

UNIVERZITET U BEOGRADU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET



ANALIZA SOCIJALNIH MREŽA

Izveštaj

Profesor:

prof. dr. Marko Mišić,

prof. dr. Jelica Protić,

as. ms Predrag Obradović

Student:

Andrijana Miković

2023/3042

Beograd, avgust 2024.

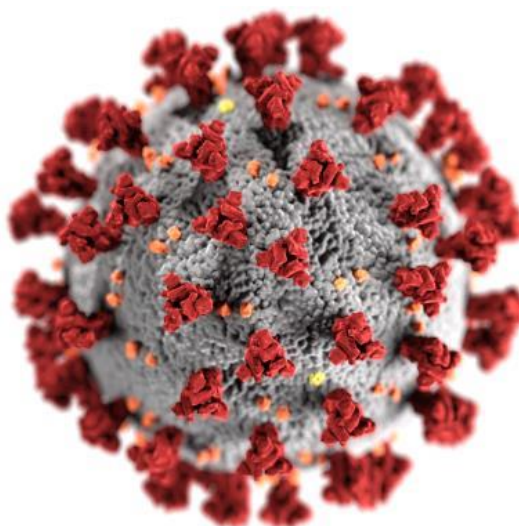
SADRŽAJ

SADRŽAJ	0
1. UVOD	1
2. ANALIZA PROBLEMA	3
2.1. ULAZNI FAJLOVI.....	3
3. BAZA PODATAKA	5
3.1. OPŠTE INFORMACIJE	5
4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	7
4.1 . ANALIZA PRODUKTIVNOSTI AUTORA.....	7
4.2 . ANALIZA BROJA KOAUTORA PO SVAKOM AUTORU	8
4.3 . H-INDEKS.....	9
4.4 . PRODUKTIVNOST.....	10
4.5 . RASPODELA PO ČASOPISIMA.....	11
4.6 . BROJ AUTORA PO RADU.....	13
5. OSNOVNE KARAKTERISTIKE MREŽE	14
5.1. GUSTINA MREŽE.....	14
5.2. PROSEČNA DISTANCA I DIJAMETAR.....	14
5.3. POVEZANOST I CENTRALIZOVANOST MREŽE.....	14
5.4. KOEFICIJENT KLASTERIZACIJE.....	15
5.5. TENDENCIJA POVEZIVANJA SA ISTIM KOAUTORIMA	16
5.6. MALI SVET	17
5.7. ASORTIVNOST	18
5.8. FENOMEN KLUBA BOGATIH	19
5.9. DISTRIBUCIJA STEPENA ČVOROVA	21
6. CENTRALNOST MREŽE	23
6.1. MERE CENTRALNOSTI.....	23
6.2. KOMPOZITNA CENTRALNOST.....	26
6.3. SARADNJA KATEDRI	26
7. KOMUNE	29
7.1. DETEKCIJA KOMUNA <i>LUVENSKOM</i> METODOM	29
7.2. DETEKCIJA KOMUNE SPEKTRALNIM KLASTERISANJEM	32
LITERATURA	36
SPISAK SLIKA	38
SPISAK TABELA	39

1. UVOD

Epidemije, kao fenomen neočekivano brzog širenja zaraznih bolesti unutar određenih populacija ili geografskih regiona tokom ograničenog vremenskog perioda, vekovima su prepoznate kao jedan od najvažnijih izazova za zdravlje čovečanstva. Od najranijih civilizacija pa do savremenog doba, epidemije su uzrokovale masovne gubitke ljudskih života, duboko pogađajući društva i ekonomije širom sveta. Istorijski značajne epidemije, poput kuge u srednjem veku, koja je prepolovila populaciju Evrope, ili pandemija kolere u XIX veku, koja se proširila preko kontinenata usled porasta međunarodnih trgovinskih puteva, ostavile su trajne posledice na čovečanstvo.

Globalizacija u XX veku je olakšala međunarodnu razmenu ljudi i dobara. Kao i mogućnost saradnje naučnika iz raznih oblasti, pa i medicine. Ovakva globalizacija je takođe dovela do toga da se zarazne bolesti brže šire. Što je moglo da se primeti i pandemijom koronavirusa SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory 3 Syndrome Coronavirus 2), slika 1.1, koja je zadesila svet početkom 2020. godine. Ova pandemija je na dramatičan način demonstrirala koliko je savremeno društvo ranjivo na pojavu novih i neočekivanih epidemija, uprkos napretku u medicini i javnom zdravlju. Istovremeno, pandemija je ukazala na ključnu ulogu koju imaju oblasti medicine koje se bave proučavanjem epidemiologije i zaraznih bolesti, u borbi protiv pandemija u savremenom svetu.



Slika 1.1. SARS-CoV-2

Predmet istraživanja u okviru ovog projektnog zadatka je kvantitativna i kvalitativna analiza naučne produkcije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, sa posebnim fokusom na oblasti medicinske nauke koje su direktno povezane sa proučavanjem i suzbijanjem epidemija zaraznih bolesti. U analizu će biti uključeni naučni radovi i kolaboracije zaposlenih na Katedri za imunologiju, Katedri za epidemiologiju, Katedri za infektivne bolesti i Katedri za mikrobiologiju. Kroz ovu analizu, biće ispitani obim i kvalitet naučne produkcije, kao i stepen saradnje među zaposlenima na pomenutim katedrama, sa ciljem da se utvrdi kako doprinosi istraživača sa Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu doprinose globalnom razumevanju i borbi protiv epidemija.

Cilj ovog rada je da kroz obradu prikupljenih podataka, i analizu podataka iz oblasti medicinskih nauka prikaže stanje naučne produkcije na Fakultetu, mapira mreže saradnje među istraživačima, i identifikuje ključne pojedince i grupe koji doprinose u borbi protiv epidemija. Analiza će obuhvatiti publikacije kao što su knjige, disertacije, naučni radovi u časopisima, kao i radovi predstavljeni na međunarodnim i domaćim naučnim konferencijama, s posebnim akcentom na one publikacije koje su objavljene u naučnim časopisima sa impakt faktorom. Posebna pažnja će biti posvećena razmatranju naučne produkcije sa aspekta njene vidljivosti i uticaja u globalnoj naučnoj zajednici, što uključuje analizu citiranosti radova, mreže kolaboracija.

2. ANALIZA PROBLEMA

U ovom poglavlju biće analizirani ulazni fajlovi koji se koriste pri analizi naučne produkcija iz oblasti epidemiologije i zaraznih bolesti na Medicinskom fakultetu u Beogradu. Koji predstavlja problem konstruisanja mreže saradnje na osnovu ulaznih podataka, kao i donošenje zaključka o osobinama i načinu funkcionisanja ljudi, kao pojedinca, i kao predstavnika svoje katedre. Ovi fajlovi su formirani na osnovu upita u bazu *Scopus*.

2.1. Ulazni fajlovi

Podaci prikupljeni za analizu, dostupni su u vidu odgovarajućih fajlova. Primarni skup podataka je predstavljen u okviru fajla *autori.xlsx*, i on sadrži informacije o autorima koji su se vodili kao zaposleni u nastavnim zvanjima na katedrama za imunologiju, epidemiologiju, infektivne bolesti i mikrobiologiju, Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, u oktobru 2020. godine, što je prikupljeno sa internet prezentacija ovih katedra. Autori naučnih publikacija koji se javljaju u okviru skupa podataka, a ne nalaze se u ovom primarnom skupu, nisu od interesa za analizu.

Fajl *autori.xlsx* sadrži sledeće informacije:

- *Ime*
- *Prezime*
- *Katedra* – na kojoj je posmatrani naučnik angažovan u oktobru 2020.
- *H indeks* – kao mera produktivnosti i citiranosti naučnika
- *Broj radova*

Ostali podaci iz primarnog skupa podataka, predstavljaju podatke o radovima dobijene iz indeksne baze naučnih radova *Scopus*, zaključno sa oktobrom 2020. Radovi su podeljeni u četiri datoteke gde svaka odgovara jednoj od prethodno pomenute katedre, *epidemiologija.xlsx*, *imunologija.xlsx*, *infektivne_bolesti.xlsx*, *mikrobiologija.xlsx*.

Podaci se sastoje od sledećih kolona:

- *Author* – ime zaposlenog kome je pridružena odgovarajuća publikacija u Scopus bazi,
- *Authors* – svi autori rada,

- *Title* – naslov publikacije,
- *Year* – godina izdavanja,
- *Source title* – ime časopisa u kome je rad objavljen,
- *Volume* – volumen časopisa u kome je rad objavljen,
- *Issue* – redni broj sveske časopisa u kome je rad objavljen,
- *Art. No.* – identifikacioni broj rada,
- *Page start* – početna stranica rada u časopisu,
- *Page end* – poslednja stranica rada u časopisu,
- *Page count* – ukupan broj stranica rada,
- *Cited by* – broj citata drugih autora prema Scopus bazi,
- *Link* – link ka izvoru,
- *Document Type* – tip rada,
- *Source* – indeksna baza koja predstavlja izvor podataka (Scopus).

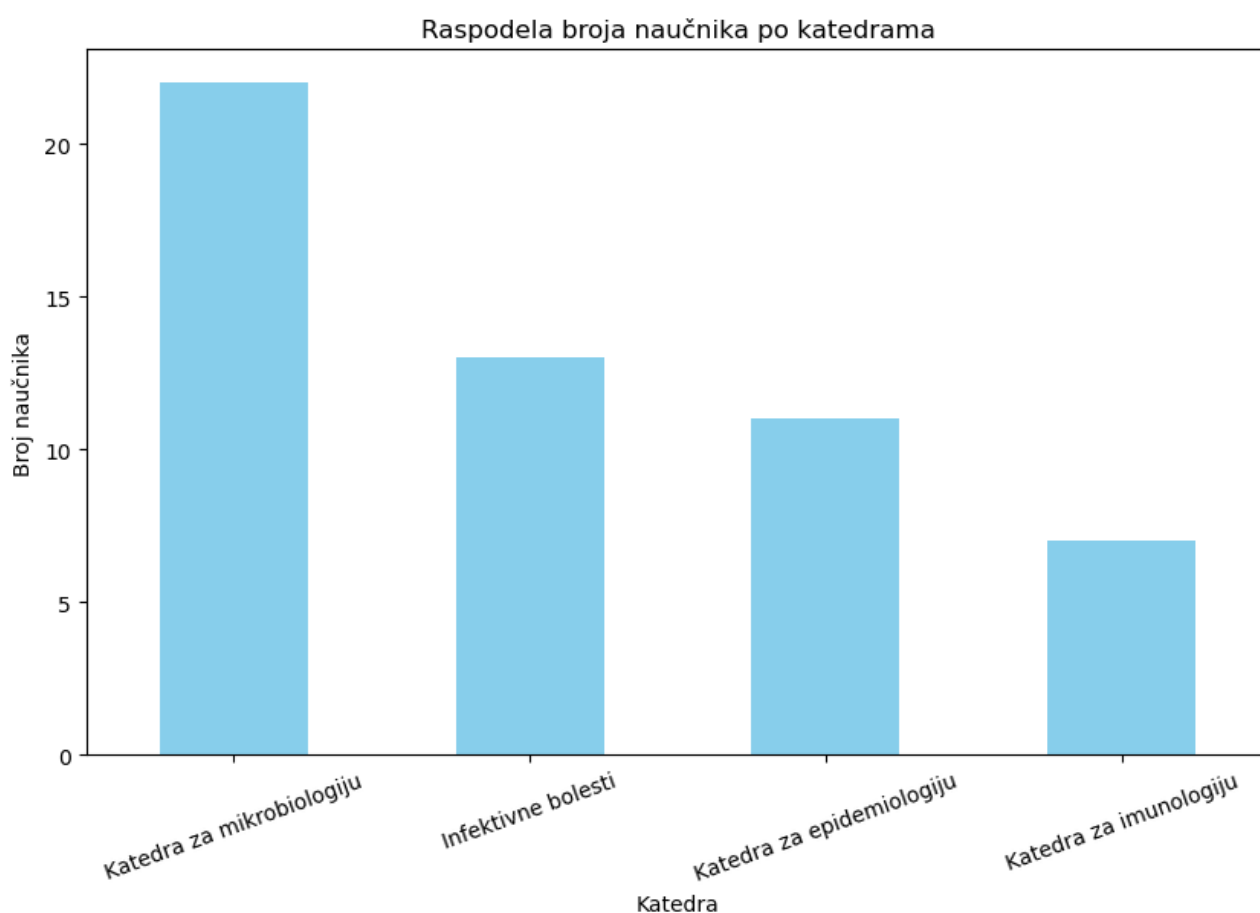
U analizi su od interesa samo publikacije tipa Article, Article in Press, Review, Book Chapter, Letter, Note, dok se ostale mogu zanemariti

3. BAZA PODATAKA

U ovom poglavlju biće dat opis baze podataka korišćene u ovom istraživanju.

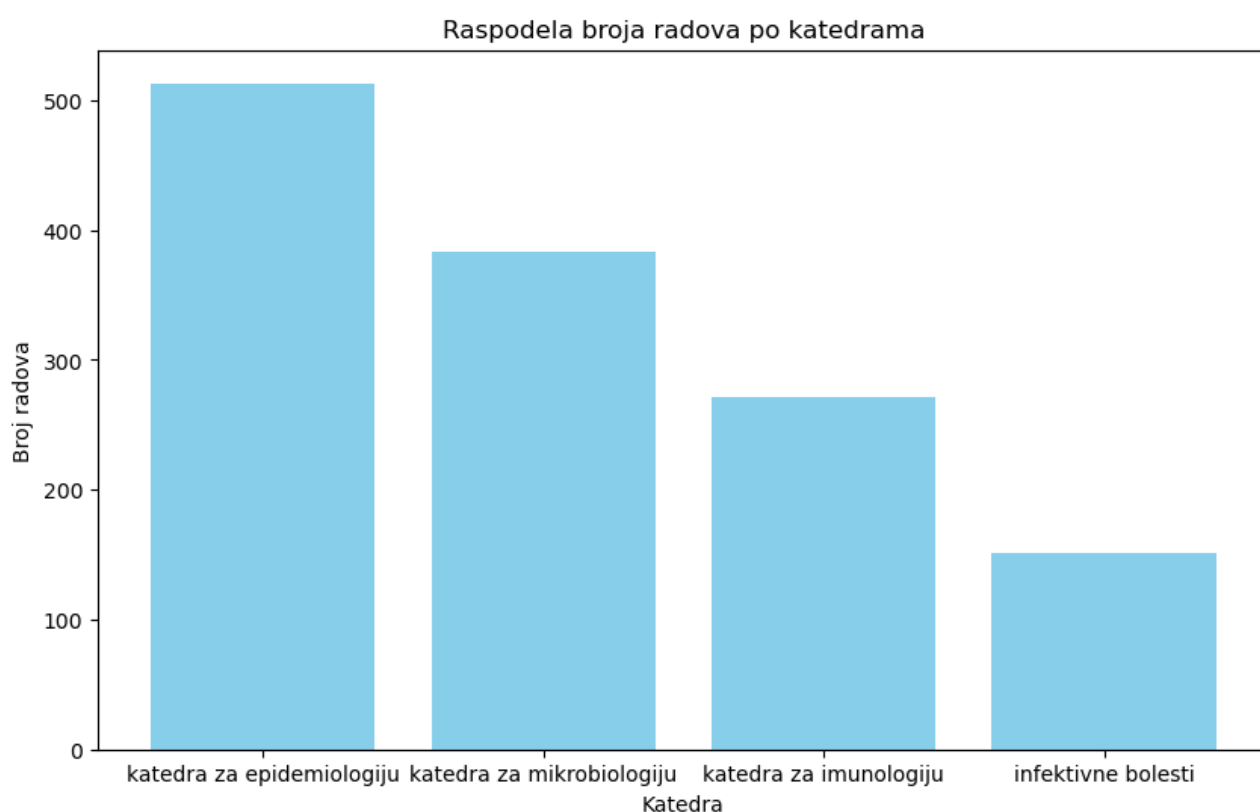
3.1. Opšte informacije

Fajl koji sadrži informacije o naučnicima, od interesa inicijalno sadrži informacije o 59 naučnika, analizom sadržaja fajla primećujemo da od toga postoji 6 naučnika koji ne sadrže informaciju u H indeksu i broju radova. Predmet ovog istraživanja je analiza naučne produkcije, samim tim nam zaposleni za koje nemamo informacije o radovima u posmatranom periodu nisu od interesa, i otklanjamo ih iz inicijalnog skupa podataka. Nakon čega je analizirana raspodela posmatranih naučnika po katedrama, koja je prikazana na slici 3.1.1. Sa koje primećujemo da aktivni naučnici koji se bave proučavanjem epidemiologije i zaraznih bolesti nisu ravnomerno raspoređeni po katedrama od interesa.



Slika 3.1.1. Raspodela broja naučnika po katedrama

Vršimo analizu radova prikupljenih iz *Scopus* baze, primećujemo da postoje duplikati. Konačan skup podataka je dobijen otklanjanjem među duplikatima, onih vrednosti koji sadrže manje informacija, fokusirajući se na broj citiranosti. Nakon uklanjanja podataka navedenim principom u bazi su ostala još dva para duplikata. Kod jednog od parova duplikata imamo dva puta identične informacije, tako da je nasumično vršeno uklanjanje jednog zapisa, dok je za drugi par izvršena provera dostupnosti izvora u *Scopus* bazi, i otklonjen je onaj duplikat čiji izvorni link ne vodi na traženi rad. Na slici 3.1.2. prikazan je raspodela broja radova po katedrama.



Slika 3.1.2. Raspodela broja radova po katedrama

Možemo primetiti da iako se na katedri za epidemiologiju nalazi manje autora u odnosu na katedru za mikrobiologiju (slika 3.1.1.), oni su učestvovali u pisanju većeg broja radova, čije vrednosti možemo videti u tabeli 3.1.1.

Tabela 3.1.1. Raspodela broja radova po katedrama

	<i>Infektivne bolesti</i>	<i>Katedra za epidemiologiju</i>	<i>Katedra za imunologiju</i>	<i>Katedra za mikrobiologiju</i>
<i>Broj radova</i>	151	513	271	383

4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Izvršena je statistička obrada podataka, sa fokusom na istraživačka pitanja data u postavci projekta [1].

4.1 . Analiza produktivnosti autora

Analiziran je očišćeni skup radova, u tabeli 4.1.1. vidimo 10 istraživača sa najvećim brojem radova na osnovu analiziranih podataka.

Tabela 4.1.1. Prikaz autora sa najviše radova celovito brojanje

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>Broj radova</i>
<i>Tatjana Pekmezović</i>	Katedra za epidemiologiju	262
<i>Vladimir Trajković</i>	Katedra za imunologiju	155
<i>Vera Pravica</i>	Katedra za imunologiju	87
<i>Ljiljana Marković-Denić</i>	Katedra za epidemiologiju	84
<i>Tatjana Gazibar</i>	Katedra za epidemiologiju	77

Uviđamo da Tatjana Pekmezović prednjači sa brojem radova, nakon nje se nalazi Vladimir Trajković sa 107 radova manje u odnosu na svoju koleginicom. Tatjana pripada katedri za epidemiologiju, koja kao što smo videli u analizi u prethodnom poglavlju broji najviše radova, njihova 3 autora se nalaze u prvih 5 po broju radova. Dok zanimljiva je činjenica da je druga katedra po broju radova iz prethodne analize katedra za mikrobiologiju, iako se njihovi autori ne nalaze u prvih 5. Prethodna tabela je dobijena celovitim brojanjem radova po autoru, dok ako uzmemo u obzir i broj koautora sa Medicinskog fakulteta koji su se bavili istim radom, dobijemo tabelu 4.1.2.

Tabela 4.1.2. Prikaz autora sa najviše radova frakcijalno brojanje

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>Broj radova</i>
<i>Tatjana Pekmezović</i>	Katedra za epidemiologiju	43.95
<i>Vladimir Trajković</i>	Katedra za imunologiju	24.21
<i>Ljiljana Marković-Denić</i>	Katedra za epidemiologiju	17.73
<i>Vera Pravica</i>	Katedra za imunologiju	14.16
<i>Tatjana Gazibar</i>	Katedra za epidemiologiju	13.98

Broj koautora je dobijen kao suma broja koautora sa fakulteta, i broja koautora van njega. Primećujemo da top 5 autora po broju radova su isti i sa celovitim i frakcijalnim brojanjem, samo su Vera Pravica i Ljiljana Marković-Denić premotavale mesta.

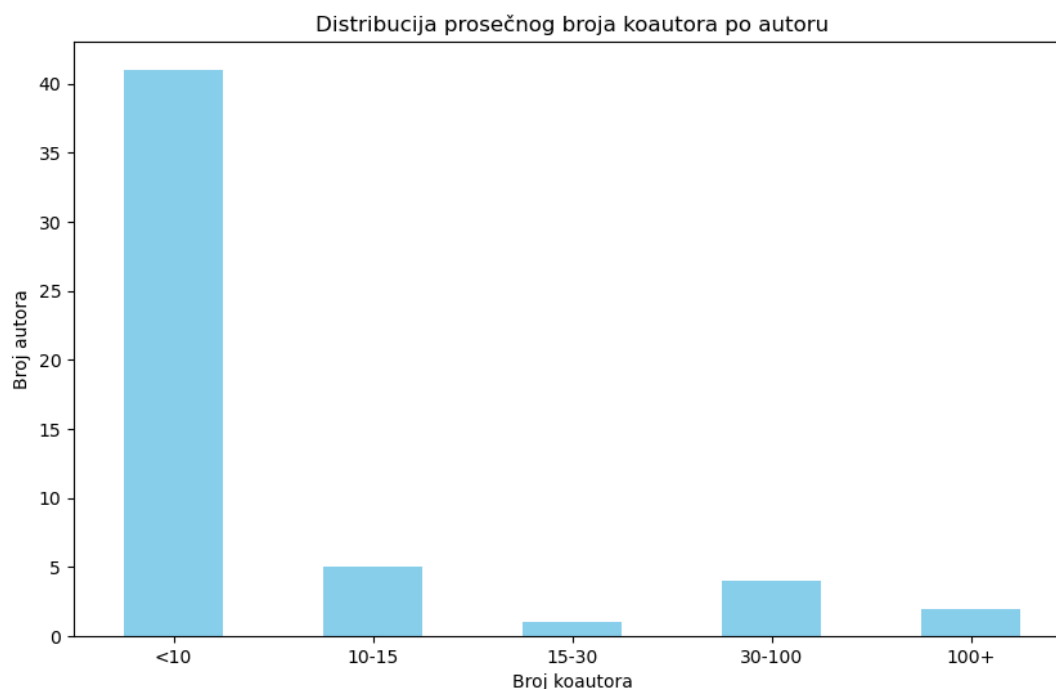
4.2 . Analiza broja koautora po svakom autoru

Analizom polja *Authors* u kome se nalaze informacije o koautorima na posmatranom radu, odvojenih zarezom. Utvrđen je prosečan broj koautora po svakom autoru koji nam je od interesa i čije ime i prezime se nalazi u *Author* koloni, treba napomenuti da je uzeta pretpostavka o ispravnosti stringa koji prestavlja koautore na radu, i da se autor nalazi u posmatranom stringu, zapisan kao prezime i početno slovo imena. U slučaju da autor ima dva prezimena uzeto je da se upisuju oba sa povlakom između njih. U tabeli 4.2.1. se nalazi 5 autora sa najvećim brojem koautora u proseku na svojim radovima.

Tabela 4.2.2. Prikaz autora sa najviše koautora u proseku na svojim radovima

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>Broj koautora</i>
<i>Elenora Dubljanin</i>	Katedra za mikrobiologiju	389.74
<i>Isidora Vujičić</i>	Katedra za epidemiologiju	342.81
<i>Valentina Arsić-Arsenijević</i>	Katedra za mikrobiologiju	71.82
<i>Maja Stanojević</i>	Katedra za mikrobiologiju	32.34
<i>Vladimir Trajković</i>	Katedra za imunologiju	32.00

Možemo primetiti da se prva dva autora iz tabele 4.2.2. ne nalaze u tabelama koje prikazuju broj autora sa najvećim brojem radova (4.1.1. i 4.1.2.), dok se ostali nalaze u sva tri posmatrana rezultata. Što znači da ova dva autora imaju manji broj radova, a oni su pisani u saradnji sa velikim brojem koautora. Sa slike 4.2.1. možemo primetiti da najveći broj autora ima manje od 10 koautora na svojim radovima, za koje možemo pretpostaviti da su oni više doprineli tim radovima.



Slika 4.2.1. Raspodela broja prosečnog broja koautora po autoru

4.3 . H-indeks

H-indeks je način da se u jednom podatku objedini informacija o broju publikacija autora i broju citata. Naučnik poseduje h-indeks od h ukoliko ima najmanje h radova, od kojih je svaki barem h puta citiran. [2]. U primarnom skupu podataka koji sadrži informaciju o autorima od interesa, imamo informaciju o njihovom H-indeksu, za te podatke znamo samo da su dobijeni sa prezentacija odgovarajućih katedri, vršeno je upoređivanje vrednosti tog H-indeksa sa izračunatim H-indeksom na osnovu prethodne definicije podacima o radovima iz *Scopus* baze. U tabeli 4.3.1. su prikazani dobijeni i izračunati H-indeks samo za autore kod kojih postoji razlika između te dve vrednosti.

Tabela 4.3.1. Prikaz autora za koje postoji razlika između izračunatog i dobijenog H-indeksa

<i>Autor</i>	<i>H-indeks dobijen</i>	<i>H-indeks izračunat</i>
<i>Vera Pravica</i>	35	33
<i>Nataša Vučković-Opavski</i>	1	0
<i>Aleksandar Džamić</i>	6	5
<i>Vladimir Trajković</i>	37	36
<i>Emina Milošević</i>	8	7

Primećujemo da je izračunati indeks manji od dobijenog, razlog odstupanja može biti nepoklapanje baza radova na osnovu kojih je računat H-indeks za autore, u ovom istraživanju je korišćena *Scopus* baza, dok nemamo informaciju na osnovu koje baze je dobijen izloženi H-indeks na sajtu fakulteta.

4.4 . Produktivnost

Produktivnost katedri na osnovu naučne produkcije i citiranosti u časopisima možemo da vidimo u tabeli 4.4.1.

Tabela 4.4.1. Produktivnost katedri

<i>Katedra</i>	<i>Ukupan broj radova</i>	<i>Ukupan broj citata</i>	<i>Rang na osnovu rada</i>	<i>Rang na osnovu citiranosti</i>	<i>Produktivnost</i>
<i>Katedra za Mikrobiologiju</i>	383	19081	2	1	3
<i>Katedra za Epidemiologiju</i>	513	6601	1	3	4
<i>Katedra za Imunologiju</i>	271	16380	3	2	5
<i>Infektivne bolesti</i>	151	717	4	4	8

Po ukupnom broju radova najproduktivnija katedra je Katedra za Epidemiologiju, dok ona po broju citata zauzima treće mesto, po broju citata najproduktivnija katedra je Katedra za Mikrobiologiju, koja je druga po ukupnom broju radova, zbog čega je prva po produktivnosti ako se gledaju obe vrednosti.

A ako posmatramo produktivnost istraživača sa Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na nivou celog fakulteta, iz podataka možemo videti da su autori bili najproduktivniji 2014 godine, kada su učestvovali u pisanju 107 radova, koji su citirani ukupno 2068 puta, dok produktivnost po godinama na nivou katedri možemo videti u tabeli 4.5.1.

Tabela 4.4.2. Najproduktivnije godine po katedri

<i>Katedra</i>	<i>Godina</i>	<i>Broj radova</i>	<i>Broj citata</i>
<i>Katedra za Mikrobiologiju</i>	2014	50	1266
<i>Katedra za Epidemiologiju</i>	2018	50	2170
<i>Katedra za Imunologiju</i>	2012	21	3118
<i>Infektivne bolesti</i>	2019	16	32

Iz tabele 4.4.2. vidimo da je katedra za epidemiologiju doprinela u preko trećini radova, u najproduktivnijoj godini na nivou fakulteta.

4.5 . Raspodela po časopisima

Na osnovu datog skupa podata, možemo videti u kojim časopisima ovi autori pretežno objavljuju radove koji su od interesa za oblast epidemiologije i zaraznih bolesti. U tabeli 4.6.1. vidimo pet najpopularnijih časopisa na osnovu ulaznog skupa podataka.

Tabela 4.5.1. Časopisi sa najviše objavljenih radova

<i>Časopis</i>	<i>Broj objavljenih radova</i>
<i>Srpski arhiv za celokupno lekarstvo</i>	80
<i>Vojnosanitetski pregled</i>	37
<i>Archives of biological sciences</i>	34
<i>Medicinski pregled</i>	27
<i>Vojnosanitetski pregled. Military-medical and pharmaceutical review</i>	24

Iz tabele 4.6.1. možemo videti da autori pretežno objavljuju radove u domaćim časopisima. A ako posmatramo učestalost objavljivanja na nivou pojedinačnih katedri, možemo iz tabele 4.5.2. videti da sve katedre, osim katedre za imunologiju objavljuju u proseku 2 rada po časopisu. Takođe ako pogledamo nazive časopisa koji po broju objavljenih radova zauzimaju 2 i 5 mesto, možemo zaključiti da predstavljaju isti časopisi gde u jednom slučaju imamo samo naziv na srpskom jeziku, a na drugim mestima imamo naziv na srpskom i na engleskom, kao naziv časopisa. Iz toga zaključujemo da u časopisu Vojnosanitetski pregled (engl. *Military-medical and pharmaceutical review*) je objavljeno 61 rad, i predstavlja drugi časopis po broju objavljenih radova.

Učestalost objavljivanja u časopisima po katedrama, je izračunata kao odnos ukupnog broja radova i broja jedinstvenih časopisa u kojima su objavljivani radovi sa te katedre. U tabeli 4.5.2. vidimo da u proseku katedre objavljuju 2 rada po časopisu, a ta vrednost je nešto manja za katedru za imunologiju.

Tabela 4.5.2. Učestalost objavljivanja po katedrama

<i>Katedra</i>	<i>Ukupan broj radova</i>	<i>Broj časopisa</i>	<i>Učestalost</i>
<i>Katedra za Mikrobiologiju</i>	513	233	2.15
<i>Katedra za Epidemiologiju</i>	271	178	2.20

<i>Katedra za Imunologiju</i>	383	164	1.65
<i>Infektivne bolesti</i>	151	66	2.28

4.6 . Broj autora po radu

Autori na svojim radovima mogu da sarađuju sa jednim ili više koautora. Koji su nekad pripadnici iste institucije, a mogu i da budu eksterne kolege. Na ovaj način se povezuje naučna zajednica i zajedničkim snagama dolaze do najboljih mogućih zaključaka. Posmatrali smo koliko autori sa Medicinskog fakulteta sarađuju međusobno, a u kojoj meri sa autorima van ove institucije. Vršena je analiza niza koji predstavlja koautore u datim podacima, i na osnovu skraćenih imena autora sa fakulteta vršeno je uklanjanje njihovih imena iz liste autora. U tabeli 4.6.1. možemo videti sa koliko autora sa fakulteta, i van njega u proseku sarađuju autori u odnosu na katedre. Na nivou celog fakulteta prosečan broj koautora sa fakulteta je 1.67, a van njega 27.

Tabela 4.6.1. Broj koautora na radovima po katedrama

<i>Katedra</i>	<i>Broj autora sa fakulteta</i>	<i>Broj autora van fakulteta</i>
<i>Katedra za Mikrobiologiju</i>	1.87	56.57
<i>Katedra za Epidemiologiju</i>	1.37	23.95
<i>Katedra za Imunologiju</i>	1.35	20.26
<i>Infektivne bolesti</i>	2.01	7.19

5. OSNOVNE KARAKTERISTIKE MREŽE

U ovom poglavlju biće analizirane osnove karakteristike mreže autora. Konstruisan je neusmereni težinski graf, gde čvor predstavlja autora, veza između njih znači da su zajedno radili na pisanju rada, dok je težina te veze broj napisanih radova. Pored identifikacionih podataka autora (Ime i Prezime) čvor čuva i informaciju kojoj katedri autor pripada.

5.1. Gustina mreže

Gustina mreže se računa kao količnik ukupnog broja grana i maksimalnog mogućeg broja grana u mreži. Koristi se kao gruba procena mreže, realne mreže su retke, tj. imaju malu gustinu. Mreža autora konstruisana od ulaznih podataka ima gustinu 0.175 što se slaže sa činjenicom da je upitanju realna mreža naučnih kolaboracija.

5.2. Prosečna distanca i dijametar

Prosečna distanca u mreži je prosečna dužina svih najkraćih puteva između čvorova u mreži, dok dijametar predstavlja najdužu putanju, od svih najkraćih putanja između dva čvora u mreži. Koncept distanci govori o načinu širenja i doseg informacija, što su ove vrednosti manje to je mreža povezaniya i više autora je međusobno direktno sarađivalo na radu. Prosečna distanca kreirane mreže je 2.36 dok je dijametar 5. Što nam govori da u proseku je potrebno pogledati saradnike, saradnika naših saradnika da bi došli do svake osobe na fakultetu.

5.3. Povezanost i centralizovanost mreže

Posmatrana mreža sadrži jednu džinovsku povezanu komponentu, to znači da ne postoji autor na Medicinskom fakultetu, koji nije sarađivao sa barem jednim kolegom. Takođe znači da ne postoji podela takva da neka grupa autora sarađuje samo jedni sa drugima, a ne i sa ostatkom fakulteta. Centralnost mreže autora je 0.1942 računata je na osnovu formule (5.3.1.),

$$C_D(G) = \frac{\sum_{i=1}^{|V|} [C_D(v_*) - C_D(v_i)]}{\sum_{j=1}^{|V|} [C_D(y_*) - C_D(y_j)]} \quad (5.3.1.)$$

Gde $G(V,E)$ predstavlja mrežu autora, $X(Y,Z)$ mreža sa istim brojem čvorova koja ima topologiju zvezde. A čvor označen sa * je onaj sa najvećim stepenom u mreži. Veći procenat centralizacije mreže ukazuje na postojanje čvorova koji su u boljoj poziciji u odnosu na ostale, što ovde nije slučaj.

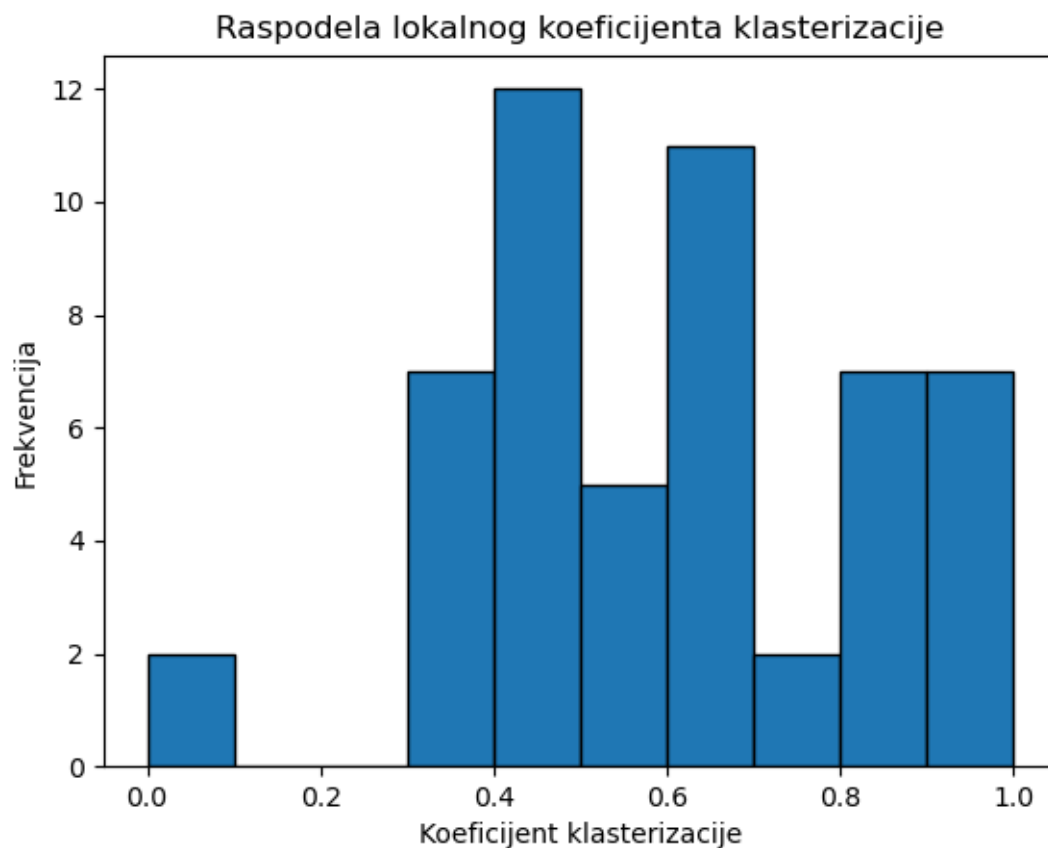
5.4. Koeficijent klasterizacije

Koeficijent klasterizacije opisuje tendenciju čvora ka tome da stvori kliku. Kliku je podgraf koji se sastoji od najvećeg mogućeg skupa čvorova koji su međusobno povezani svaki sa svakim. U tabeli 5.4.1. možemo videti vrednost lokalnog i globalnog koeficijenta klasterizacije posmatrane mreže, kao i *Erdos-Renzi* i *scale-free* mreže istih dimenzija.

Tabela 5.4.1. Koeficijenti klasterizacije

	<i>Graf autora</i>	<i>Erdos-Renzi</i>	<i>Scale-free</i>
<i>Globalni koeficijent</i>	0.54	0.17	0.19
<i>Lokalni koeficijent</i>	0.60	0.17	0.27

Primećujemo da su koeficijenti klasterizacije mreže autora veći u odnosu na koeficijente kod posmatranih mrežnih modela. Globalni koeficijent nam pokazuje da mreža autora ima tendencije da formira grupe, gde koautori posmatranog čvora takođe sarađuju međusobno, dok lokalni koeficijent nam pokazuje da autori u našoj mreži imaju tendenciju da sarađuju međusobno. Kod *Scale-free* mreže koeficijent klasterizacije je viši u odnosu na *Erdos-Renzi* zbog postojanja habova. Na slici 5.4.1. možemo videti raspored koeficijenta klasterizacije mreže autora.

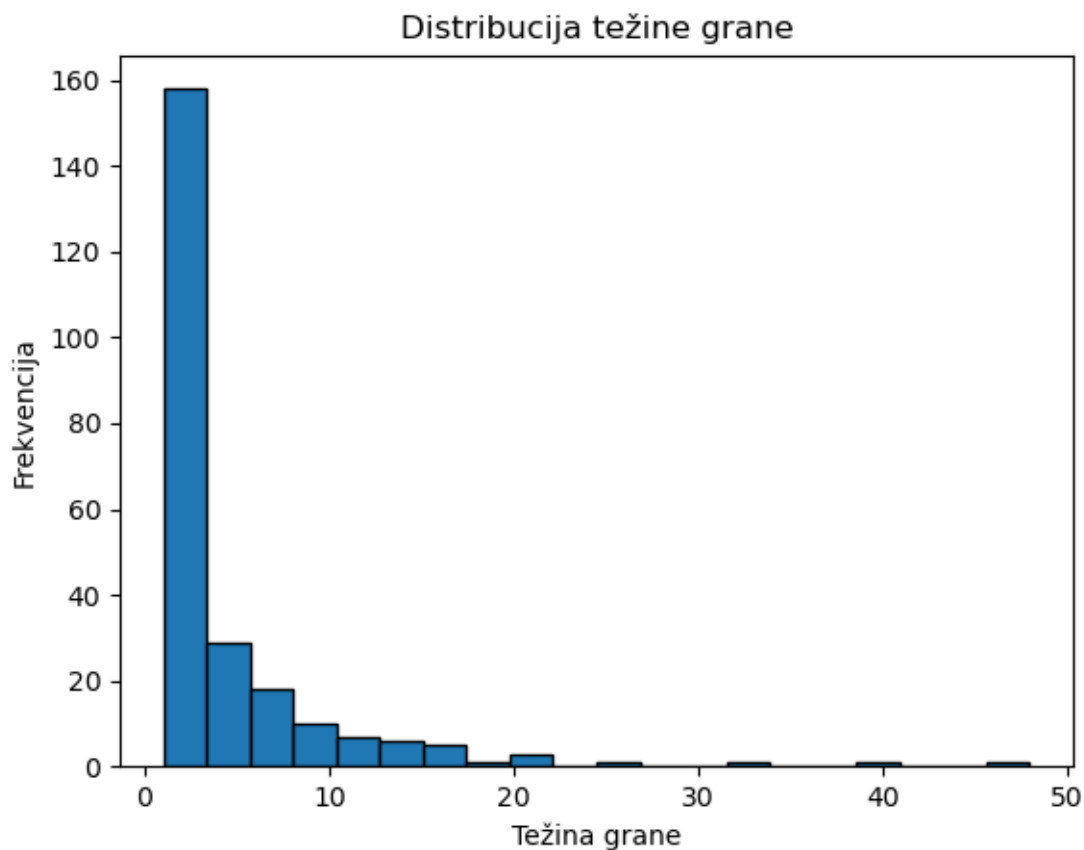


Slika 5.4.1. Raspodela lokalnog koeficijenta klasterizacije

Sa slike 5.4.1. možemo videti da većina autora ima umereni koeficijent klasterizacije 0.4-0.6, dok postoji i veliki broj čvorova koji ima koeficijent klasterizacije oko 0.9 što znači da oni formiraju jako povezane grupe.

5.5. Tendencija povezivanja sa istim koautorima

Na osnovu koeficijenta klasterizacije smo videli da autori imaju tendenciju da stvaraju grupe, i da sarađuju sa kolegama na svojim istraživanjima. Grana u grafu nam znači da postoji barem jedan rad na kome su dva povezana autora sarađivala, a šta ako ih ima više? Težina grane nam predstavlja broj radova na kojima su dva autora sarađivala, i na osnovu nje možemo videti da li oni imaju tendenciju da sarađuju sa istim koautorima, to je prikazano na slici 5.5.1.



Slika 5.5.1. Distribucija težine grane

Primećujemo da distribucija težine grane ima izgled opadajućí eksponencijalne funkcije, gde većina autora sarađuje sa različitim kolegama na jednom radu. Ali vidimo i da postoje autori koji su sarađivali međusobno na 20 radova.

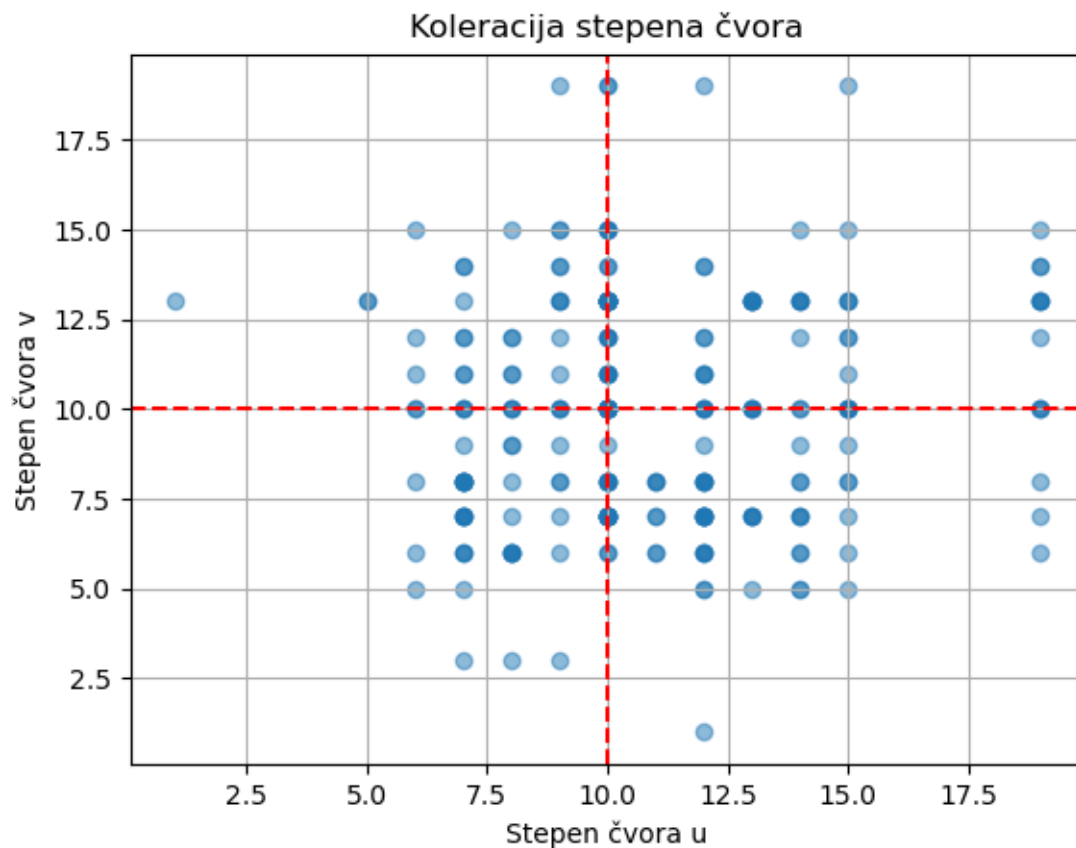
5.6. Mali svet

Fenomen malog sveta je definisan kao koncept da je svaka osoba indirektno povezana sa drugom preko malog broja indirektnih veza u velikim socijalnim mrežama. Posmatrana mreža autora ne predstavlja veliku socijalnu mrežu, ali ispoljava osobine mreže malog sveta:

- Mala prosečna udaljenost
- Visok stepen klasterizacije

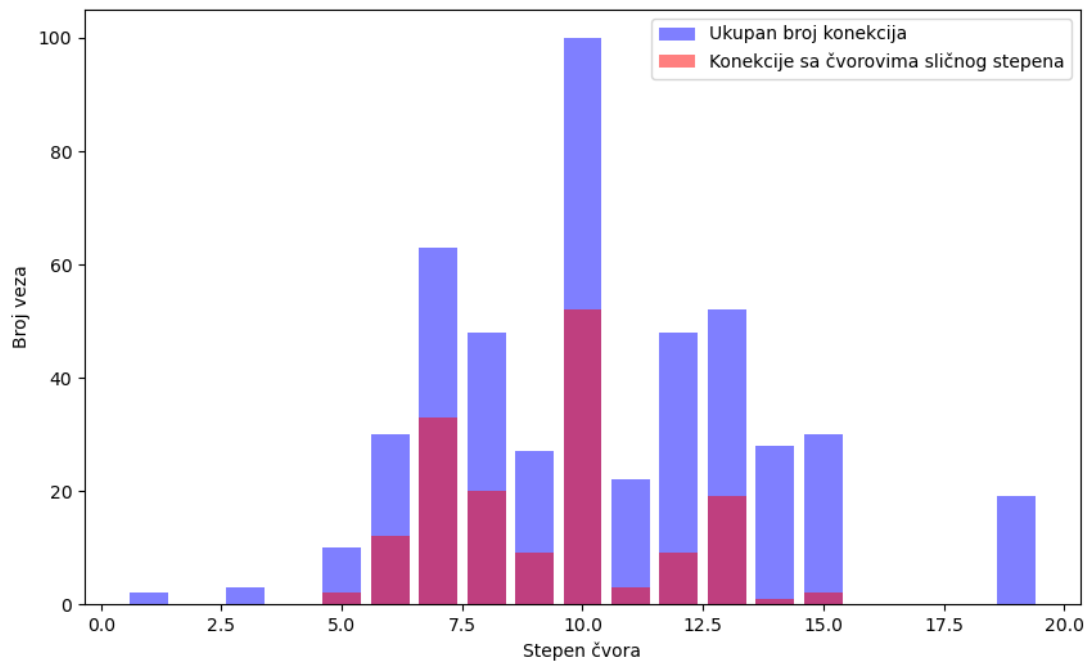
5.7. Asortivnost

Asortivnost pokazuje da li mreža ispoljava osobine homofilije ili heterofilije. Izračunava se u kontekstu stepena čvora, ako čvorovi istog stepena imaju tendenciju da se povezuju sa čvorovima sličnog stepena, mreža ispoljava osobine homofilije, u suprotnom heterofilije. Koeficijent asortivnosti uzima vrednost u skupu $[-1, 1]$, gde vrednost bliža 1 predstavlja da mreža ima osobine homofilije, dok vrednost bliža -1 heterofilije. Stepen asortivnosti mreže autora je 0.046, koleraciju između stepena povezanih čvorova vidimo na slici 5.7.1.



Slika 5.7.1. Koleracija stepena čvora

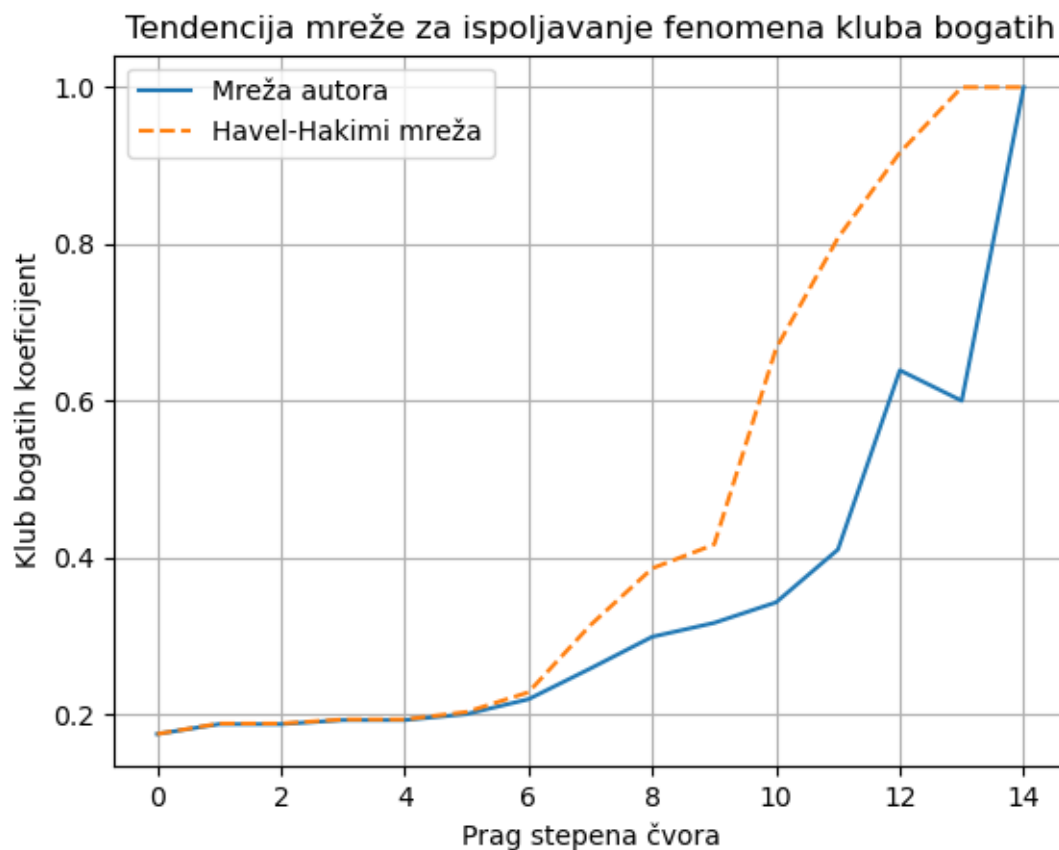
Sa slike 5.7.1. vidimo relativno uniformnu raspodelu tačaka korelacije u sva četiri kvadranta, ali i sam koeficijent asortivnosti je blizak nuli, pa je homofilija jako nisko izražena. Njeno pojavljivanje možemo bolje videti na slici 5.7.2. gde je prikazana tendencija čvora da stupi u veze sa drugim autorom sličnog stepena.



Slika 5.7.2. Raspodela broja veza čvora određenog stepena

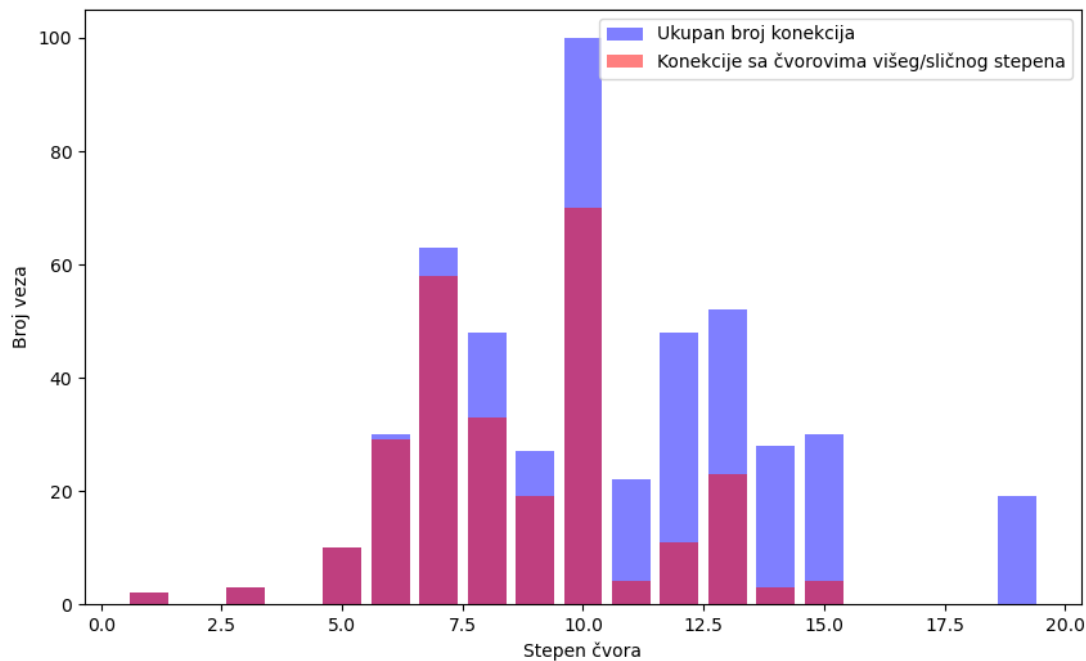
5.8. Fenomen kluba bogatih

Koeficijent kluba bogatih je mera koja kazuje koliko dobro povezani čvorovi imaju tendenciju da se međusobno povezuju. Na slici 5.8.1. je prikazana raspodela koeficijenta kluba bogatih mreže autora, u odnosu na Havel-Hakim mrežu istih dimenzija, koja ima izraženi koeficijent kluba bogatih, zato što se sama mreža pravi tako što se spajaju čvorovi najvišeg stepena međusobno, pa se ostali čvorovi sortiraju na osnovu stepena i ponavlja se proces sve dok se ne dobije povezan graf.



Slika 5.8.1. Tendencija mreže za ispoljavanje fenomena kluba bogatih

Sa slike 5.8.1. vidimo da mreža autora ima manje izraženu tendenciju za ispoljavanje fenomena kluba bogatih u odnosu na Havel-Hakim mrežu. Ali je funkcija svakako rastuća pa postoje veze između čvorova visokog stepena, na slici 5.8.2. je prikazano u zavisnosti od stepena čvora odnos ukupnog broja konekcija i konekcija sa čvorovima istog ili višeg stepena od posmatranog.

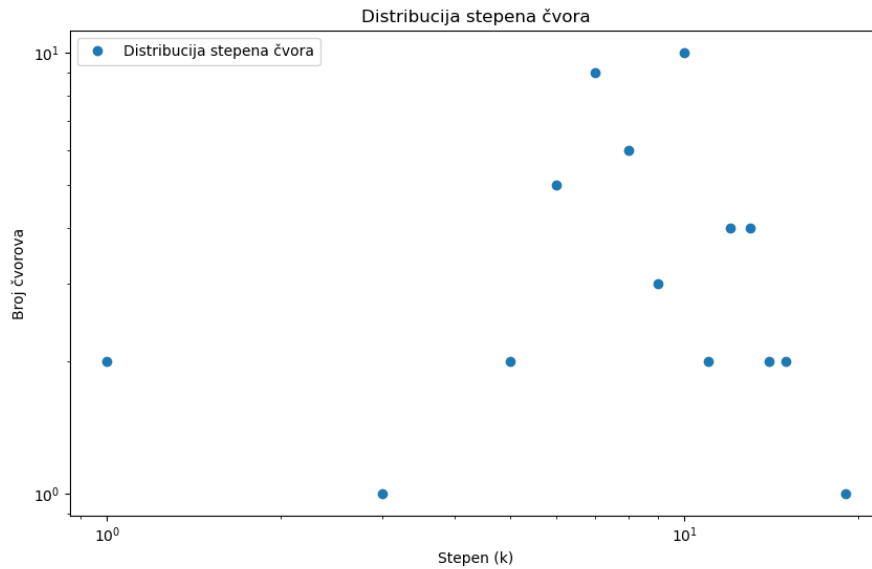


Slika 5.8.2. Odnos ukupnog broja veza čvora određenog stepena, i veza sa čvorovima istog ili višeg stepena

Sa slike 5.8.2. vidimo da čvorovi višeg stepena se konektuju međusobno ali fenomen kluba bogatih nije izražen u ovoj mreži. Možemo primetiti da postoje habovi, zato što se čvorovi nižeg stepena pretežno vezuju za čvorove višeg stepena.

5.9. Distribucija stepena čvorova

Kao što se može videti i na 5.8.2. čvorovi koji predstavljaju autore imaju različite vrednosti stepena, a na 5.9.1. možemo pogledati kako su te vrednosti distribuirane u našem grafu.



Slika 5.9.1. Distribucija stepena čvora

Sa slike 5.9.1. ne možemo proceniti tip funkcije koja bi mogla da se formira kroz date tačke i da ih najbliže opiše. Iskoristićemo paket u programskom jeziku Python, koji je korišćen kroz ovaj zadatak, paket je opisan u [3]. I uporediti powerlaw funkciju sa drugim funkcijama za opisivanje sistema. Na osnovu rezultata odgovarajuće funkcije za upoređivanje dobili smo da powerlaw približnije opisuje podatke od eksponencijalne funkcije, kao i od *truncated-power-low*, ali pošto parametri powerlaw funkcije imaju visoke vrednosti. Eksponent od 12.058 sa velikim standardnim odstupanjem od 3.69 što se ne nalazi u očekivanom opsegu. Powerlaw raspodela se iskazuje tek od čvorova sa stepenom 13 što predstavlja jako mali broj podataka. Čvorovi ne prate powerlaw raspodelu iako za nju dobijamo da je bolja od ostalih, već predstavljaju neku na izgled nasumičnu distribuciju što odgovara korišćenju realnog seta podataka.

6. CENTRALNOST MREŽE

Mere centralnosti otkrivaju koji čvorovi su bitni za određivanje povezanosti mreže. Daju uvid o položaju pojedinačnih aktera u mreži, računa se za pojedinačne čvorove ali i za celu mrežu.

6.1. Mere centralnosti

Posmatraćemo 4 različite mere centralnosti, i videti koji autori dolaze do isticaja putem ovih vrednosti. Centralnost po stepenu (DC), autori koji se ističu po ovoj vrednosti se smatraju komunikativnim, i sarađivali su sa velikim brojem različitih kolega na svojim radovima, predstavlja broj direktnih suseda čvora u mreži. Centralnost po bliskosti (CC), prikazuje čvorove koji nisu centralni, ali su dosta povezani i bitni, influenseri. Relaciona centralnost (BC), ukazuje na aktera koji je bitan u mreži za povezivanja. Dok centralnost po sopstvenom vektoru (EVC) koristi koncept uticaja i moći. Čvor je uticajniji ukoliko i njegovi susedi imaju veliki broj suseda. Čvor je moćniji ukoliko njegovi susedi nemaju veliki broj svojih suseda. U tabeli 6.1.1. prikazano je 5 autora koji se najviše ističu po centralnosti po stepenu.

Tabela 6.1.1. Prikaz autora opadajući po stepenoj centralnosti

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>DC</i>	<i>CC</i>	<i>BC</i>	<i>EVC</i>
<i>Ivana Lazarević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.36	0.55	0.17	0.30
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	0.29	0.51	0.07	0.27
<i>Maja Cupić</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.29	0.51	0.07	0.18
<i>Vera Mijac</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.27	0.50	0.07	0.12
<i>Milos Korać</i>	Infektivne bolesti	0.27	0.49	0.05	0.27

Primećujemo da među komunikativnim autorima, onima koji imaju veliku centralnost po stepenu nalaze se autori sa dve katedre, što su dve katedre koje su imale najveći prosečni broj autora sa fakulteta u svojim radovima.

U tabeli 6.1.2. prikazano je koji autori se ističu po centralnosti po bliskosti.

Tabela 6.2.1. Prikaz autora opadajući po centralnosti po bliskosti

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>DC</i>	<i>CC</i>	<i>BC</i>	<i>EVC</i>
<i>Ivana Lazarević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.36	0.55	0.17	0.30
<i>Aleksandra Knežević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.19	0.51	0.03	0.14
<i>Maja Cupić</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.29	0.51	0.07	0.18
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	0.29	0.51	0.06	0.27
<i>Vera Pravica</i>	Katedra za imunologiju	0.23	0.51	0.05	0.12

Centralnost po bliskosti prikazuje čvorove koji predstavljaju centre okupljanja, možemo primetiti iz tabela 6.1.1. i 6.1.2. da Ivana Lazarević predstavlja i centar okupljanja na nivou fakulteta i sarađuje sa dosta različitih kolega. Možemo pogledati i koji autori predstavljaju centre okupljanja na svakoj različitoj katedri u tabeli 6.1.3.

Tabela 6.1.3. Prikaz najboljih predstavnika svake od katedri po centralnosti po bliskosti

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>DC</i>	<i>CC</i>	<i>BC</i>	<i>EVC</i>
<i>Ivana Lazarević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.36	0.55	0.17	0.30
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	0.29	0.51	0.06	0.27
<i>Vera Pravica</i>	Katedra za imunologiju	0.23	0.51	0.05	0.12
<i>Sandra Spasić-Grujičić</i>	Katedra za epidemiologiju	0.15	0.44	0.03	0.07

U tabeli 6.1.4. prikazano je 5 najuticajnijih autora po relacionoj centralnosti, to su autori koji povezuju različite delove mreže.

Tabela 6.1.4. Prikaz autora opadajući po relacionoj centralnosti.

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>DC</i>	<i>CC</i>	<i>BC</i>	<i>EVC</i>
<i>Ivana Lazarević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.36	0.55	0.17	0.30
<i>Tatjana Pekmezović</i>	Katedra za epidemiologiju	0.23	0.44	0.10	0.77
<i>Vera Mijac</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.27	0.50	0.07	0.12
<i>Ljiljana Marković-Denić</i>	Katedra za epidemiologiju	0.19	0.43	0.07	0.16
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	0.29	0.51	0.07	0.27

Iz tabele 6.1.4. primećujemo da Ivana Lazarević i povezuje različite delove mreže. A ako pogledamo uticajne autore po centralnosti po sopstvenom vektoru, prikazane u tabeli 6.1.5.

Tabela 6.1.4. Prikaz autora opadajući po centralnosti po sopstvenom vektoru

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>DC</i>	<i>CC</i>	<i>BC</i>	<i>EVC</i>
<i>Ivana Lazarević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.36	0.55	0.17	0.30
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	0.29	0.51	0.07	0.27
<i>Miloš Korać</i>	Infektivne bolesti	0.27	0.49	0.05	0.27
<i>Nataša Nikolić</i>	Infektivne bolesti	0.25	0.46	0.01	0.26
<i>Nikola Mitrović</i>	Infektivne bolesti	0.25	0.46	0.01	0.26

Iz tabele 6.1.4. primećujemo da katedra za Infektivne bolesti dolazi do izražaja u slučaju centralnosti po sopstvenom vektoru. Centralnost po sopstvenom vektoru ističe autore koji su ili uticajniji, ukoliko i njegovi susedi imaju veliki broj suseda, ili moćniji ukoliko njegovi susedi nemaju veliki broj suseda. Ivana i Goran se

nalaze u vrhu i po centralnosti po bliskosti, tako da oni predstavljaju uticajnije autore, dok ostale tri kolege predstavljaju moćnije autore.

6.2. Kompozitna centralnost

Cilj istraživanja je posmatranje naučne produkcije iz oblasti epidemiologije i zaraznih bolesti na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beograd. Od značaja nam je da autori sarađuju međusobno i dele znanja iz svojih referentnih oblasti. Hoćemo da naglasimo moćnije autore, koji su sarađivali sa dosta kolega, i predstavljaju spone između različitih katedri, zato je stavljen akcenat na relacionu centralnost i centralnost po sopstvenom vektoru. Takođe su naglašeni autori sa visokom stepenom centralnosti zbog sarađivanja sa dosta svojih kolega. Za heuristiku kompozitne centralnosti uzeta je formula (6.1)

$$centrality = 0.25 * DC + 0.1 * CC + 0.3 * BC + 0.35 * EVC \quad (6.1)$$

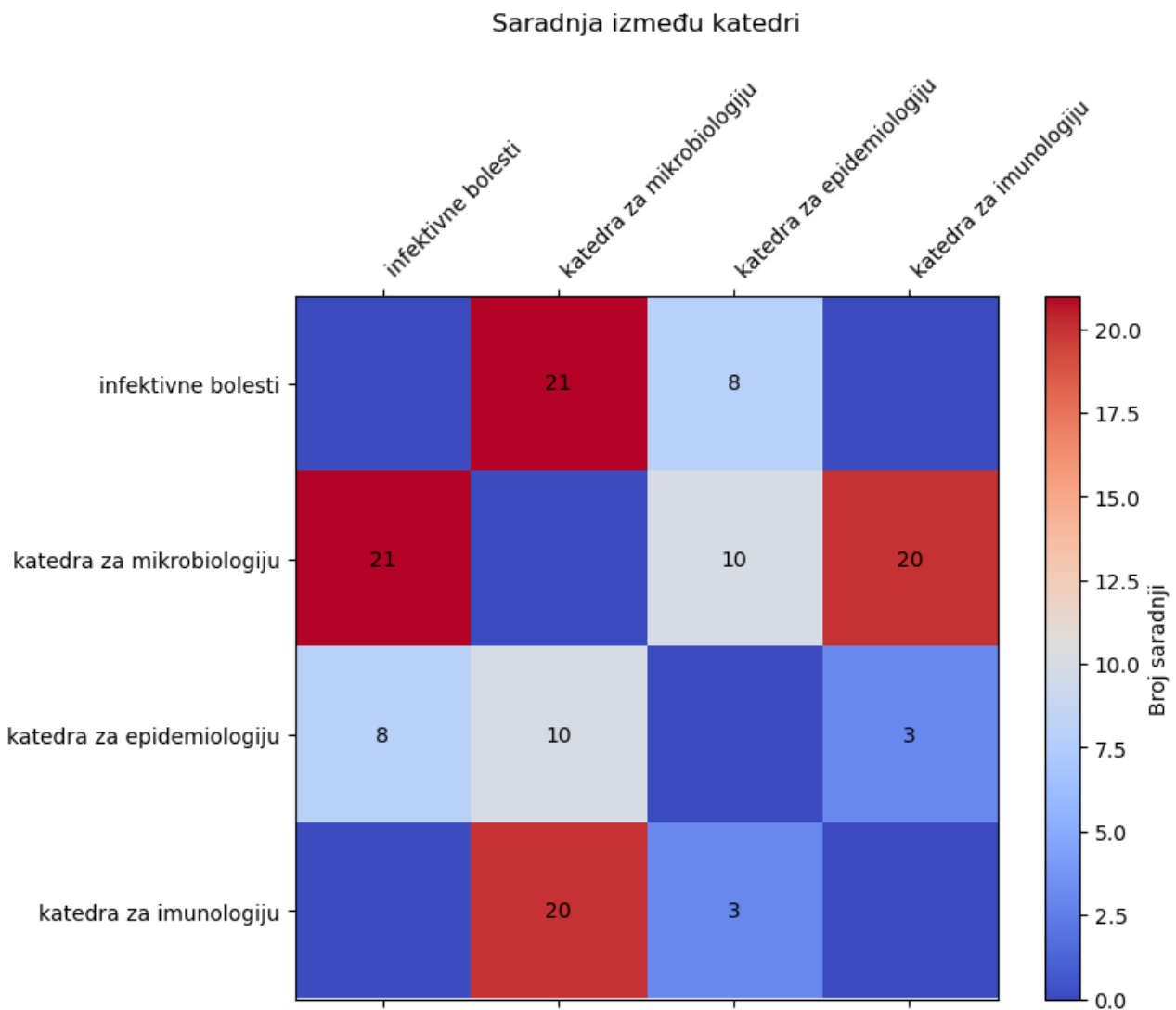
Na osnovu ove karakteristike izdvajaju se autori prikazani u tabeli 6.2.1. na nivou celog fakulteta.

Tabela 6.2.1. Prikaz autora opadajući po centralnosti po kompozitnoj vrednosti

<i>Autor</i>	<i>Katedra</i>	<i>DC</i>	<i>CC</i>	<i>BC</i>	<i>EVC</i>	<i>Comp</i>
<i>Ivana Lazarević</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.36	0.55	0.17	0.30	0.30
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	0.29	0.51	0.07	0.27	0.24
<i>Miloš Korać</i>	Infektivne bolesti	0.27	0.49	0.05	0.27	0.22
<i>Ksenija Bojović</i>	Infektivne bolesti	0.25	0.47	0.06	0.24	0.21
<i>Maja Cupić</i>	Katedra za mikrobiologiju	0.25	0.46	0.01	0.26	0.21

6.3. Saradnja katedri

Na slici 6.3.1. prikazan je broj radova koji su pisali autori sa različitih katedri zajedno.



Slika 6.3.1. Grafički prikaz saradnje između različitih katedri

Možemo primetiti da najviše sarađuje katedra za mikrobiologiju, i to sa katedrom za infektivne bolesti i katedrom za imunologiju, iako te dve katedre ne sarađuju direktno na izradi radova. Možemo videti ko od autora predstavlja najbitnije veze između različitih katedri u tabeli 6.3.1.

Tabela 6.3.1. Prikaz autora mostova između različitih katedri

Autor	Katedra	Broj radova sa drugim katedrama
Ivana Lazarević	Katedra za mikrobiologiju	9
Maja Cupić	Katedra za mikrobiologiju	8

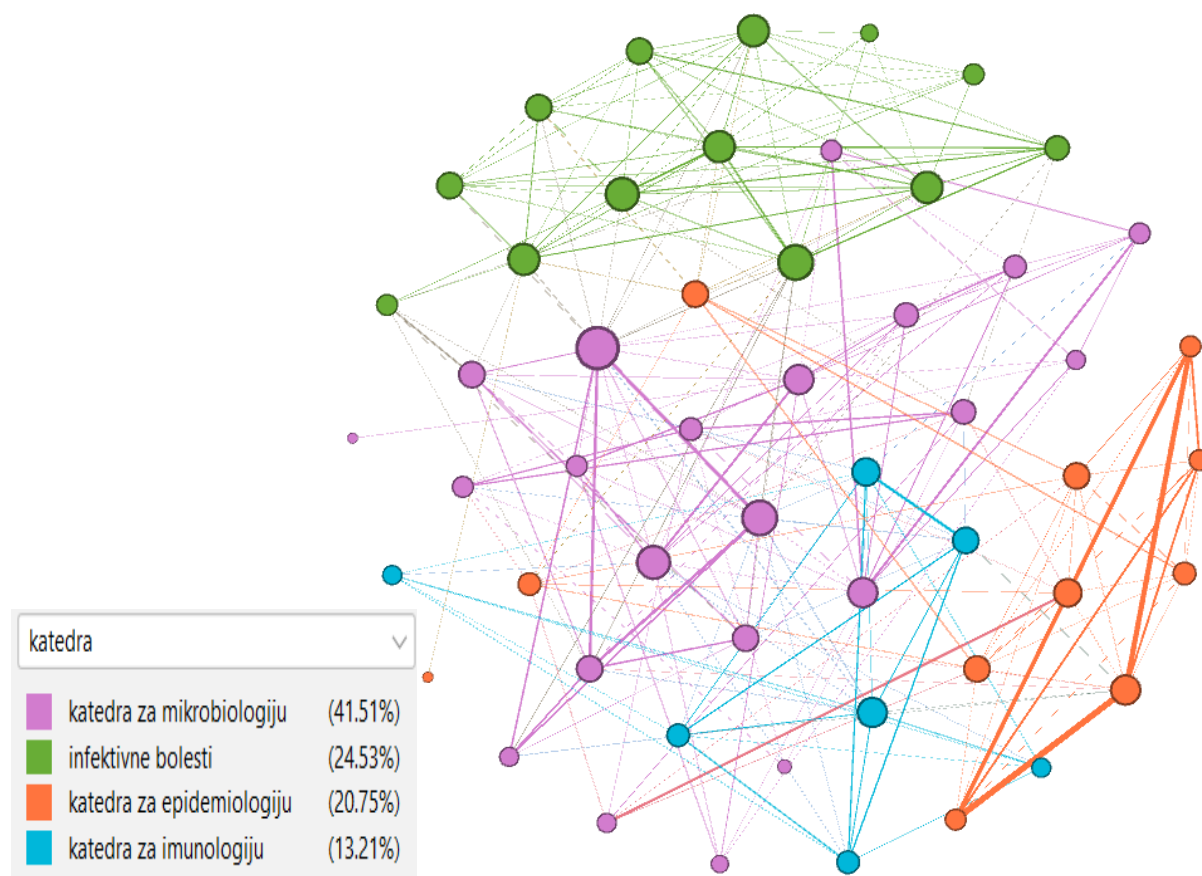
<i>Goran Stevanović</i>	Infektivne bolesti	7
<i>Vera Pavica</i>	Katedra za imunologiju	6
<i>Dušan Popadić</i>	Katedra za imunologiju	6
<i>Ljiljana Marković-Denić</i>	Katedra za epidemiologiju	6

7. KOMUNE

Stvaranje komuna u mrežama je posledica homofilije i asortivnosti. Homofilija predstavlja tendenciju ljudi da stvaraju veze sa sličnim ljudima.

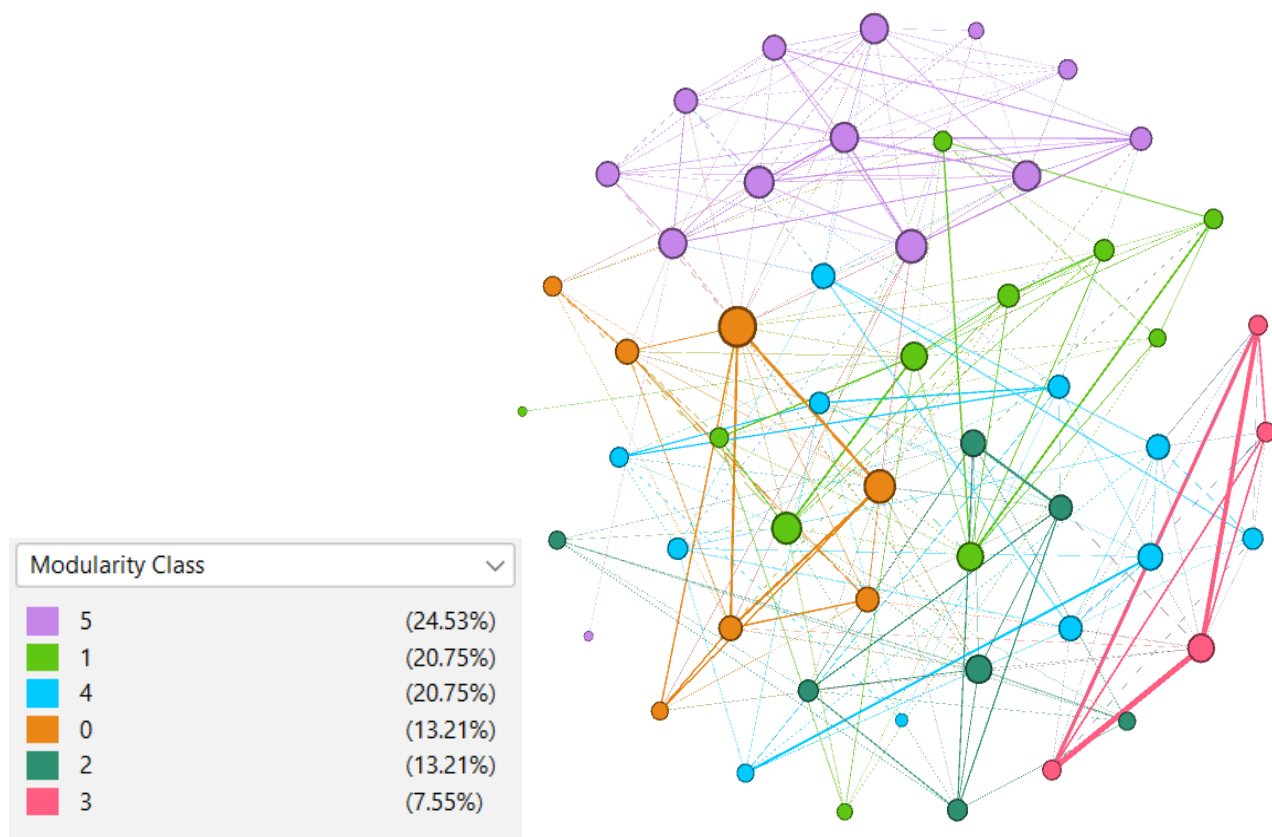
7.1. Detekcija komuna *Luvenskom* metodom

Alat *Gephi* je korišćen za detekciju komuna *Luvenskom* metodom i vizuelizaciju rezultata. Na slici 7.1.1 možemo videti jednu takvu vizuelizaciju gde su čvorovi podeljeni na komune na osnovu pripadnosti određene katedre.



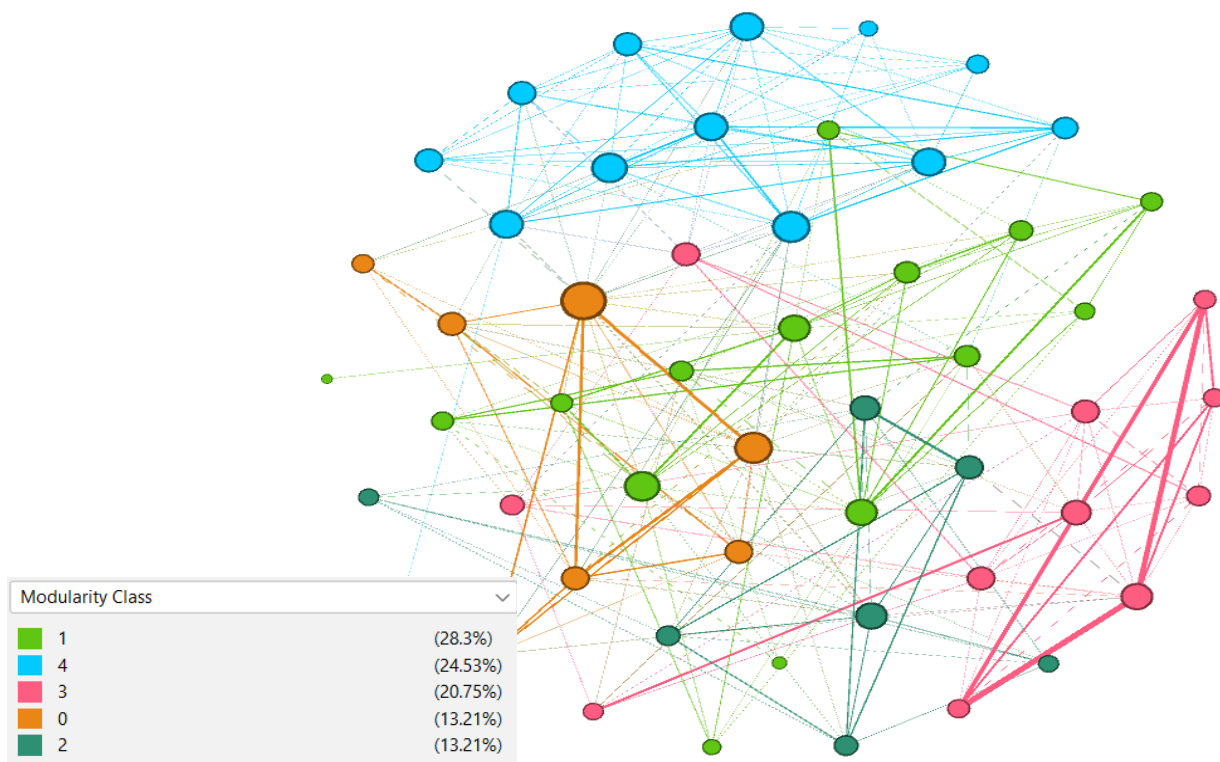
Slika 7.1.1. Grafički prikaz mreže autora podeljene po komunama na osnovu pripadnosti katedre

Znamo da neki autori sarađuju sa kolegama sa drugih katedri, možda čak i više od onih sa svoje katedre, unapred poznata pripadnost katedri nije jedini način da se podeli mreža na komune. Kroz *Gephi* alat puštena je *Luvenska* metoda za detekciju komuna sa tri različite vrednosti parametra. Rezultati su prikazani na slici 7.1.2. za rezoluciju 0.5, sa tako izabranom rezolucijom dobijamo više manjih komuna.



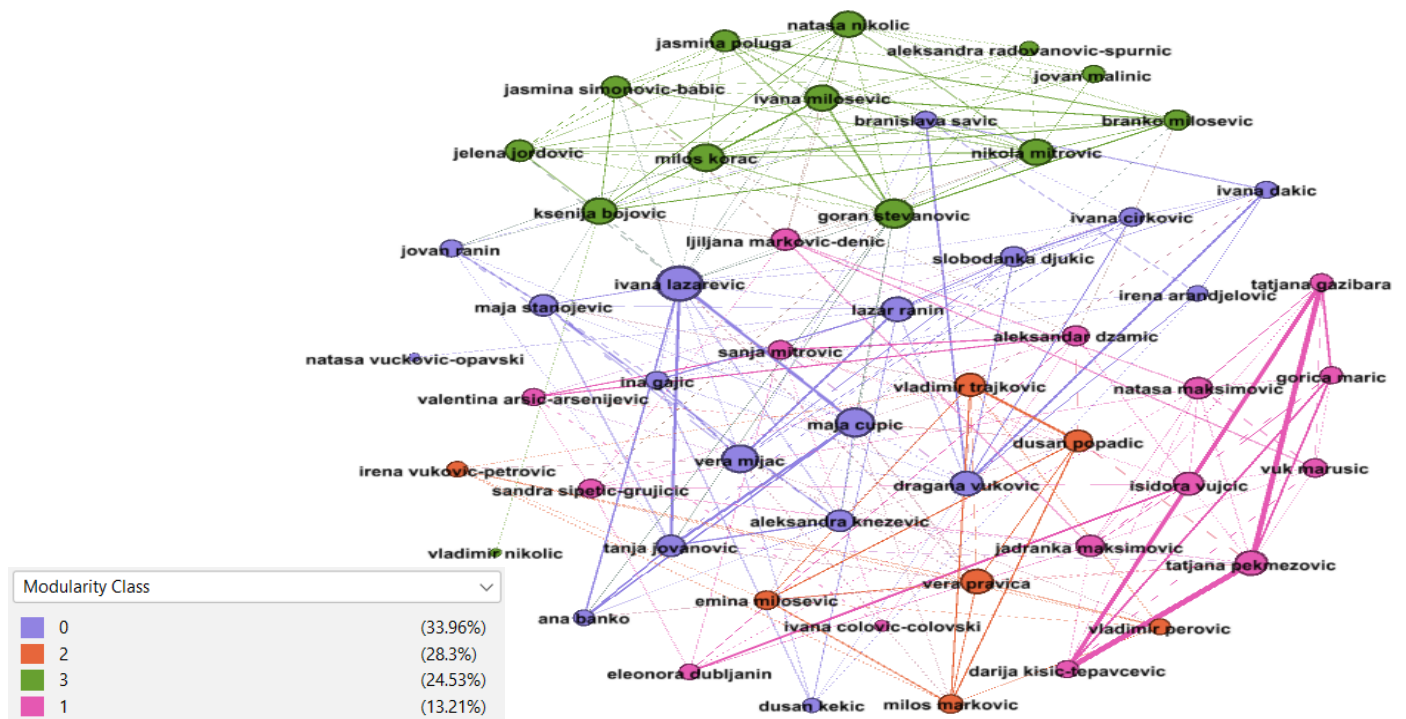
Slika 7.1.2. Rezultat Luvenskom metodom za rezoluciju 0.5

Primećujemo da čvorovi koji predstavljaju autore sa katedre za infektivne bolesti su ostali kao pripadnici iste komune, osim jednog koji je više sarađivao sa katedrom za mikrobiologiju. Ako izaberemo rezoluciju 2.0 dobićemo manji broj komuna, rezultat toga je prikazan na slici 7.1.3.



Slika 7.1.3. Rezultat Luvenskom metodom za rezoluciju 2

Primećujemo da su čvorovi iz komune koja je nestala povećavanje rezolucije, grupisani sa čvorovima čijim katedrama pripadaju. A ako izaberemo rezoluciju 2.5 dobijamo broj komuna koji se poklapa sa brojem katedra, prikazan na slici 7.1.4.

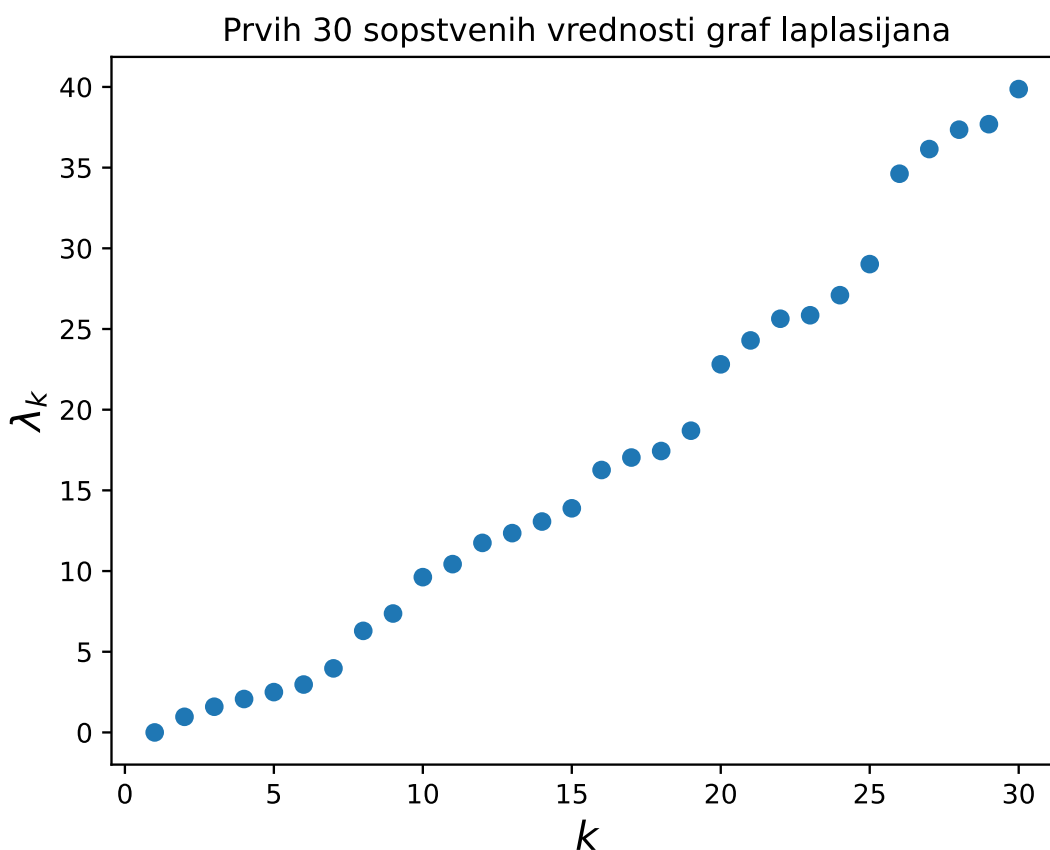


Slika 7.1.4. Rezultat Luvenskom metodom za rezoluciju 2.5

Primećujemo da su autori sa katedre za infektivne bolesti ispravno klasterisani, a među ostalim katedrama 4 autora su pripala pogrešnim katedrama. Kao što smo dobili i analizom mreže ključni brokeri koji se vide su Ivana Lazević, Goran Stevnović, Maja Cupić, Ljiljana Marković-Denić, Tatjana Pekmezović, Dušan Popadić...

7.2. Detekcija komune spektralnim klasterisanjem

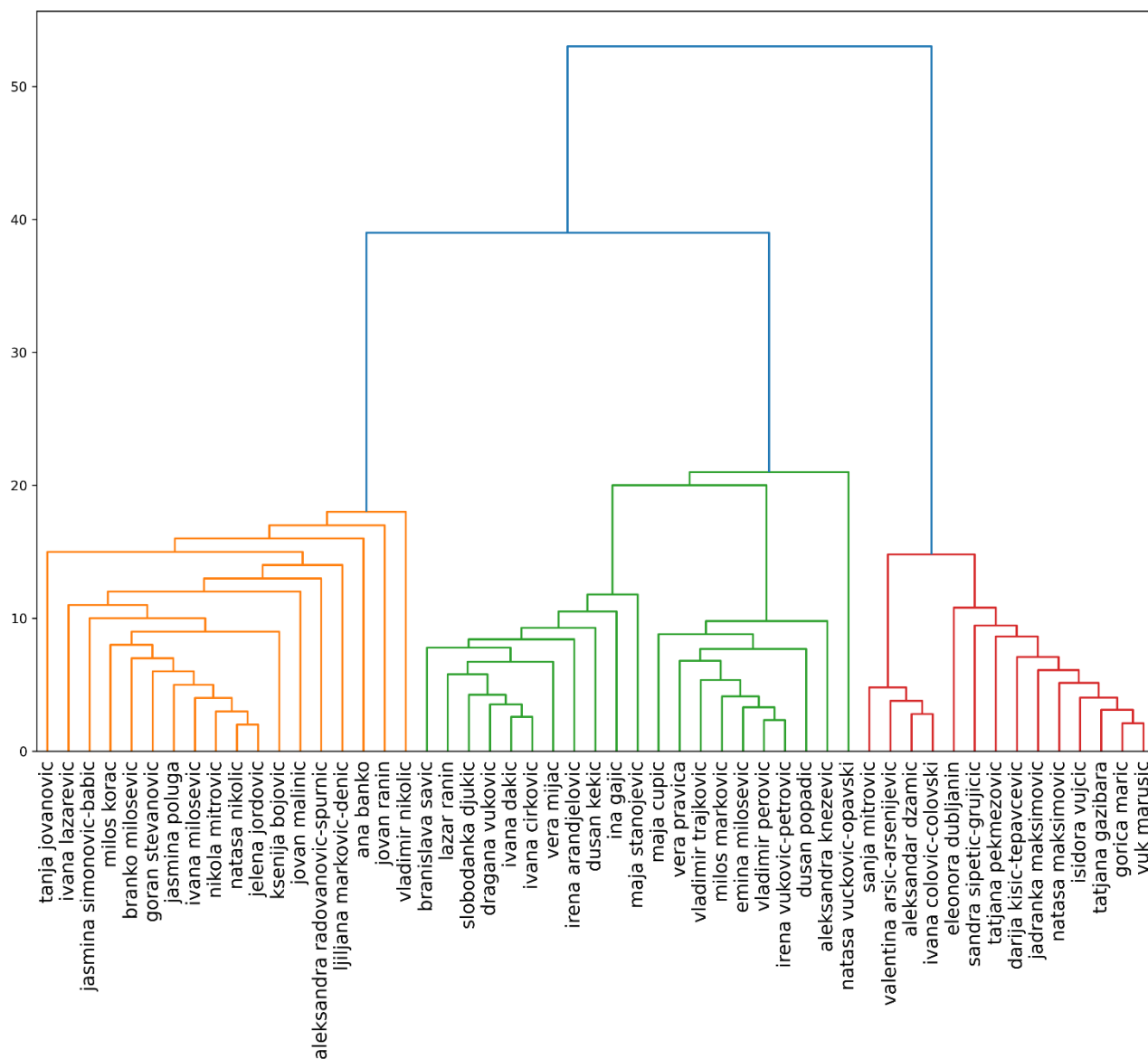
Spektralnom analizom mreže možemo doći do optimalnih vrednosti parametara k , koji predstavlja broj komuna na koji želimo da podelimo mrežu. Rezultate prvih 30 vrednosti dobijene spektralnom analizom možemo videti na slici 7.2.1.



Slika 7.2.1. Spektralna analiza Laplasijana prvih 30 vrednosti

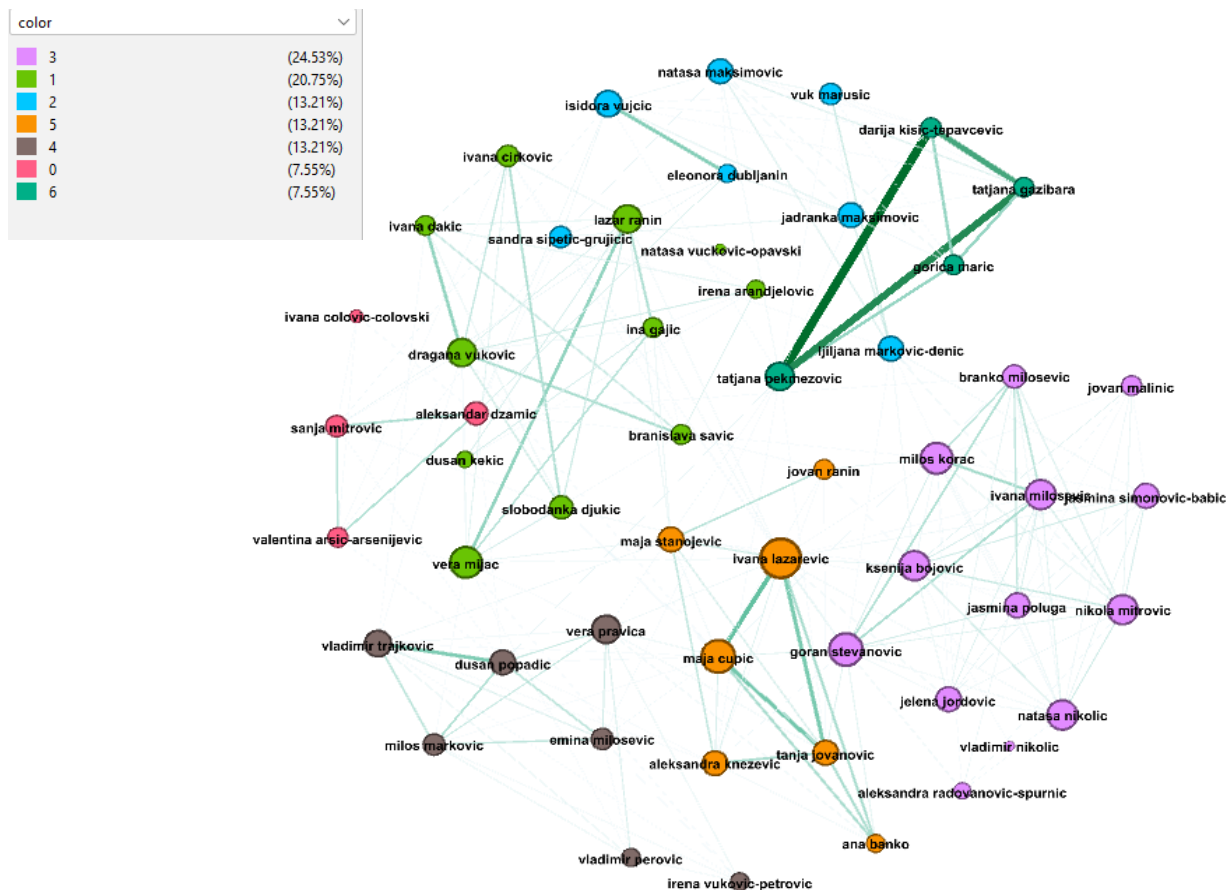
Za vrednost parametra od interesa su nam trenuci kada grafik sa slike ima jasne skokove. Imamo velike skokove na prelazima (7,8), (9,10), (15,16), (19,20), (25,26). Graf se sastoji od 53 čvora, i nije nam u interesu da ga delimo na grupe od po 2,3 čvora. Iz tog razloga kao vrednosti parametra od interesa nam je $k = 7$ i $k = 9$.

Podela *Girvan-Newman* metodom prikazana je na dendogramu na slici 7.2.2.



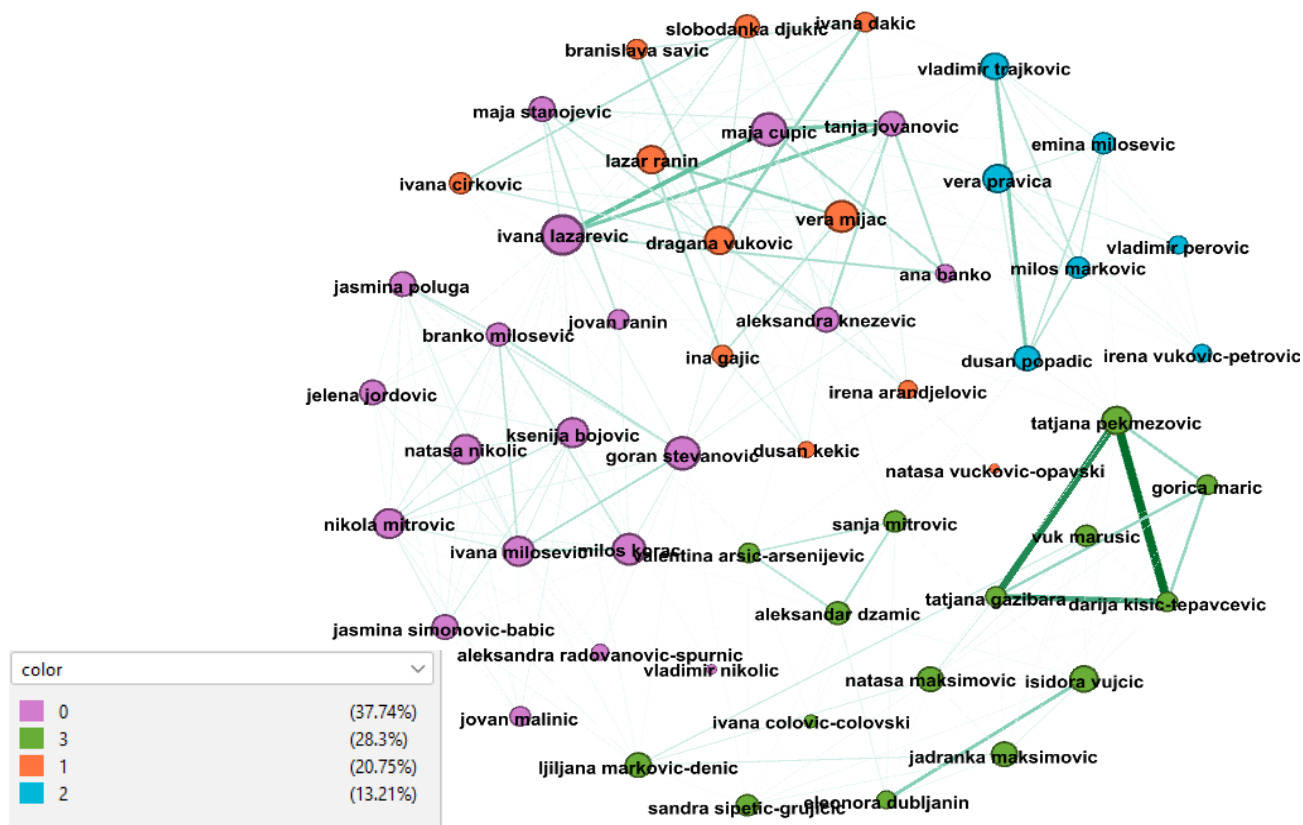
Slika 7.2.2. Dendrogram podele mreže *Girvan-Newman* metodom

Primećujemo da se već na trećem nivou podele odvajaju trivijalne komune, od jednog člana, to se može objasniti time što su ti autori sarađivali samo sa jednim drugim autorom sa fakulteta, kao što su Nataša Vučković-Opasovski i Vladimir Nikolić, ovo doprinosi tome da grane koje spajaju ove čvorove sa ostatkom mreže imaju visoku relaciju centralnosti grane. Možemo uporediti podelu na 7 komuna sa dendrograma, i podelu dobijenu spektralnim klasterisanjem prikazanu na slici 7.2.3.



Slika 7.2.3. Podela na 7 komuna upotrebom spektralnog klasterisanja

Primećujemo da primenom spektralne klasterizacije se ne izdvajaju trivijalne komune, kao kod *Girvan-Newman* metodom. Primećujemo da su ti čvorovi pridruženi istoj komuni kao i njihov kolega sa kojim su sarađivali na radovima. Možemo pogledati kako je upotreba spektralnog klasterisanja podelila mrežu na 4 komune i uporediti podelu sa katedrama, ta podela je prikazana na slici 7.2.4.



Slika 7.2.4. Podela na 4 komuna upotrebom spektralnog klasterisanja

Podela na četiri komune se od podele po katedrama razlikuje u tome što su autori oko Aleksandra Džumića svrstani u komunu sa kolegama sa katedre za epidemiologiju.

Pored brokera primećenih primenom *Luvenske* metode, sam autor Aleksandar Džumić se klasterizacijom na manje komune izdvaja kao broker, a sa njim i Vera Mijac, Vera Pravica, Dragana Vuković...

8. MREŽA ČASOPISA

Mreža časopisa je konstruisana tako da svaki jedinstveni časopis predstavlja čvor u mreži, a veza između njih znači da je isti autor objavljivao u oba časopisa. Dobijena mreža se sastoji od 532 čvora i 21288 grana. Sastoji se od jedne veoma povezane komponente, gustine 0.15, sa prosečnom distancom od 1.87 i dijametrom 3. Centralizacija ovako dobijenog grafa je 0.6830.

Klasterisanje je veoma izraženo, sa globalnim koeficijentom klasterizacije 0.68, a lokalnim 0.85. Ove vrednosti su nekoliko puta veće od koeficijenata klasterizacije *Erdos-Renzi* i *Scale-Free* mreža istih dimenzija. Postoji više od 300 čvorova koji imaju lokalni koeficijent klasterizacije 1, odnosno postoji dosta kompletnih podgrafova u mreži.

Analizom centralnosti po stepenu i bliskosti, kao i relacione centralnosti, časopisi koji se izdvajaju su redom *PLoS ONE*, *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, *Medicinski pregled*, *Vojnosanitetski pregled*, i *Journal of Neuroimmunology*. Dok ako pogledamo relaciju i centralnost po sopstvenom vektoru do izražaja dolaze i *Archives of Biological Sciences* i *Journal of the Neurological Sciences*.

Klasterisanje Luvenskom metodom sa parametrom rezolucije 1 daje podelu na pet komuna sa kvalitetom podele od 0.444. Tri od pet dobijenih komuna čine gusto povezanih čvorova, koji čine klike. Gusti povezani delovi grafa mogu se objasniti time što su veoma produktivni autori, poput Vladimira Trajkovića i Vere Pravice, objavili najmanje jedan rad u svakom od tih časopisa. Zbog načina na koji je mreža formirana, svi ovi časopisi bivaju međusobno povezani.

LITERATURA

- [1] „Analiza socijalnih mreža“, Projektni zadatak
- [2] „H-indeks“, <https://nauka.cpn.rs/sadrzaj/vrednovanje-bibliografskih-podataka/>
(20.08.2024.)
- [3] „powerlaw: A Python Package for Analysis of Heavy-Tailed Distributions“, Jeff Alstott, Bullmore E. and Plenz D., PLOS JOURNALS, Januar 2014

SPISAK SLIKA

Slika 1.1. SARS-CoV-2	1
Slika 3.1.1. Raspodela broja naučnika po katedrama	5
Slika 3.1.2. Raspodela broja radova po katedrama	6
Slika 4.2.1. Raspodela broja prosečnog broja koautora po autoru.....	9
Slika 5.4.1. Raspodela lokalnog koeficijenta klasterizacije.....	16
Slika 5.5.1. Distribucija težine grane	17
Slika 5.7.1. Koleracija stepena čvora.....	18
Slika 5.7.2. Raspodela broja veza čvora određenog stepena	19
Slika 5.8.1. Tendencija mreže za ispoljavanje fenomena kluba bogatih	20
Slika 5.8.2. Odnos ukupnog broja veza čvora određenog stepena, i veza sa čvorovima istog ili višeg stepena.....	21
Slika 5.9.1. Distribucija stepena čvora.....	22
.....	27
Slika 6.3.1. Grafički prikaz saradnje između različitih katedri.....	27
Slika 7.1.1. Grafički prikaz mreže autora podeljene po komunama na osnovu pripadnosti katedre ..	29
.....	30
Slika 7.1.2. Rezultat Luvenskom metodom za rezoluciju 0.5.....	30
Slika 7.1.3. Rezultat Luvenskom metodom za rezoluciju 2.....	31
Primećujemo da su čvorovi iz komune koja je nestala povećavanje rezolucije, grupisani sa čvorovima čijim katedrama pripadaju. A ako izaberemo rezoluciju 2.5 dobijamo broj komuna koji se poklapa sa brojem katedra, prikazan na slici 7.1.4.	31
Slika 7.1.4. Rezultat Luvenskom metodom za rezoluciju 2.5.....	31
Slika 7.2.1. Spektralna analiza Laplasijana prvih 30 vrednosti	32
Slika 7.2.2. Dendogram podele mreže <i>Girvan-Newman</i> metodom	33
Slika 7.2.3. Podela na 7 komuna upotrebom spektralnog klasterisanja.....	34
Slika 7.2.4. Podela na 4 komuna upotrebom spektralnog klasterisanja.....	35

SPISAK TABELA

Tabela 3.1.1. Raspodela broja radova po katedrama	6
Tabela 4.1.1. Prikaz autora sa najviše radova celovito brojanje	7
Tabela 4.1.2. Prikaz autora sa najviše radova frakcijalno brojanje.....	8
Tabela 4.2.2. Prikaz autora sa najviše koautora u proseku na svojim radovima	8
Tabela 4.3.1. Prikaz autora za koje postoji razlika između izračunatog i dobijenog H-indeksa	10
Tabela 4.4.1. Produktivnost katedri	10
Tabela 4.4.2. Najproduktivnije godine po katedri	11
Tabela 4.5.1. Časopisi sa najviše objavljenih radova	12
Tabela 4.5.2. Učestalost objavljivanja po katedrama.....	12
Tabela 4.6.1. Broj koautora na radovima po katedrama	13
Tabela 5.4.1. Koeficijenti klasterizacije.....	15
Tabela 6.1.1. Prikaz autora opadajući po stepenju centralnosti	23
Tabela 6.2.1. Prikaz autora opadajući po centralnosti po bliskosti	24
Tabela 6.1.3. Prikaz najboljih predstavnika svake od katedri po centralnosti po bliskosti	24
U tabeli 6.1.4. prikazano je 5 najuticajnijih autora po relacionoj centralnosti, to su autori koji povezuju različite delove mreže.....	25
Tabela 6.1.4. Prikaz autora opadajući po relacionoj centralnosti.	25
Tabela 6.1.4. Prikaz autora opadajući po centralnosti po sopstvenom vektoru	25
Tabela 6.2.1. Prikaz autora opadajući po centralnosti po kompozitnoj vrednosti	26
Tabela 6.3.1. Prikaz autora mostova između različitih katedri	27