4.1.3 Pitanje 3

Na osnovu dostupnih podataka, odrediti H-indeks svakog od naučnika i uporediti ga sa dostupnim H-indeksom u datoteci Autori.xlsx.

H-indeks koji smo izračunali u okviru ovog zadatka nam se u velikoj meri poklapa sa H-indeksom koji je priložen u okviru datoteke *Autori.xlsx*.

	Kratko ime	Izracunati H index	id_author	Ime	Prezime	Katedra	H indeks	Broj radova
0	Jovanovic T.	11	1	Tanja	Jovanovic	Katedra za mikrobiologiju	11	45
1	Savic B.	10	2	Branislava	Savic	Katedra za mikrobiologiju	10	30
2	Mitrovic S.	4	3	Sanja	Mitrovic	Katedra za mikrobiologiju	4	20
3	Ranin L.	7	4	Lazar	Ranin	Katedra za mikrobiologiju	7	40
4	Arsic Arsenijevic V.	17	5	Valentina	Arsic Arsenijevic	Katedra za mikrobiologiju	17	52
5	Djukic S.	8	6	Slobodanka	Djukic	Katedra za mikrobiologiju	8	38
6	Cupic M.	7	7	Maja	Cupic	Katedra za mikrobiologiju	7	31
7	Vuckovic Opavski N.	0	8	Natasa	Vuckovic Opavski	Katedra za mikrobiologiju	1	3
8	Dzamic A.	5	9	Aleksandar	Dzamic	Katedra za mikrobiologiju	6	24
9	Vukovic D.	14	10	Dragana	Vukovic	Katedra za mikrobiologiju	14	45
10	Dakic I.	12	11	Ivana	Dakic	Katedra za mikrobiologiju	12	25
11	Knezevic A.	8	12	Aleksandra	Knezevic	Katedra za mikrobiologiju	8	28
12	Lazarevic I.	8	13	Ivana	Lazarevic	Katedra za mikrobiologiju	8	40

4.1.4 Pitanje 4

Koje katedre su najproduktivnije posmatrajući naučnu produkciju i citiranost u časopisima na osnovu dostupnih podataka?

Na osnovu broja citiranosti autora i broja naučnih radova objavljenih po svakom autoru, vidimo na slici da je *katedra za mikrobiologiju* najproduktivnija.

Sum of Cited by Num of works per Author

Katedra	Sum of Cited by	Num of works per Author
Katedra za mikrobiologiju	24960	650
Katedra za imunologiju	17509	356
Katedra za epidemiologiju	7862	706
Infektivne bolesti	2389	291

4.1.5 Pitanje 5

U kojim godinama su autori bili najproduktivniji na nivou fakulteta i pojedinačnim katedrama?

Na nivou fakulteta, naučnici su bili najproduktivniji 2018. godine. Gledajući po katedrama, najproduktivniji su bili 2020. godine.

Year	Num of works	Year	Katedra	Num of works
33	2018	207	111	2020 Katedra za epidemiologiju
29	2014	181	110	2020 Infektivne bolesti
30	2015	150	113	2020 Katedra za mikrobiologiju
34	2019	143	112	2020 Katedra za imunologiju
31	2016	140	107	2019 Katedra za epidemiologiju
28	2013	140	106	2019 Infektivne bolesti
32	2017	112	109	2019 Katedra za mikrobiologiju
27	2012	99	108	2019 Katedra za imunologiju
35	2020	88	105	2018 Katedra za mikrobiologiju
22	2007	82	103	2018 Katedra za epidemiologiju

4.1.6 Pitanje 6

U kojim časopisima se u proseku najviše objavljuje?

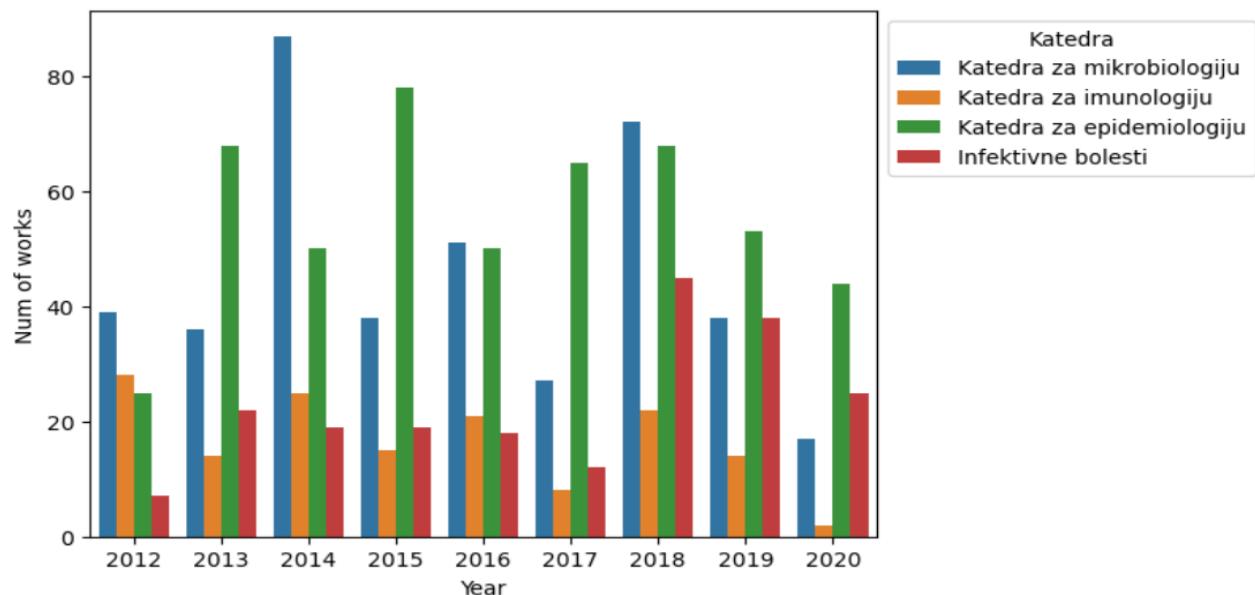
Sa slike se vidi da je u časopisu *Archives of Biological Sciences* objavljeno najviše radova. Odmah ispod vide se i ostali časopisi sa brojem radova koji se nalazi u njima.

	Source title	Num of works
47	Archives of Biological Sciences	86
493	Srpski arhiv za celokupno lekarstvo	73
318	Journal of Infection in Developing Countries	59
526	Vojnosanitetski Pregled	58
381	Medicinski pregled	53
492	Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo	49
434	PLoS ONE	44
322	Journal of Medical Biochemistry	29
527	Vojnosanitetski pregled. Military-medical and ...	28

4.1.7 Pitanje 7

Da li postoje razlike između katedri u smislu obima i učestanosti publikovanja u časopisima?

Iz zadatka broj 6. se vidi da je časopis *Archives of Biological Sciences* ima najviše publikacija, a na slici ispod vidimo da ne postoji preterano velika oscilacija u smislu publikacija po časopisima od strane razlicitih katedri.



4.1.8 Pitanje 8

Da li postoji razlika u prosečnom broju autora po radovima u časopisima po katedrama?

U pretposlednjoj i poslednjoj koloni vide se rezultati, pa se mogu uočiti odstupanja.

	Katedra	Num of authors	Num of works	Author per work	AVG Author per work
0	Infektivne bolesti	13	291	0.044674	0.031005
1	Katedra za epidemiologiju	13	706	0.018414	0.031005
2	Katedra za imunologiju	8	356	0.022472	0.031005
3	Katedra za mikrobiologiju	25	650	0.038462	0.031005

4.1.9 Pitanje 9

Kakav je odnos broja koautora sa fakulteta u odnosu na broj autora van fakulteta po katedrama i na nivou celog fakulteta?

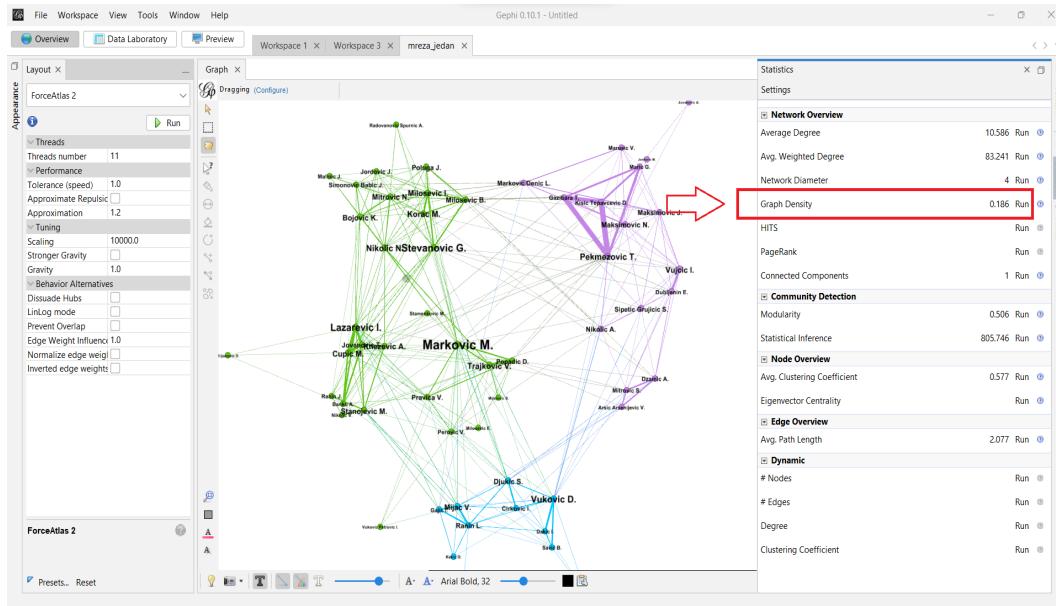
Katedra	Num of domestic authors	Num of foregin authors	The ratio of domesti and foregin authors
Infektivne bolesti	193	2206	0.087489
Katedra za epidemiologiju	504	11640	0.043299
Katedra za imunologiju	317	5262	0.060243
Katedra za mikrobiologiju	372	21055	0.017668

4.2 OSNOVNA KARAKTERIZACIJA MODELOVANJA MREŽA

4.2.1 Pitanje 10

Kolika je gustina mreže ?

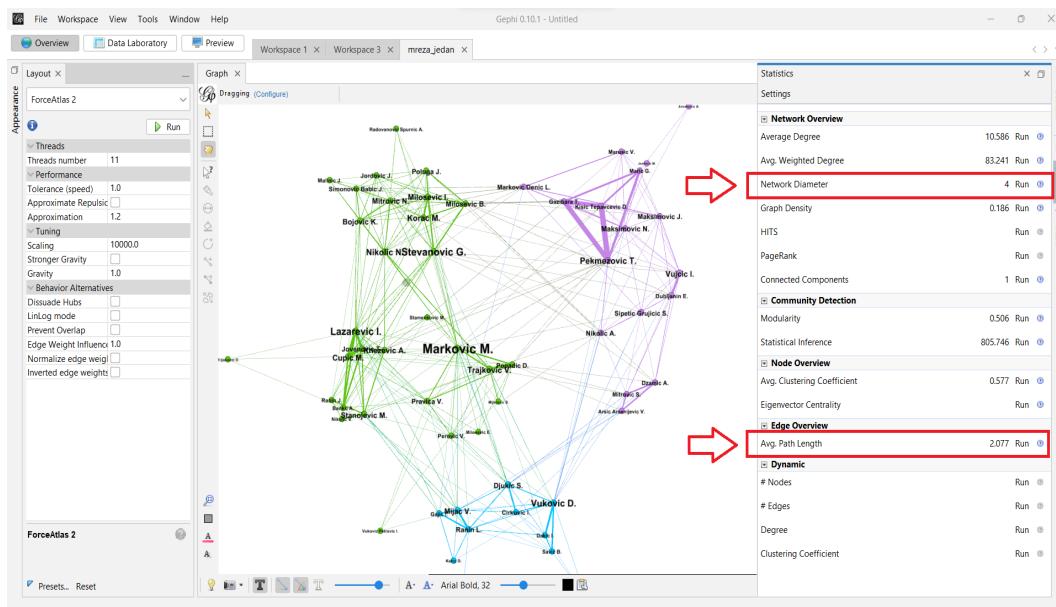
Gustina mreže se vidi iz Gephi-a i iznosi: **0.186**



4.2.2 Pitanje 11

Kolike su prosečne distance u okviru mreže i dijametar mreže ?

Prosečne distance i dijametar mreže se takođe vide iz Gephi-a i iznose: **2.077** i **4**, respektivno.



4.2.3 Pitanje 12

U kojoj meri je mreža povezana i centralizovana? Navesti broj i veličine povezanih komponenata i proceniti da li postoji gigantska komponenta.

Mreža je veoma dobro povezana, to se vidi i na osnovu grafa povezanosti. Dostižnost u mreži je izražena, manje više svaki čvor može da komunicira sa svakim. Vidimo da se ne pojavljuju istaknuti čvorovi između komuna, da samo preko njih može da se ostvari prelaz s komune na komunu, već to može da se odradi uvek na više od jedan način. Imamo jednu povezanu komponentu koja se vezuje za 58 čvorova, a to je i gigantska komponenta. Konkretno, profesor Marković M. je najdominantniji.

4.2.4 Pitanje 13

Koliki je prosečni, a koliki globalni koeficijent klasterizacije mreže? Kakva je raspodela lokalnog koeficijenta klasterizacije njenih čvorova? Da li je klasterisanje izraženo ili ne? Odgovor dati upoređivanjem sa slučajno generisanim Erdos-Renyi i scale free mrežama istih dimenzija

Prosečan koeficijent klasterizacije je: **0.5569535644581753**

Globalni koeficijent klasterizacije je: **0.4472295514511873**

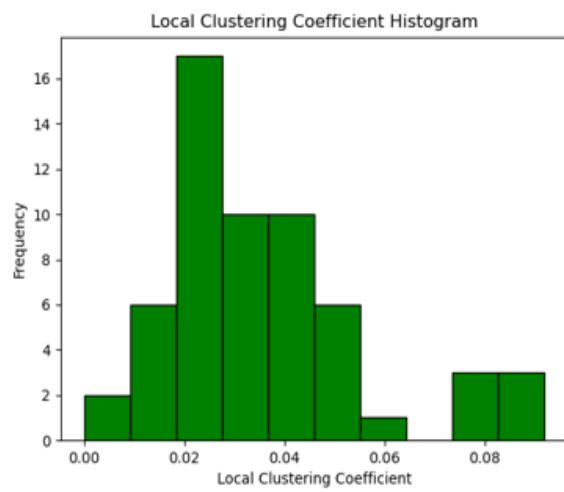
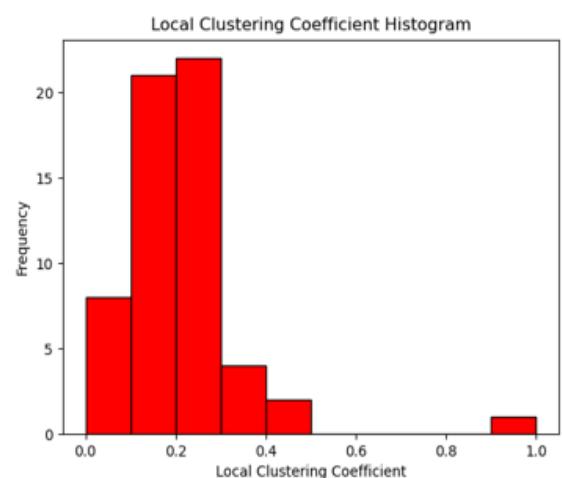
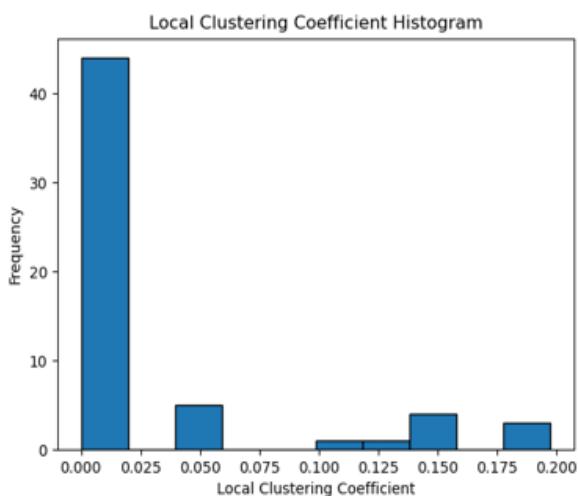
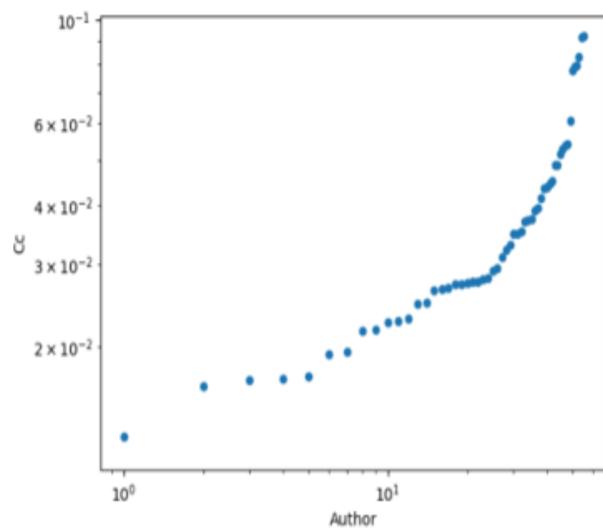
Na slikama ispod prikazan je lokalni koeficijent klasterisanja. Na svakom grafiku posmatramo isti broj čvorova. Konkretno za Random Scale-Free mrežu (plavi histogram), Erdos-Reny mrežu (crveni histogram) i za našu prvu mrežu naučne kolaboracije na medicinskom fakultetu (zeleni histogram).

Max lokalni cc: 0.09200531258775885

Prosečan cc: 0.5569535644581752

Lokalni stepeni klasterisanja koji nisu nula:

	Author	Cc
14	Markovic M.	0.012048
4	Nikolic A.	0.012838
54	Vukovic D.	0.016438
42	Perovic V.	0.016991
44	Trajkovic V.	0.017067
36	Sipetic Grujicic S.	0.017296
48	Vujcic I.	0.019203
27	Markovic Denic L.	0.019524
16	Stamenkovic M.	0.021617
17	Stevanovic G.	0.021681
21	Ranin J.	0.022477

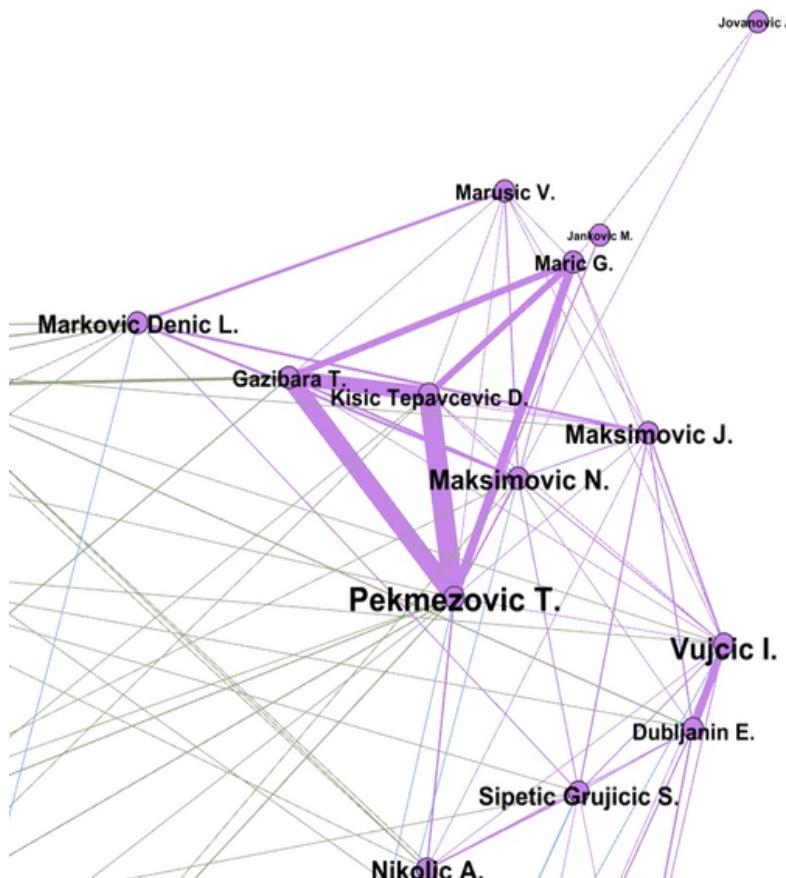


Za sve tri mreže klasterizacija nije izražena pošto su svi vrednosti koeficijenata klasterizacije bliski 0.

4.2.5 Pitanje 14

U kojoj meri autori imaju tendenciju da pišu publikacije sa istim koautorima?

Vizuelnom inspekcijom zaključujemo da naučnici (autori) veoma često saradjuju sa istim koautorima. To se vidi na osnovu težine grana (debljina grane na grafu mreže). Na slici ispod je isečak jedne komune mreže.



4.2.6 Pitanje 15

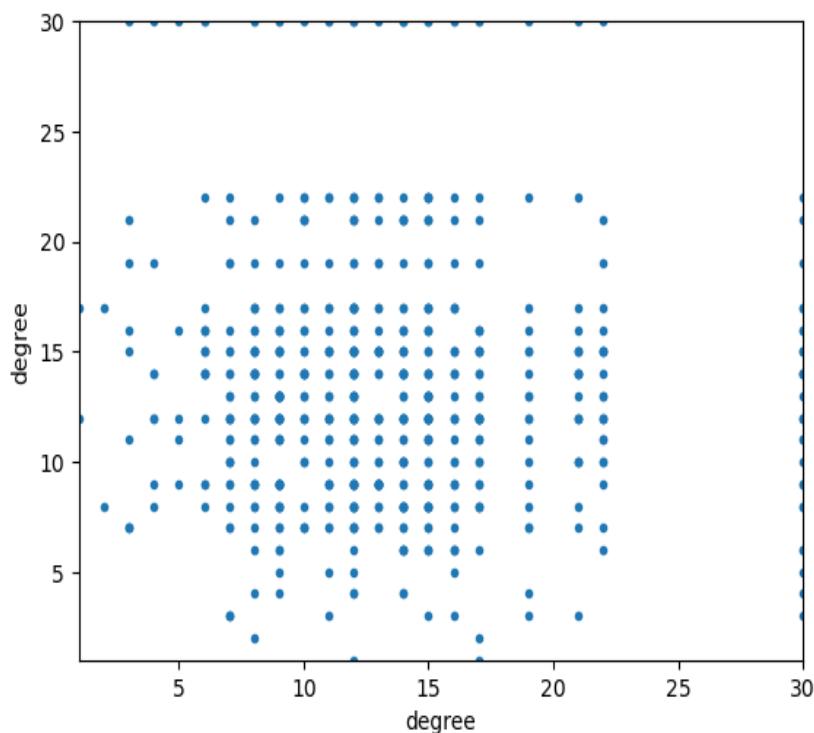
Na osnovu odgovora na pitanja 10 i 12, proceniti da li mreža iskazuje osobine malog sveta.

Bez obzira na to što je mreža velika, putanje izmedju čvorova su kratke. Čvorovi imaju tendenciju formaranja gustih klastera. Takodje, imamo mali broj dugih veza. Stoga, zaključujemo da mreža ispunjava osobine malog sveta. Prosečna dužina puta je 2.077.

4.2.7 Pitanje 16

Izvršiti asortativnu analizu po stepenu čvora i dati odgovor da li je i koliko izraženo asortativno mešanje. Priložiti i vizuelizaciju.

Koeficijent asortativnosti na osnovu netežinskog stepena čvora: **-0.041228455386**
Koeficijent asortativnosti na osnovu težinskog stepena čvora: **-0.0325539678516**

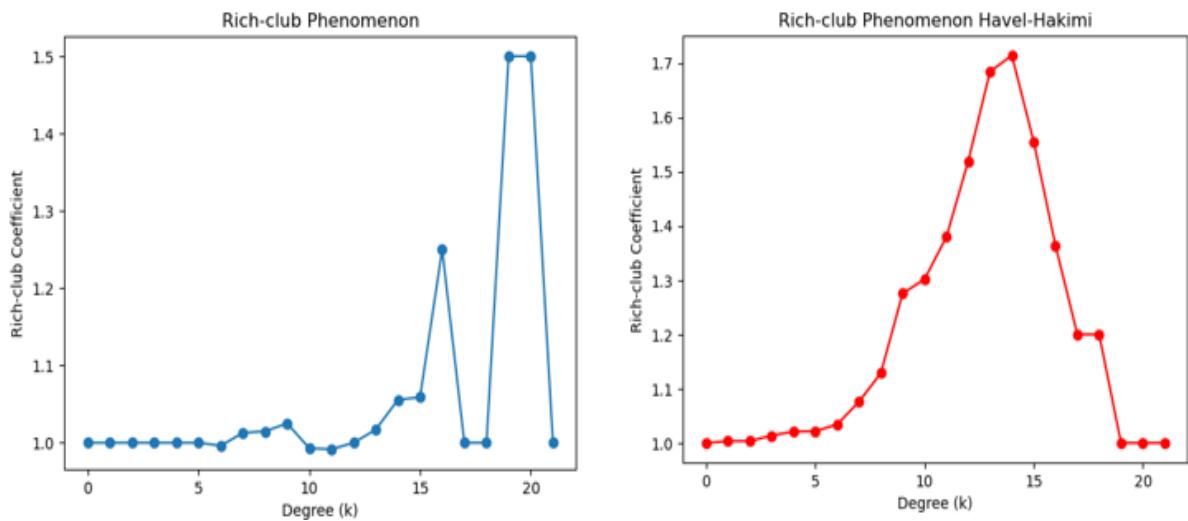


Vrednost koeficijenta asortativnosti mešanja koju smo dobili je negativna (-0.041), što ukazuje na disasortativno mesanje u našem grafu. Asortativno mešanje bi imalo pozitivnu vrednost koeficijenta. Stoga, na osnovu dobijene vrednosti, možemo zaključiti da u našem grafu nije izraženo asortativno mesanje, već je prisutna disasortativnost, gde čvorovi sa različitim stepenima često formiraju veze.

4.2.8 Pitanje 17

Da li mreža ispoljava fenomen kluba bogatih (eng. rich club phenomenon)? Analizu sprovesti poređenjem sa adekvatnom mrežom dobijenom Havel - Hakimi algoritmom.

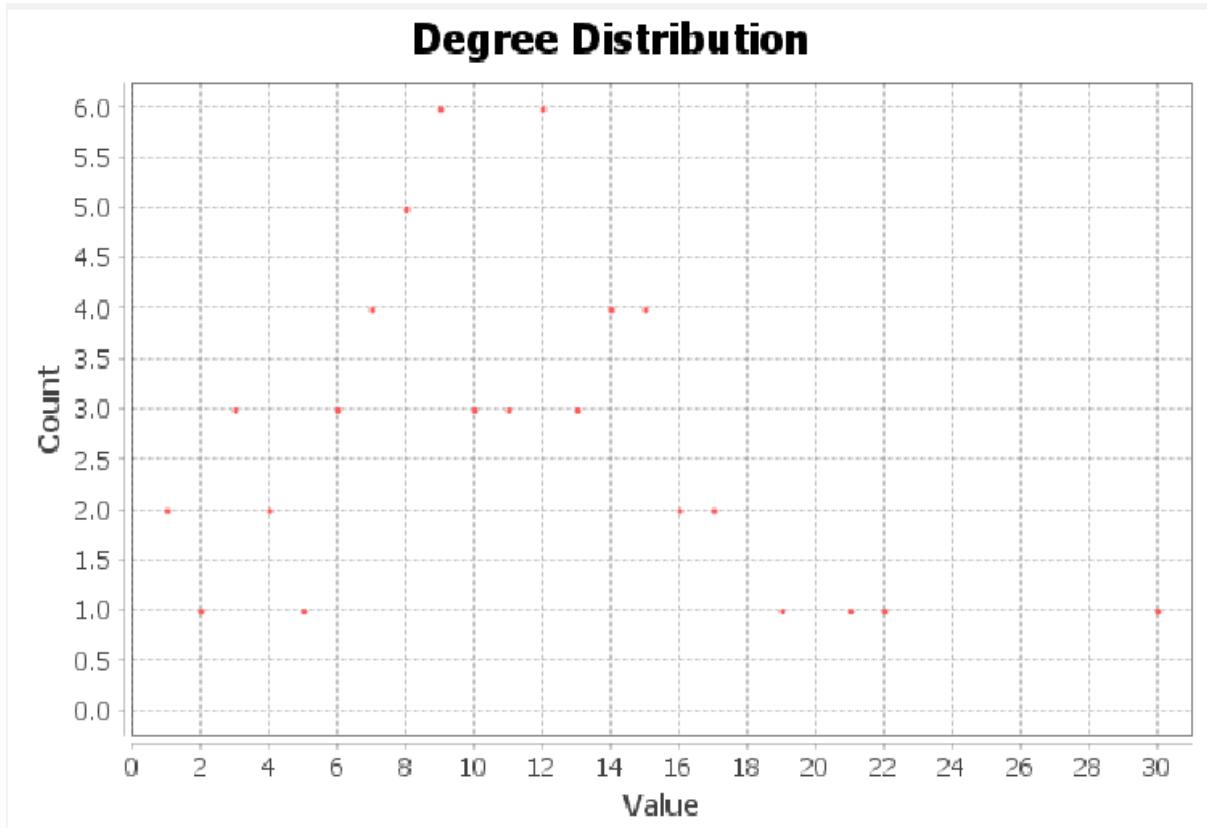
Mreža u određenoj meri ispoljava fenomen kluba bogatih, jer čvorovi visokog stepena ipak imaju tendenciju da stvaraju veći broj veza sa drugim čvorovima visokog stepena. Na slikama ispod vidi se da oba grafika prikazuju vrednosti koeficijenta bliske nuli, ali samo na početku. Kasnije se vide pikovi, kako povećavamo **k** vrednosti.



4.2.9 Pitanje 18

Kakva je distribucija čvorova po stepenu i da li prati *power-law* raspodelu?

Sa slike se može reći da distribucija čvora po stepenu ugrubo prati *power-law* raspodelu.



4.3 ANALIZA MERA CENTRALNOSTI

4.3.1 Pitanje 19

Sprovesti analize centralnosti po stepenu, bliskosti i relacionoj centralnosti. Dati pregled najvažnijih aktera po svakoj od njih. Koji autori predstavljaju centre okupljanja u okviru svojih katedri i na nivou fakulteta?

Na tabeli ispod, uveli smo dodatne četiri kolone koje predstavljaju sračunate centralnosti. U prvoj koloni mogu se videti autori koji predstavljaju najvažnije aktere po svakoj katedri. Što se tiče aktera koji prestatvjuju centre okupljanja na nivou fakulteta to je definitivno autor **Marković Miloš**, a po katedrama:

- epidemiologija : **Pekmezović Tatjana**
- imunologija: **Marković Miloš**
- mikrobiologija: **Lazarević Ivana**
- infektivne bolesti: **Stevanović Goran**

	Author	Degree centrality	Closeness centrality	Betweenness centrality	Eigenvector centrality	id_author	Ime	Prezime	Katedra	H indeks	Broj radova	Kratko ime
11	Markovic M.	0.526316	0.678571	0.180660	0.315049	29	Milos	Markovic	Katedra za imunologiju	11	27	Markovic M.
53	Stevanovic G.	0.385965	0.600000	0.063193	0.264320	51	Goran	Stevanovic	Infektivne bolesti	6	39	Stevanovic G.
9	Lazarevic I.	0.368421	0.575758	0.062268	0.250623	13	Ivana	Lazarevic	Katedra za mikrobiologiju	8	40	Lazarevic I.
5	Vukovic D.	0.333333	0.593750	0.100009	0.176868	10	Dragana	Vukovic	Katedra za mikrobiologiju	14	45	Vukovic D.
27	Pekmezovic T.	0.298246	0.575758	0.107265	0.146342	36	Tatjana	Pekmezovic	Katedra za epidemiologiju	27	267	Pekmezovic T.
45	Nikolic N.	0.298246	0.542857	0.018609	0.225110	57	Natasa	Nikolic	Infektivne bolesti	2	12	Nikolic N.
34	Korac M.	0.280702	0.558824	0.030797	0.205659	48	Milos	Korac	Infektivne bolesti	7	26	Korac M.

4.3.2 Pitanje 20

Ko su najvažniji akteri po centralnosti po sopstvenom vektoru? Šta nam to govori o njima?

Profesori sa visokom vrednošću centralnosti po sopstvenom vektoru su oni koji su povezani sa drugim visoko centralnim profesorima. Prikazan je *Eigenvector* u tabeli iznad. Ovi profesori igraju ključnu ulogu u širenju informacija kroz mrežu i ukazuju na to kakva je saradnja izmedju katedri u mreži.

	Author	Degree centrality	Closeness centrality	Betweenness centrality	Eigenvector centrality	id_author	Ime	Prezime	Katedra	H indeks	Broj radova	Kratko ime
11	Markovic M.	0.526316	0.678571	0.180660	0.315049	29	Milos	Markovic	Katedra za imunologiju	11	27	Markovic M.
53	Stevanovic G.	0.385965	0.600000	0.063193	0.264320	51	Goran	Stevanovic	Infektivne bolesti	6	39	Stevanovic G.
9	Lazarevic I.	0.368421	0.575758	0.062268	0.250623	13	Ivana	Lazarevic	Katedra za mikrobiologiju	8	40	Lazarevic I.
45	Nikolic N.	0.298246	0.542857	0.018609	0.225110	57	Natasa	Nikolic	Infektivne bolesti	2	12	Nikolic N.
34	Korac M.	0.280702	0.558824	0.030797	0.205659	48	Milos	Korac	Infektivne bolesti	7	26	Korac M.
35	Milosevic I.	0.263158	0.527778	0.014441	0.199233	54	Ivana	Milosevic	Infektivne bolesti	7	30	Milosevic I.
47	Mitrovic N.	0.245614	0.518182	0.005971	0.192688	56	Nikola	Mitrovic	Infektivne bolesti	5	21	Mitrovic N.

4.3.3 Pitanje 21

Na osnovu prethodna dva pitanja predložiti i konstruisati heuristiku (kompozitnu meru centralnosti) za pronalaženje najvažnijih aktera i pronaći ih. Obratiti pažnju na tip mreže koji se analizira (usmerena ili neusmerena) i, shodno tome, prilagoditi koliko različite mrežne metrike utiču na heuristiku.

Kompozitni rank je dobijen množenjem ranka po stepenu čvora i ranka centralnosti po sopstvenom vektoru. Najistaknutiji čvorovi su: *Marković Miloš, Stevanović Goran, Lazarević Ivana i Vuković Dragana*.

$$rank = DC \cdot CC \cdot BC \cdot EVC$$

	DC	CC	BC	EVC	DC_rank	CC_rank	BC_rank	EVC_rank	composite_rank
Markovic M.	0.526316	0.678571	0.180660	0.315049	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
Stevanovic G.	0.385965	0.600000	0.063193	0.264320	2.0	2.0	4.0	2.0	32.00
Lazarevic I.	0.368421	0.575758	0.062268	0.250623	3.0	4.5	5.0	3.0	202.50
Vukovic D.	0.333333	0.593750	0.100009	0.176868	4.0	3.0	3.0	9.0	324.00
Pekmezovic T.	0.298246	0.575758	0.107265	0.146342	5.5	4.5	2.0	17.0	841.50
Korac M.	0.280702	0.558824	0.030797	0.205659	7.5	6.5	8.0	5.0	1950.00
Nikolic N.	0.298246	0.542857	0.018609	0.225110	5.5	10.0	19.0	4.0	4180.00
Trajkovic V.	0.280702	0.553398	0.040457	0.151647	7.5	8.0	7.0	15.0	6300.00
Knezevic A.	0.263158	0.558824	0.026251	0.174117	10.5	6.5	11.0	11.0	8258.25
Cupic M.	0.263158	0.542857	0.029504	0.176326	10.5	10.0	9.0	10.0	9450.00

4.3.4 Pitanje 22

Da li autori sa različitih katedri međusobno sarađuju i u kojoj meri? Ko su autori koji povezuju različite grupe u okviru mreže? Da li na osnovu ove analize postoji spoljni autor koga smatraste da bi bilo veoma korisno zaposliti na Medicinskom fakultetu?

Autori sa različitih katedri, definitivno, saradjuju u velikoj meri. Izmedju dve komune ne postoji iskljucivo i samo jedan hab preko kojeg se ostvaruje konekcija, već su dve komune povezane sa više različitih veza. Autori koji povezuju različite grupe u okviru mreže su uočljivi na grafu. Spoljni autor koga bi bilo korisno zaposliti na fakultetu je **Hutchinson I. V.** zato što je on autor koji u velikoj meri saradjuje sa domaćim autorima. To se vidi na osnovu grupe autora koja je data na svakom časopisu. Mi smo to iskoristili, da napravimo posebnu kolonu gde imamo pregled pojavljivanja svakog autora. Nakon grupisanja zaključili smo da je **Hutchinson I. V.** taj autor koga treba zaposliti.

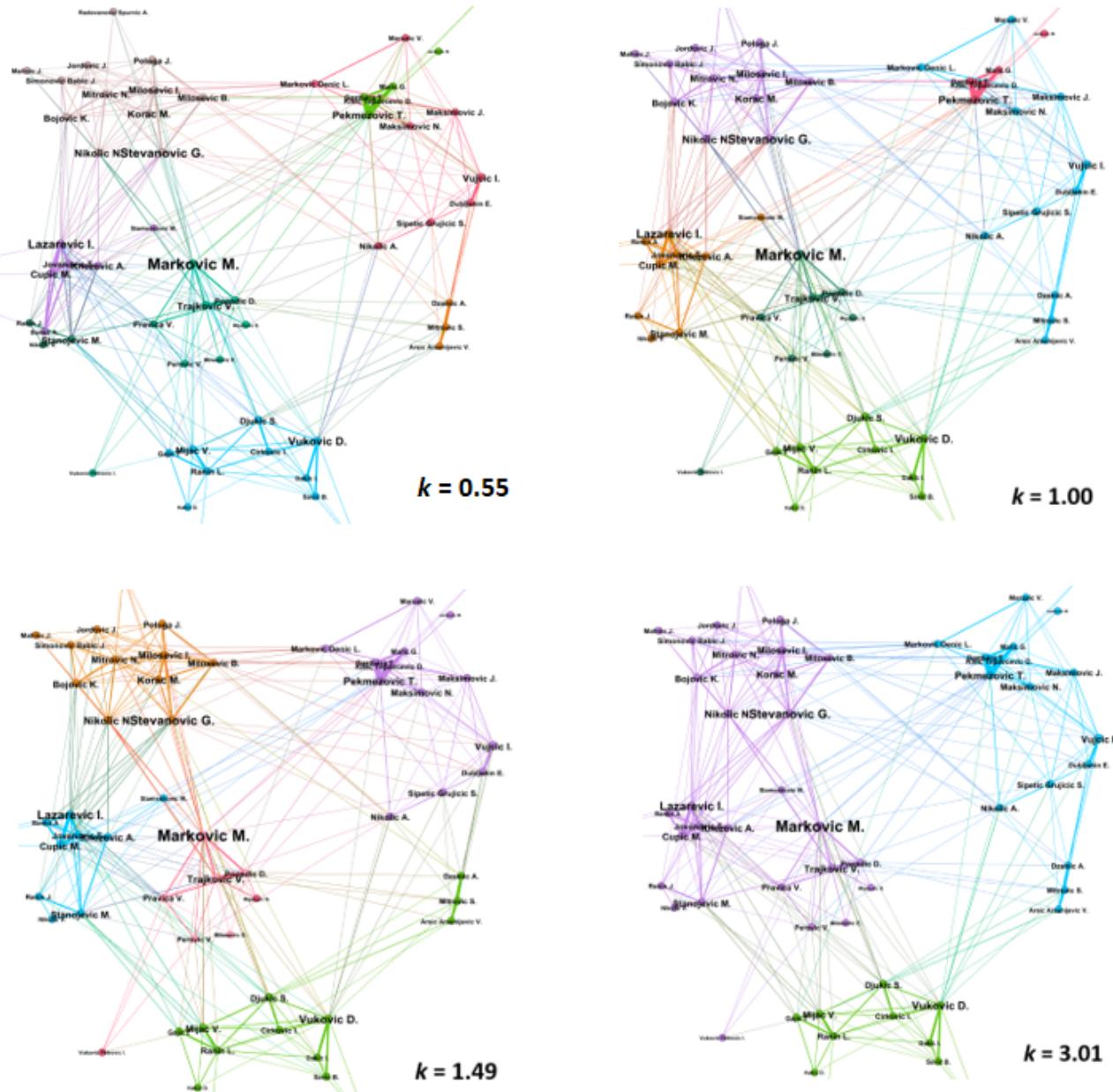
Author	Num of works per Author
3690 Hutchinson I.V.	59
2339 Drulovic J.	59
3977 Jevtovic D.	56
5458 Marinkovic J.	52
7792 Salemovic D.	46
4611 Kostic V.S.	44
728 Barac A.	44
8581 Stepanovic S.	43
8746 Svetel M.	43

4.4 DETEKCIJA KOMUNA LUVENSKOM METODOM

4.4.1 Pitanje 23

Sprovesti klasterisanje Luvenskom metodom (maksimizacijom modularnosti) u alatu Gephi za tri različite vrednosti parametra rezolucije. Konstruisati vizuelizacije i diskutovati izbor parametra rezolucije na dobijeno klasterisanje (broj i veličina klastera).

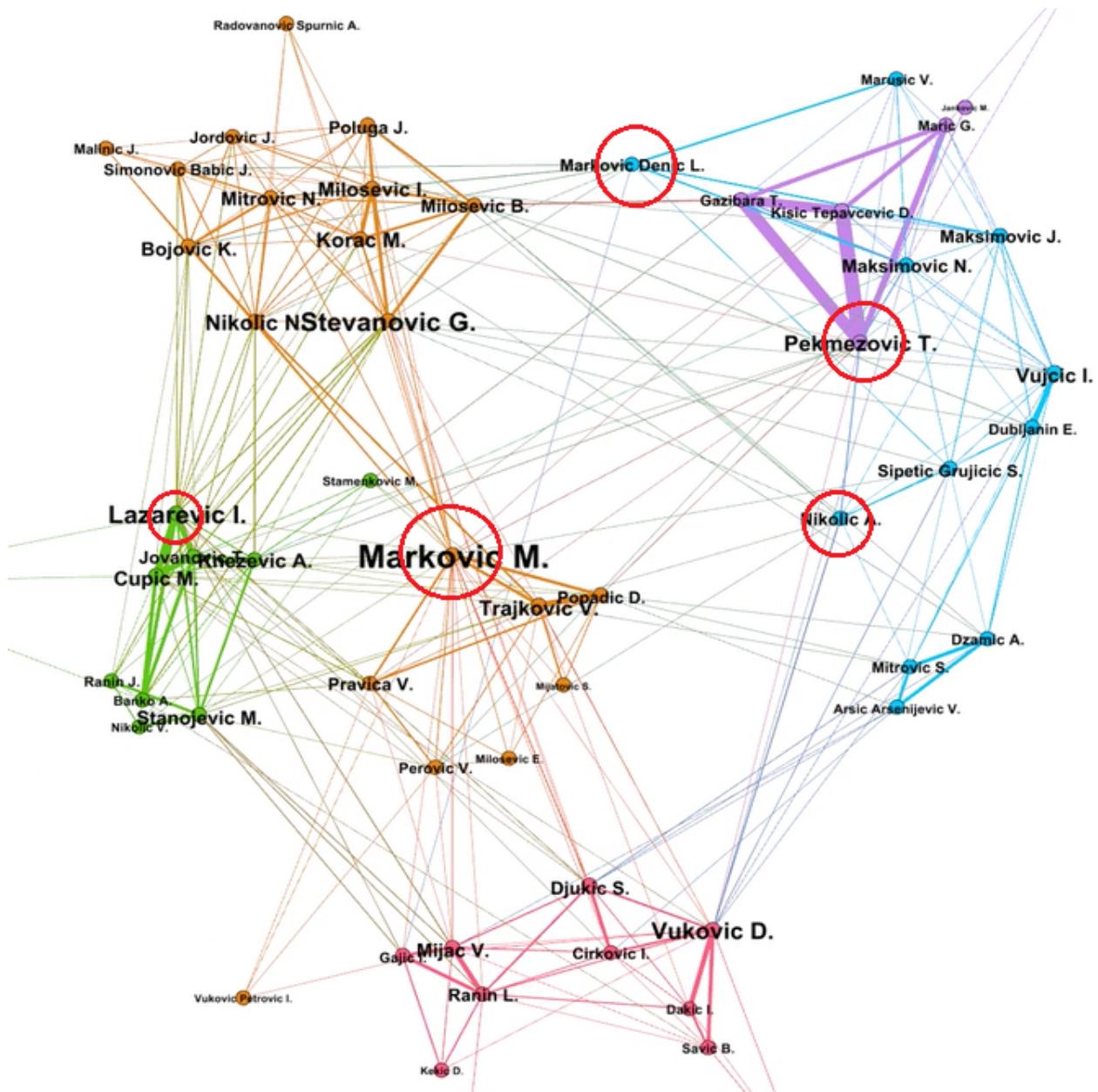
Za četiri različite vrednosti parametra rezolucije (k) sproveli smo klasterisanje Luvenskom metodom. Skalirali smo različite vrednosti za k i ispostavlja se da za $k \sim 1.5$ imamo formiranje klastera na nivou katedri. Sa slike se vidi koliko autora u proseku ulazi u jedan klaster.



4.4.2 Pitanje 24

Koje zajednice (komune) se mogu uočiti prilikom analize mreže, a koji akteri su ključni brokeri? Da li postoji neko objašnjenje za detektovane komune?

Iz pitanja 23, a i sa slike ispod vidimo na koji način se formiraju komune. Objasnjenje za tako detektovane komune je to, šte se one manje više formiraju u okviru odgovarajućih katedri. Označeni su ključni brokeri.

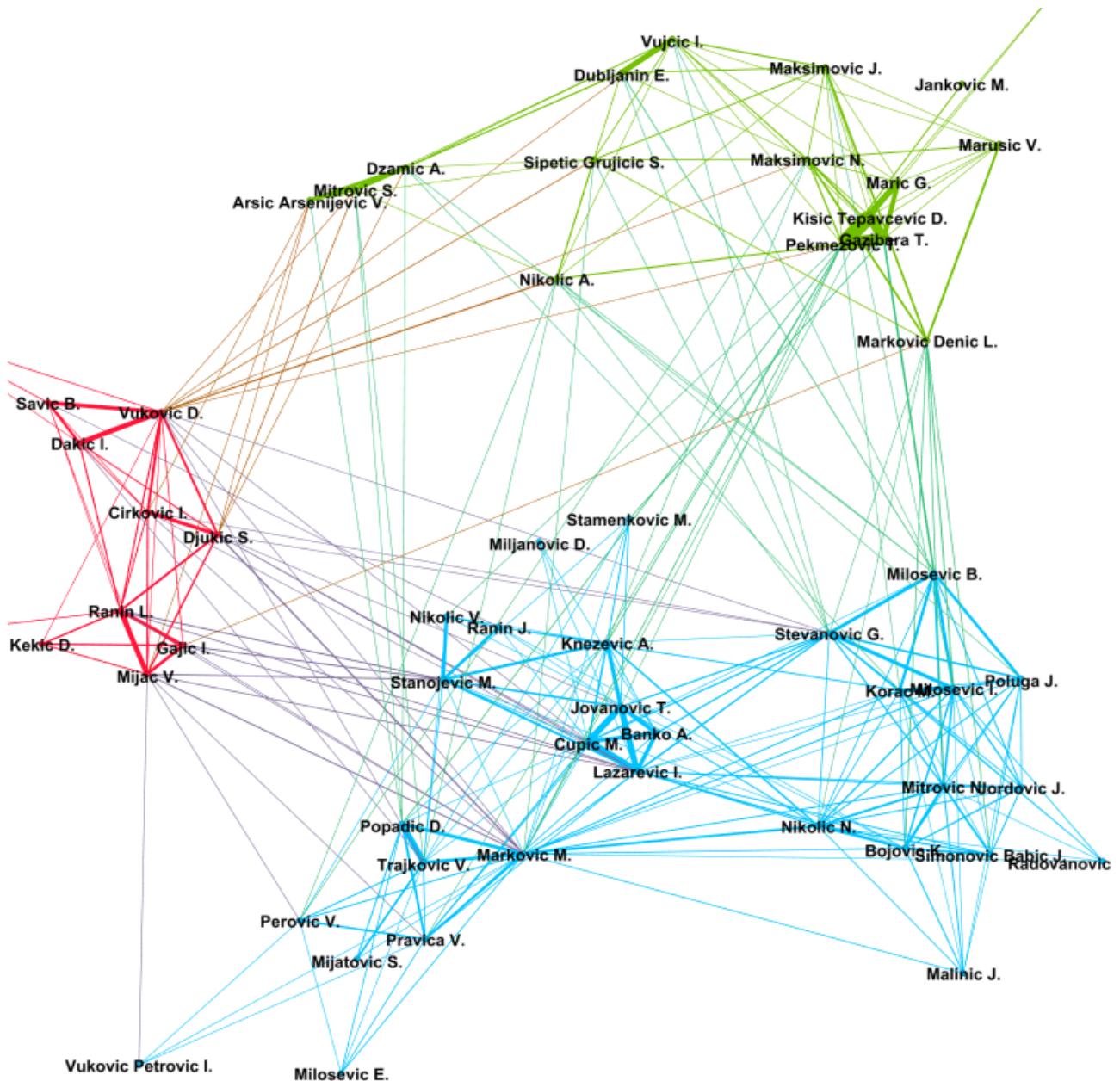


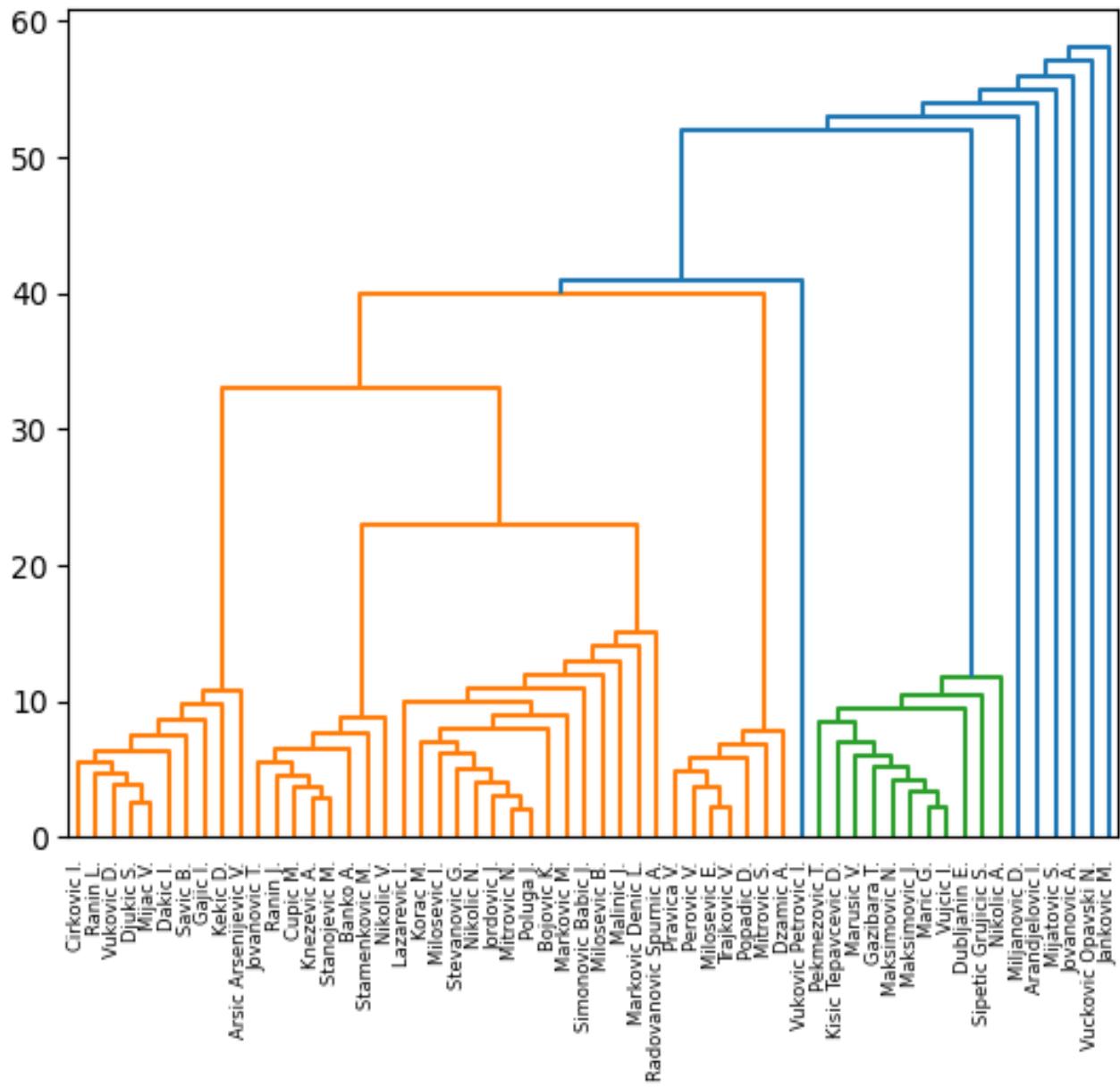
4.5 Detekcija komuna spektralnim klasterisanjem

4.5.1 Pitanje 25

Sprovesti sprektralnu analizu i proceniti potencijalne kandidate za broj komuna u mreži. Uporediti rezultat sa dendogramom konstruisanim Girvan-Newman metodom, ukoliko je primenjivo na nivou fakulteta ili katedri.

Za $k = 3$ izvršili smo spektralnu analizu i rezultat izvezli u Gephi. Sa prve slike ispod se vidi na koji način su obojene komune, a zatim je prikazan i dendrogram koji se u velikoj meri poklapa sa prethodnim rezultatom.

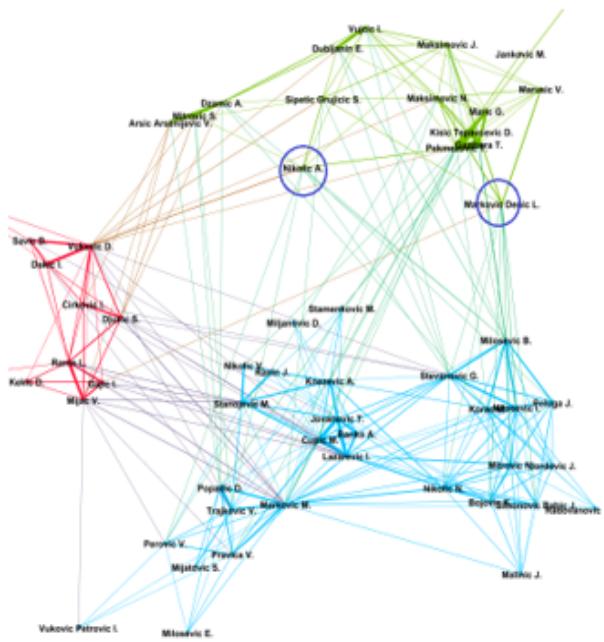
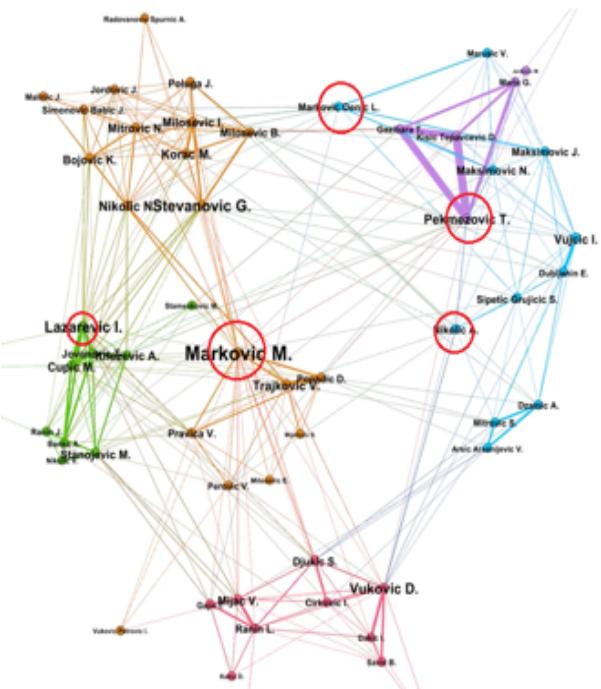




4.5.2 Pitanje 26

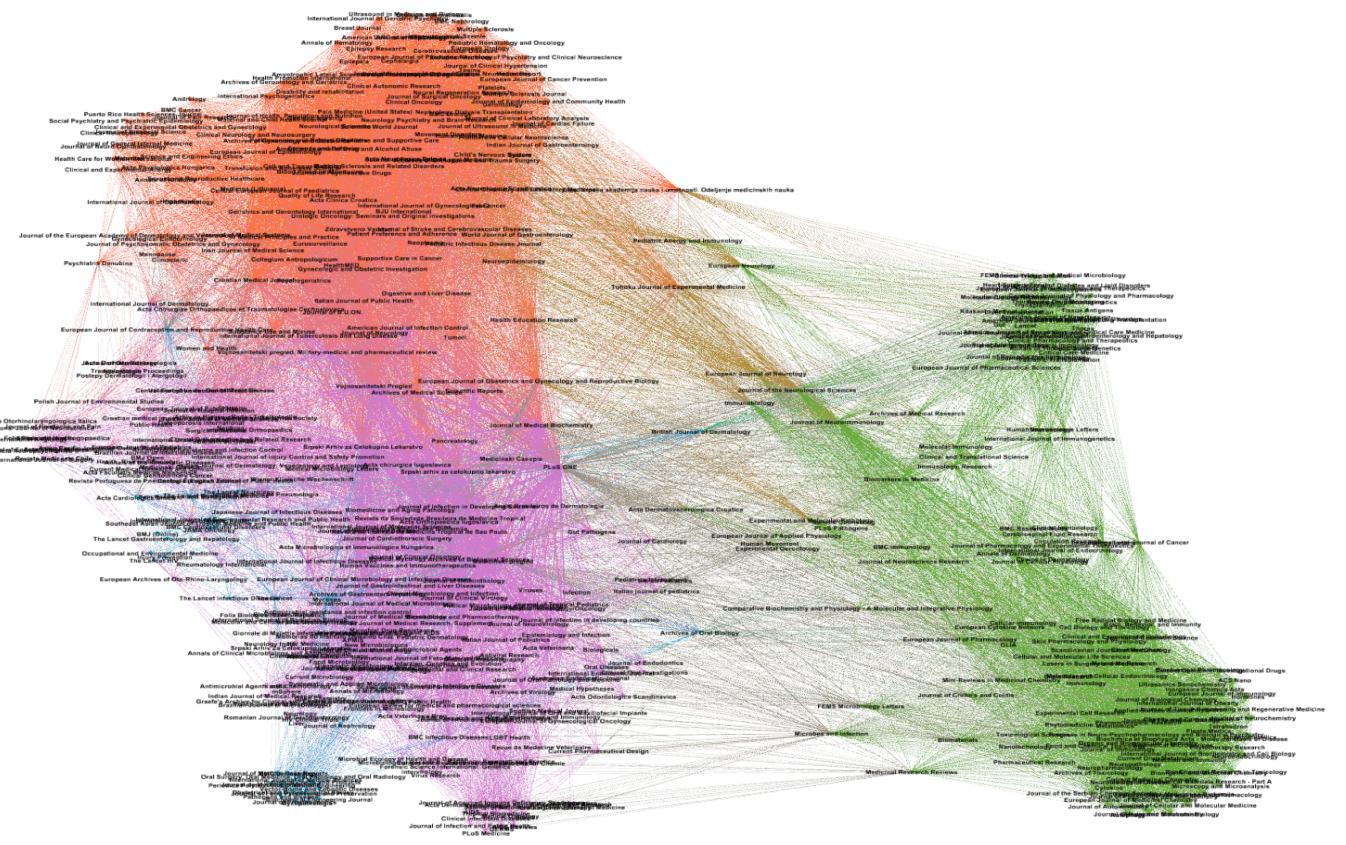
Ko su akteri koji se mogu okarakterisati kao ključni brokeri (mostovi) u mreži? Šta ih čini brokerima? Porediti odgovor sa brokerima dobijenim u pitanju 22 i 24.

Akteri koji se mogu okarakterisati kao ključni brokeri su: **Marković Denić L.** i **Nikolić A.** Na slici ispod napravili smo poređenje sa prethodnom mrežom gde se vidi da je novi skup brokera u mreži, podskup prethodnog



4.6 Analiza mreže časopisa

4.6.1 Izgled mreže časopisa



4.6.2 Formiranje mreže časopisa

Mreža je formirana pomoću sekundarnog skupa podataka u kome smo posmatrali domaće autore i časopise za koje oni pišu. Mreža sadrži 536 različitih čvorova i 22495 grana. U ovom primeru, čvorovi mreže su časopisi (jedinstveni *Source title* vrednosti), a grane predstavljaju vezu između časopisa na osnovu autora koji su radili za oba časopisa.

4.6.3 Časopisi i autora u njima

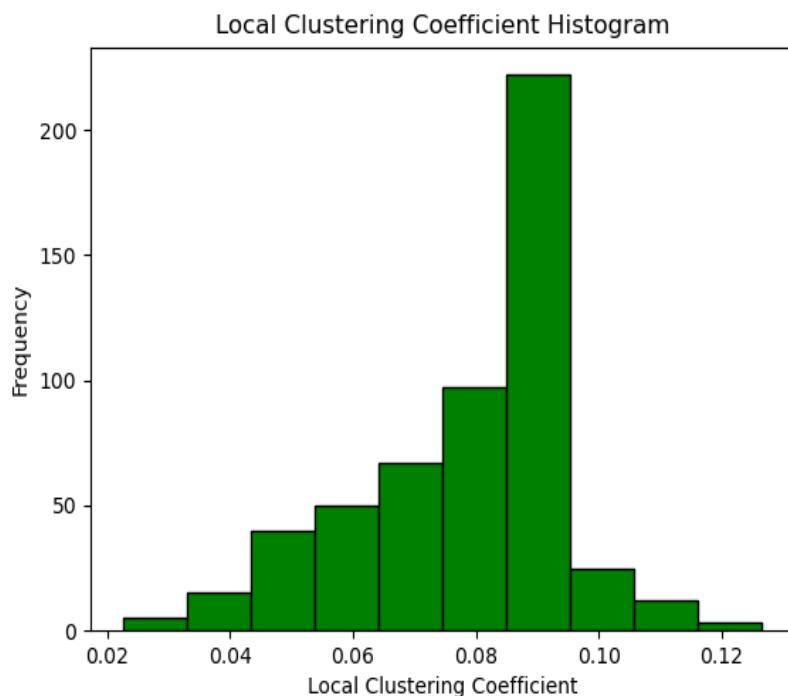
Sa slike se vidi da je *Archives of Biological Sciences* časopis na kome je radio najveći broj naučnika. Prikazano je u opadajućem poretku prvih deset časopisa i broj radova po svakom od njih.

	Source title	Num of work per Soruce title
47	Archives of Biological Sciences	86
493	Srpski arhiv za celokupno lekarstvo	73
318	Journal of Infection in Developing Countries	59
526	Vojnosanitetski Pregled	58
381	Medicinski pregled	53
492	Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo	49
434	PLoS ONE	44
322	Journal of Medical Biochemistry	29
527	Vojnosanitetski pregled. Military-medical and ...	28
23	Acta chirurgica jugoslavica	24

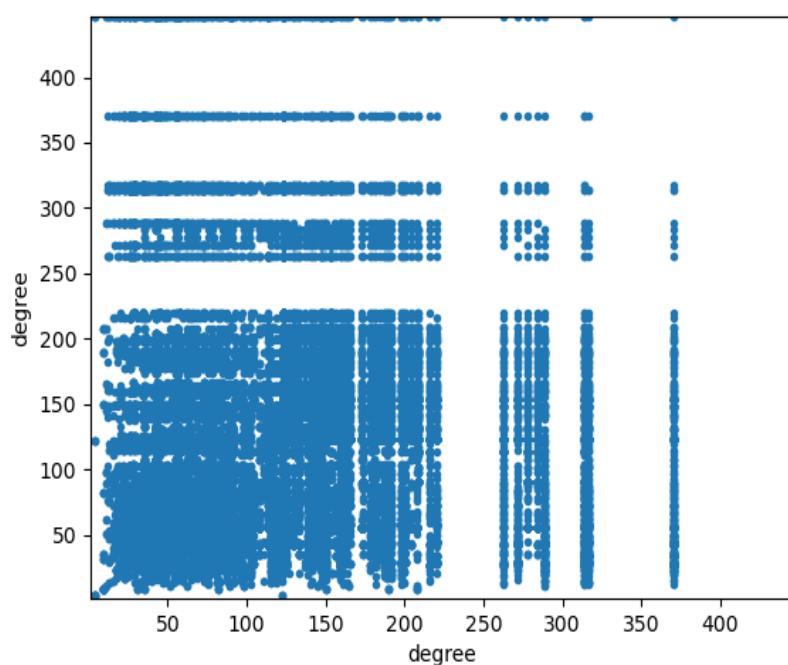
4.6.4 Osnovna karakterizacija modelovane mreže

- *Gustina mreže:* 0.157
- *Dijametar mreže:* 3
- *Prosečna distanca u okviru mreže:* 1.865
- *Proj povezanih komponenti:* 1
- *Veličina povezane komponente:* 536
- *Prosečni koeficijent klasterizacije:* 0.832846235808478
- *Globalni koeficijent klasterizacije:* 0.6548100400218044
- *Lokalni stepen klasterizacije:* 0.6548100400218044

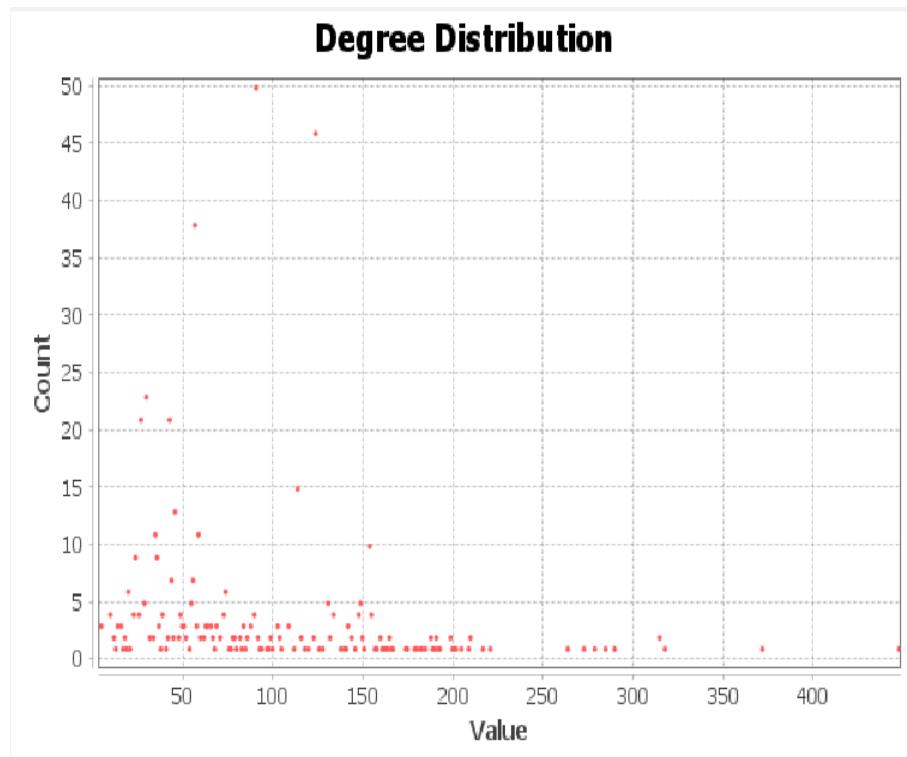
Na slici ispod prikazana je raspodela *lokalnog koeficijenta klasterizacije*. Klasterisanje nije izraženo zato što su vrednosti koeficijenata bliski nuli.



Koeficijent asortativnosti iznosi: -0.01213457741685564
Asortativno mešanje nije izraženo.



Sa slike se može reći da distribucija čvora po stepenu ugrubo prati *power-law* raspodelu.

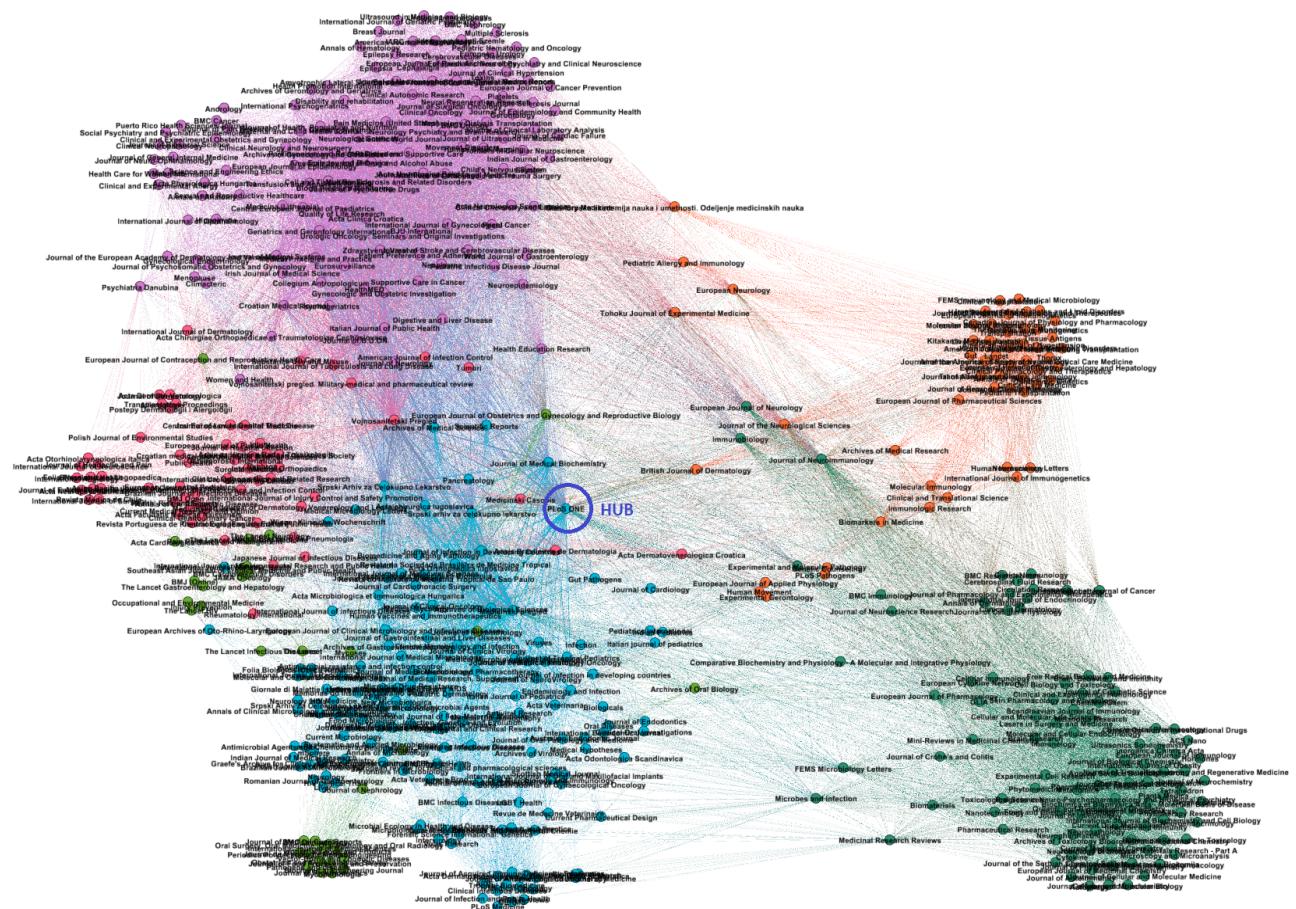


Pri analizi mera centralnosti (po stepenu, bliskosti, relaciji i sopstvenom vektoru) vidimo da je časopis ***PLoS ONE*** najdominantniji. Autori sa različitih katedri su u velikoj meri saradjivali kroz konkretno ovaj časopis.

Source title	Degree centrality	Closeness centrality	Betweenness centrality	Eigenvector centrality
15 PLoS ONE	0.835514	0.858748	0.129459	0.117698
35 Srpski arhiv za celokupno lekarstvo	0.693458	0.765379	0.067631	0.104858
55 Vojnosanitetski Pregled	0.592523	0.710491	0.032207	0.105136
48 Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo	0.586916	0.707672	0.034729	0.100196
36 Medicinski pregled	0.586916	0.707672	0.074093	0.062765

4.6.5 Detekcija komuna Luvenskom metodom

Za vrednost koeficijenta $k = 0.75$ sproveli smo klasterisanje Luvenskom metodom. Skalirali smo različcite vrednosti za k i ispostavlja se da za $k \sim 0.75$. Sa slike se vidi koliko časopisa u proseku ulazi u jedan klaster. Možemo da primetimo da se sada časopisi ne grupišu u klastere na osnovu katedri, što je i logično jer su oni rezultat kolaboracije.



4.6.6 Prikaz glavnih brokera u mreži časopisa

