

Primjena analize društvenih mreža u znanosti

Mihaela, Čorak

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:463222>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Mihaela Čorak

**PRIMJENA ANALIZE DRUŠTVENIH
MREŽA U ZNANOSTI
DIPLOMSKI RAD**

Varaždin, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Mihaela Čorak

Matični broj: 0016119460

Studij: Ekonomika poduzetništva

PRIMJENA ANALIZE DRUŠTVENIH MREŽA U ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

Mentor/Mentorica:

Doc. dr. sc. Kadoić Nikola

Varaždin, rujan 2020.

Mihaela Čorak

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Društvene mreže čine osobe ili organizacije te njihova međusobna interakcija. Metoda analize društvenih mreža je metoda koja se koristi za proučavanje odnosa između različitih društvenih entiteta kao što su grupe, ljudi, organizacije i sl. U prvom dijelu diplomskog rada definirana je metoda analize društvenih mreža (SNA) te su opisani i objašnjeni koraci primjene metode analize društvenih mreža koji uključuju obradu zahtjeva za analizom društvene mreže te izradu plana istraživanja društvene mreže gdje je definiran opseg istraživanja i drugo. Nadalje, u radu su objašnjene i demonstrirane mjere centraliteta čije su najvažnije komponente stupanj centraliteta, blizina centraliteta i smještanje između centraliteta. Također, definirane su podstrukture u mreži. Osim toga, napravljen je pregled primjene metode SNA u različitim područjima kako bi se pokazala domena primjene ove metode. Isto tako, u radu je detaljnije analizirana literatura o primjeni analize društvenih mreža u znanosti. U radu je metoda SNA primijenjena u znanosti u svrhu vremenske analize evolucije izabranih dvaju časopisa, JIOS i IJAHP.

Ključne riječi: društvene mreže, znanstveni časopisi, znanstvene konferencije, evolucija

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Uvod u analizu društvenih mreža.....	2
3. Analiza društvene mreže	8
3.1. Koraci primjene metodologije SNA	8
3.2. Matrice i grafovi	11
3.3. Mjere centraliteta	17
3.4. Podstrukture	20
3.5. Mjere centraliteta i podstrukture objašnjene na demo primjeru	23
4. Pregled primjena metode SNA	31
5. Primjena metode SNA u znanosti	39
5.1. Primjena metode analize društvenih mreža na časopisu JIOS.....	39
5.2. Primjena metode analize društvenih mreža na časopisu International Journal of the Analytic Hierarchy Process.....	56
5.3. Analiza svih mreža časopisa JIOS i IJAHP	77
6. Zaključak	78
Popis literature	79
Popis slika	82
Popis tablica	83

1. Uvod

Diplomski rad obrađuje primjenu analize društvenih mreža u znanosti koja se bavi proučavanjem različitih društvenih mreža. Društvene mreže predstavljaju svakodnevni način komunikacije. Sastavljene su od različitih čvorova koji čine osobe ili organizacije, poput kolega na poslu, te njihova međusobna interakcija. Danas postoje različite platforme za komunikaciju, a neke od njih su Facebook, Instagram, YouTube. Takve platforme sastoje se od velikog broja korisnika koji predstavljaju čvorove u velikoj mreži korisnika koji međusobno ostvaruju različite oblike komunikacije. Zbog zanimljivosti proučavanja društvenih mreža nastala je analiza društvenih mreža. Metoda analize društvenih mreža predstavlja najčešće korištenu metodu za istraživanje odnosa između različitih entiteta koji mogu biti prikazani kao ljudi, grupe, organizacije itd. Osim živih entiteta postoje i neživi poput ključnih riječi, vijesti i sl. Metoda SNA primjenjuje se u različitim područjima znanosti poput sociologije, psihologije, medicine, marketinga, informatike i dr.

Cilj ovog diplomskog rada bio je saznati kako i gdje se sve primjenjuje metoda SNA. Diplomski rad podijeljen je na pet poglavlja. U prvom dijelu rada bit će objašnjene definicije vezane za društvene mreže, opisani osnovni elementi mreže te će biti objašnjene različite vrste veza s obzirom na usmjerenost i težinu veze. U drugom dijelu diplomskog rada bit će objašnjeni koraci primjene metodologije SNA, matrice i grafovi, mjere centraliteta te različite podstrukture. Također, prethodno objašnjene mjere centraliteta i podstrukture bit će prikazane i objašnjene na demo primjeru s 8 aktera i dvadeset veza u mreži. Nakon toga, bit će prikazan pregled primjene metode SNA u različitim područjima znanosti te će na kraju biti prikazan praktični dio ovog rada. Društvene mreže sastavljene su od različitih čvorova koji čine osobe ili organizacije te njihova međusobna komunikacija.

U praktičnom dijelu provesti će se primjena analize društvenih mreža na stvarnim društvenim mrežama. Razrada teme iz teorijskog dijela primijenit će se na dvama časopisima JIOS te IJAHP. Dakle, bit će analizirane društvene mreže za zadnjih 10 izdanja odnosno zadnjih 5 godina. Na temelju mreža koje će biti prikazane interpretirat će se rezultati mjerenja i odrediti podstrukture. Pomoću programskog alata Pajek bit će prikazane mreže, mjere centraliteta te različite podstrukture u mreži.

Prilikom pisanja ovog rada koristit će se metode prikupljanja materijala iz knjiga i interneta te primjena metode analize društvenih mreža na dvama časopisima kao što su JIOS te IJAHP.

2. Uvod u analizu društvenih mreža

Tijekom prethodnih trideset godina stvorio se sve veći javni i akademski interes za društvene mreže te one postaju predmet svakodnevnog rasprave. Može se reći da analiza društvenih mreža predstavlja interdisciplinarno područje te se bavi istraživanjem i povezivanjem različitih područja kao što su sociologija, antropologija, psihologija, ekonomija, informatika, poslovni management, marketing, biologija, organizacijske znanosti, javno zdravstvo te teorija kaosa i sl. Najvažniji cilj analize društvenih mreža je točno izmjeriti i predstaviti strukturne odnose među entitetima te objasniti njihov nastanak i njihove posljedice. Dakle, analiza društvenih mreža (SNA) može se opisati kao metoda koja se koristi za promatranje odnosa između različitih društvenih entiteta kao što su ljudi, grupe, organizacije i sl (Knoke i Yang 2008). Analiza društvenih mreža opisuje način definiranja važnosti socijalnih koncepata te okvir za testiranje teorija o strukturiranim društvenim odnosima (Wasserman i Faust 1994). Prema S. Letina analiza društvenih mreža proučava ponašanje ljudi s obzirom na društveni kontekst odnosno pokušava otkriti što određuje ponašanje svakog pojedinca koje predstavlja rezultat odnosa među određenim pojedincima (Letina 2017).

Razni istraživači su opisivali i istraživali analizu društvenih mreža odnosno SNA kroz cijelo stoljeće te su se zbog široke primjene elektroničkih podataka pojavile mnogobrojne velike društvene mreže s različitih područja (Pan 2007).

Danas postoje razni softveri koji pospešuju kompleksnost analize društvenih mreža poput UCINET-a, Pajek-a, NetMiner-a, STRUCTURE, MultiNet-a, i StOCNET-a te postaju dostupni široj zajednici za rutinsku analizu podataka društvenih mreža. Konstantno ažurirajući nove verzije UCINET postaje najčešće korišten softver koji nudi razna rješenja i implementaciju raznih mrežnih metoda. (Knoke i Yang 2008)

Sam izraz društvena mreža postao je prepoznatljiv široj populaciji zbog sve češće korištenih web mreža kao što su Facebook, Twitter te Instagram. (Kadoić 2010) Postoje mnogi autori koji su na razne načine opisali značenje društvenih mreža.

- Društvena mreža je struktura sastavljena od skupa aktera u kojoj su članovi povezani skupom jedne ili više veza. (Knoke i Yang 2008)
- J.Clyde Mitchell društvenu mrežu opisuje kao specifičan skup veza između definiranog skupa ljudi s dodatnim svojstvom da se karakteristika tih veza u cjelini mogu koristiti za definiranje socijalnog ponašanja određenih ljudi. (Knoke i Yang 2008)

- Društvena mreža je skup aktera koji mogu biti povezani skupom veza. (Chan i Liebowitz 2006)
- Društvene mreže predstavljaju skup veza između ljudi te se koriste kao sinonim za društvenu znanost. (Peharda 2009)
- Društvene mreže su grafikoni koji predstavljaju društvene odnose između ljudi ili organizacija. (Pan 2007)

Dakle, društvene mreže mogu se upotrebljavati za identifikaciju i mjerenje različitih vrsta povezanosti između različitih vrsta entiteta poput ljudi, riječi, organizacije, životinje, web stranica i sl (Pan 2007).

Tri temeljne pretpostavke koje se odnose na važnost analize društvenih mreža:

- 1) Važnost strukturnih veza
- 2) Utjecaj društvenih mreža na percepciju, vjerovanja i djelovanja
- 3) Promatranje strukturnih veza kao dinamičnog procesa

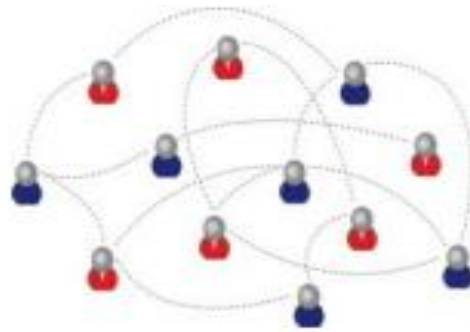
Prva pretpostavka odnosi se na važnost strukturnih odnosa tj. veza kako bi se što bolje približilo odnosno shvatilo promatrano ponašanje pojedinaca i mreže nego pojedinih atributa kao što su dob, spol, vrijednosti i ideologija. Kao primjer može se navesti poduzetna osoba koja vrlo rado i na vrijeme obavlja sve svoje poslove na radnom mjestu te iz toga proizlazi pretpostavka da će osoba biti vrlo dinamična i izvan radnog mjesta odnosno u mjestu svog stanovanja. Takvo ponašanje ne ovisi o atributima kao što su spol, dob ili status već se vrlo vjerojatno to može prepisati uvjetima radne okoline. Upravo iz tog razloga, analiza društvenih mreža nudi sveobuhvatnija teorijska i empirijska tumačenja različitih društvenih djelovanja. Druga pretpostavka odnosi se na saznanje da društvene mreže utječu na percepciju, vjerovanja i djelovanja kroz različite strukturne mehanizme koji su izgrađeni kroz veze između entiteta. Izravni kontakti i sve veća interakcija omogućuju entitetima bolju informiranost, veću svijest i veću podložnost utjecaju ili utjecaju drugih osoba. Međutim, neizravni odnosi putem posrednika stvaraju i donose nove ideje i potencijalni pristup potrebnim resursima koje mogu dobiti transakcijama od drugih. Dakle, razmjena različitih informacija i korisnih resursa je vrlo bitna zbog toga što utječe na stvaranje interesa i zajedničkog identiteta čime se promiču zajedničke norme i vrijednosti. Kao primjer može se navesti potencijalni zaposlenik koji osnovne informacije može dobiti od osoba s kojima je najviše povezan u mreži ali i od najudaljenijih društvenih kontakata u mreži. Osobe koje imaju vrlo sličnu percepciju, vjerovanja i stavove će složenije i važnije informacije vezane za posao prije proslijediti bližim osobama nego onim s kojima ne održavaju bliži kontakt. Treća pretpostavka analize društvenih mreža odnosi se na promatranje strukturnih veza kao dinamičnog procesa gdje se dinamičke strukture mogu namjerno ili nenamjerno kontinuirano

mijenjati. Dakle, može se zaključiti da mreže ne predstavljaju statičnu strukturu već se stalno mijenjaju raznim interakcijama među ljudima, grupama ili organizacijama. (Knoke i Yang 2008)

Nadalje, društvene mreže se mogu podijeliti na:

- Globalne društvene mreže
- Lokalne društvene mreže. (Kadoić, Divjak, i Begičević Ređep 2017)

Globalne društvene mreže su mreže koje obuhvaćaju jako veliki broj entiteta odnosno čvorova u mreži. To mogu biti različite individualne osobe s korisničkim profilom, određene grupe koje su povezane istim ili sličnim načelima i vjerovanjima te različiti profili ostalih entiteta poput raznih događaja, igara i sl. Dakle, zbog velike složenosti strukture i sadržaja same mreže, teško se mogu promatrati na globalnoj razini. Analiza globalne mreže odnosi se na broj korisnika profila određene društvene mreže, što znači da se može proučavati koliko određeni entitet posjeduje različitih svojstva poput prijatelja, fotografija, statusa te koliko određene grupa posjeduje članova i fanova. Primjeri globalnih društvenih mreža su Facebook, Twitter, Instagram, Skype, YouTube. Sve navedene društvene mreže obuhvaćaju ogroman broj entiteta koji se iz dana u dan sve više povećavaju te se zbog toga sve teže može provesti analiza globalnih društvenih mreža. (Kadoić 2010) Globalne društvene mreže ujedinjuju veliki broj ljudi u komunikaciji razgovarajući o različitim temama. Društvene mreže pripadaju najpoznatijem globalnom komunikacijskom fenomenu upravo iz razloga što je čovjek društveno biće i ima potrebu komunicirati s drugima. Najpoznatije društvene mreže u zadnjih nekoliko godina su Facebook i Instagram koji okuplja veliki broj sudionika koji međusobno razmjenjuju različite informacije. Prve društvene mreže bile su SixDegrees.com, AsianAvenue, BlackPlanet, LiveJournal, Friendster, Facebook, MySpace i sl. Facebook je društvena mreža koju je 2004. godine osnovao Mark Zuckerberg te namijenio studentima sveučilišta na Harvardu koji su međusobno izmjenjivali razne informacije i podatke. Danas, Facebook koriste ljudi diljem svijeta te im omogućuje povezivanje i zbližavanje s prijateljima i rodbinom. Facebook omogućuje korisnicima ulazak u različite grupe s primamljivim naslovima gdje mogu komentirati i raspravljati o različitim temama. Društvena mreža Facebook sadrži nekoliko milijardi aktivnih korisnika te predstavlja najpopularnije mjesto za stavljanje fotografija. U Hrvatskoj postoji više od 1 377 120 korisnika Facebook-a te je omjer muških i ženskih korisnika uglavnom jednak (Grbavac 2014). Na slici je prikazana društvena mreža Facebook koja u stvarnom svijetu broji nekoliko milijardi aktivnih korisnika. Dakle, ta društvena mreža u kontekstu metode SNA podrazumijeva veliki broj čvorova odnosno aktera te s njima puno povezanih veza.



Slika 1: Društvena mreža Facebook (Izvor: (Grbavac 2014))

Lokalne društvene mreže su svojim obujmom manje od globalnih društvenih mreža te se zbog toga mogu koristiti različite složenije analize koje mogu dovesti do raznih zaključaka koji se mogu koristiti i u skoroj budućnosti. Kao primjer lokalnih društvenih mreža mogu se navesti organizacijske jedinice kao mreže u kojoj rade ljudi, organizacije, nacionalnosti i sl. (Kadoić 2010)

J.A. Barnes prvi je počeo koristiti naziv društvena mreža te predstavio osnovne elemente mreže: (Letina 2017)

- Čvorovi
- Veze

Čvorovi se odnose na entitete među kojima se promatraju veze, pa tako ti entiteti mogu biti pojedine fizičke osobe, manje grupe, zemlje, organizacije pa čak i nacionalne države. Stupanj čvora predstavlja ukupan broj veza određenog čvora. Čvorovi se mogu podijeliti na ulazni i izlazni stupanj čvora. Ulazni stupanj čvora označava broj linija ili veza koje je jedna akter primio od drugoga odnosno broj ulaznih veza u nekom čvoru. Izlazni stupanj čvora predstavlja broj veza od jednog do drugog aktera odnosno izlazni broj veza koji izlazi iz čvora. Veza u mreži predstavlja specifičnu vrstu kontakta odnosno svojstva između dva i više čvorova (Knoke i Yang 2008). Veze ili takozvani bridovi mogu biti prijateljstvo ili neprijateljstvo, suradnja, verbalna komunikacija, kontakt očima i sl. Takve veze mogu se opisati mjerama koje mogu biti binarne ili kvantitativne. Kod binarne mjere, veza ili postoji ili ne, dok se kvantitativna mjera odnosi na naprimjer stupanj sviđanja, broj susreta, broj zajedničkih radova i sl. Odnos među akterima može biti definiran kao usmjerena ili neusmjerena veza. (Letina 2017). Dakle, prema usmjerenosti veze se mogu podijeliti na usmjerene veze i neusmjerene veze. Usmjerene veze označene su strelicom, gdje postoji jednosmjerna veza od čvora A do čvora B ali ne i obratno, naprimjer osoba A vrlo je često

spremna osobi B pružiti savjet, dok osoba B osobi A ne uzvraća savjet. Neusmjerene veze označene su bez strelice, te postoji veza između oba čvora odnosno prisutna je povratna informacija između dva čvora, naprimjer razgovor između dvije ili više osoba. Veze između čvorova mogu se opisati i pomoću rangova, odnosno osobe mogu rangirati prijatelje od najboljeg prijatelja, drugog najboljeg prijatelja, trećeg najboljeg prijatelja itd. Također, osoba može rangirati druge osobe po pitanju povjerenja, naprimjer osoba od velikog povjerenja, osoba od manjeg povjerenja te osoba od niskog povjerenja. Nadalje, veze se mogu opisati s obzirom na atribut tipova poput prijatelja, kolege, susjeda, savjetnika i sl. Također, veze se mogu opisati i pomoću atributa težine. Težinska mreža predstavlja jaku povezanost između čvorova naprimjer to može biti veća učestalost druženja između čvorova, dok netežinska mreža predstavlja manju povezanost između čvorova naprimjer manja učestalost druženja između čvorova. (Knoke i Yang 2008) (Kadoić i ostali 2017) U navedenoj tablici prikazane su klasične mjere veza u analizi društvene mreže.

Tablica 1: Klasične mjere veza u SNA

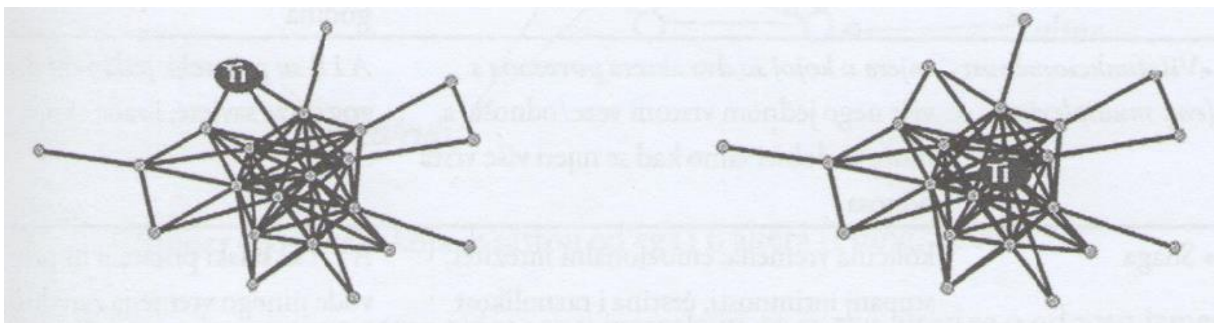
Mjera	Definicija	Primjer
Indirektne veze	put između dva čvora posredovan drugim čvorovima	F je povezan s K, K je povezan s L, pa je F neizravno povezan s L preko K
Frekvencija	koliko se često te koliko se puta veza prikazuje u određenom vremenskom periodu	F razgovara s K 12 puta na tjedan ili F je napisao s K 6 zajedničkih radova
Stabilnost	prisustvo veze u vremenu	F je kolega s K 7 godina
Snaga	količina vremena, stupanj intimnosti, emocionalni intezitet, čestina i raznolikost određene vrste odnosa i sl.	F i K su bliski prijatelji ili provode većinu slobodnog vremena zajedno, F i K su koautori više radova
Višefunkcionalnost	mjera koja prikazuje dva međusobno povezana aktera s više vrsta odnosa	F i K su vrlo dobri prijatelji koji međusobno razmjenjuju savjete te rade zajedno

(Izvor:(Letina 2017))

Dakle, dva nerazdvojna elementa su akteri i veze. Akteri mogu biti individualne fizičke osobe te kolektiv odnosno neformalne grupe i formalne organizacije. Neki od primjera individualnih fizičkih osoba su djeca na igralištu, srednjoškolci, zaposlenici u korporaciji te osoblje neke korporacije. S druge strane kolektivni akteri mogu biti tvrtke u različitim industrijskim granama, dobrovoljne udruge, političke stranke u nekoj zemlji i sl. Također,

akteri u mreži se mogu odnositi i na organizacijsko područje koje obuhvaća dobavljače, proizvođače, kupce i dr. Veza ne predstavlja određeni atribut aktera već se odnosi na svojstvo koje postoji sve dok se i dalje održava povezanost dvaju aktera. Primjeri veza među individualnim akterima mogu biti prijateljstvo, timski rad na poslu, učenje u grupi i međusobno savjetovanje, dok su primjeri veza među kolektivnim akterima razmjena dobara i usluga među poduzećima, natjecanje sportskih ekipa, konflikti među političkim strankama i sl. (Knoke i Yang 2008)

Nadalje, prikazani primjer pokazuje pozicije aktera u cjelovitoj mreži prijateljstva unutar radne grupe. Mreža prikazana na lijevoj slici karakterizira osobu koja se nalazi na najudaljenijem mjestu u toj mreži. Iz toga se može zaključiti da osoba koja se nalazi na tom mjestu posjeduje jako malo prijatelja među kolegama s posla te su također i njezini kolege povezane s vrlo malo drugih osoba u promatranoj grupi. Mreža prikazana na desnoj slici prikazuje osobu koja se nalazi na sredini mreže što znači da ima prijatelje koji su povezani s ostalim osobama u mreži (Letina 2017).



Slika 2: Položaj aktera u mreži prijateljstva (Izvor: (Letina 2017))

Na temelju prethodnih dvaju slika u nastavku će se opisati položaj prijateljstva jedne osobe na radnom mjestu. Maja je učiteljica razredne nastave u školi Sv. Petar Orehovec te vrlo predano i odgovorno obavlja svoj posao. Njezin položaj s obzirom na prijateljstvo s ostatkom kolega u školi nalazi se u centru mreže odnosno na prikazanoj prethodnoj desnoj slici. Iz toga se može zaključiti da učiteljica Maja osim što je povezana sa svim kolegama na poslu, ima prijatelje odnosno kolege koji su međusobno povezani s još mnogo drugih kolega u mreži tj. na radnom mjestu (Izvor: Vlastiti primjer na temelju Letina 2017).

3. Analiza društvene mreže

U sljedećim poglavljima definirat će se koraci primjene metodologije SNA, matrice i grafovi, matrice i grafovi, mjere centraliteta čije su najvažnije komponente stupanj centraliteta, betweenness centralitet te closeness centralitet, podstrukture u mreži te mjere centraliteta i podstrukture objašnjene na demo primjeru mreže s 7 aktera i dvadesetak veza u mreži.

3.1. Koraci primjene metodologije SNA

Prvi korak primjene metodologije SNA odnosi se na obradu zahtjeva za analizom društvenih mreža i definiranje cilja istraživanja. Drugi korak odnosi se na izradu plana istraživanja društvene mreže što podrazumijeva definiranje opsega istraživanja, definiranje formi i sadržaja veza te određivanje nivoa i metoda analize. Pod trećim korakom podrazumijeva se prikupljanje podataka koje uključuje određivanje načina prikupljanja podataka prema definiranom nivou analize, stvaranje preduvjeta za prikupljanje podataka te prikupljanje podataka. Četvrti korak odnosi se na analizu društvenih mreža koja podrazumijeva primjenu definiranih metoda za SNA definirane u planu istraživanja te izradu izvještaja rezultata istraživanja. Zadnji odnosno peti korak podrazumijeva zaključke i raspravu istraživanja (Kadoić i ostali 2017). U danjem nastavku će biti objašnjeni svi koraci metodologije SNA.

Dakle, pod prvim korakom metodologije SNA podrazumijeva se obrada zahtjeva za analizom društvenih mreža i definiranje cilja istraživanja. Dakle, kako i sam naziv govori u prvom koraku se treba definirati cilj analize promatrane društvene mreže. Treba jasno definirati i razumjeti određena ponašanja pojedinaca u promatranoj društvenoj mreži.

Definicija opsega istraživanja čini prvi korak izrade plana istraživanja društvene mreže. U ovom koraku potrebno je predstaviti aktere o kojima će se govoriti. Akteri mogu biti pojedinci, grupe, narod i sl. Zatim, potrebno je odrediti oblik istraživanja koji može biti:

- Istraživanje pojedinca i njegove veze s drugim akterima
- Istraživanje svih pojedinaca u grupi
- Istraživanje više grupa
- Istraživanje koje se odnosi na istovremeno promatranje pojedinca i grupe

Nakon toga, potrebno je odrediti granice analize uz koje se mogu koristiti četiri strategije, a to su:

- Realistička strategija
- Nominalistička strategija
- Pozicijska strategija
- Relacijska strategija
- Strategija događaja

U prvoj realističkoj strategiji akter sam određuje što će odnosno koju će mrežu analizirati, dok u nominalističkoj strategiji postoji algoritam koji određuje tko pristupa istraživanju. Pozicijska strategija temelji uzima u obzir određena svojstva aktera kao što je npr. članstvo u nekoj organizaciji. Relacijska strategija sastoji se od skupa strategija gdje akteri međusobno glasaju za druge aktere koji će biti uključeni u određenu mrežu.

Drugi korak izrade plana istraživanja mreže čini definiranje forme i sadržaja veze. Ovaj korak odnosi se na istraživačevo vlastito odlučivanje o budućim analiziranim vezama. Ovaj korak uzima u obzir sadržaj te oblik veze. Sadržaj veze predstavlja interese, namjere i motive pojedinca u međusobnoj komunikaciji, dok se oblik veze odnosi na način te komunikacije u određenom sadržaju (Kadoić 2018). Sadržaj odnosno tip veze može se podijeliti na: (Knoke i Yang 2008)

- Komunikacijske veze
- Veze suradnje
- Formalne veze
- Ekonomske veze
- Sentimentalne veze
- Rodbinske veze
- Transakcijske veze
- Sudjelovanje u događajima i članstva

Dakle, prema (Knoke i Yang 2008) komunikacijska veza odnosi se na komunikaciju među akterima odnosno tko na koga utječe u donošenju odluka, tko od koga dobiva savjete i sl. Drugi tip veze je veza suradnje odnosno definira se tko s kim surađuje. Formalna veza podrazumijeva tko koga izvještava o novim događajima, tko je član određenih udruga, institucija i sl. Sentimentalne veze predstavljaju iznošenje osjećaja tj. tko koga više preferira, tko je na koga ljut. Rodbinske veze definiraju tko je s kim u rodu, dok transakcijske veze prikazuju tko sudjeluje u transakcijama, tko kome i od koga prodaje i kupuje. Zadnji tip veze je sudjelovanje u događajima i članstvima prikazuju tko je član nekog kluba ili organizacije (Knoke i Yang 2008).

Treći korak izrade plana istraživanja društvene mreže čini definiranje nivoa i metode analize. Dakle, u ovom koraku definira se nivo tj. razina analize i primijenjene metode. Razine analize društvenih mreža su:

- One-mode mreže
- Two-mode mreže
- Egocentrične mreže
- Specifične dijadičke mreže
- Trijadičke strukture

Prva razina analize je one-mode mreža koja se odnosi isključivo na samo jedan set aktera u mreži, dok se razina analize two-mode mreže fokusira na dva seta aktera u mreži. Kod egocentrične mreže analiza se odnosi na jednog glavnog aktera te sve one s kojima je on povezan. Specifične dijadičke mreže uključuju analizu skupa parova te njihovih međusobnih odnosa. Trijadičke strukture odnose se na analizu trojki gdje je potrebno napraviti $\binom{n}{3}$ analiza.

Treći korak primjene metodologije SNA podrazumijeva prikupljanje podataka. Prikupljanje podataka moguće je pomoću:

- Ankete
- Intervjua
- Promatranja
- Korištenja arhivske građe

U slučaju da se podaci prikupljaju pomoću ankete tada je potrebno unaprijed izraditi pitanja za ispitanike. Sama pitanja se izrađuju na temelju prethodnih koraka primjene metodologije SNA, tj. na temelju definirane forme i sadržaja veze te nivoa analize. Ukoliko se koristi anketa tada pitanja moraju biti vrlo jasno i precizno definirana na obrascu. Da bi anketa bila zanimljiva ne bi smjela biti duga već kraća i vrlo zanimljiva. Kod prikupljanja podataka promatranjem ispitanik obavezno mora biti unaprijed upoznat s postupkom njegovog promatranja te tijekom promatranja također ispitivač mora prikladan obrazac. Ukoliko se podaci prikupljaju korištenjem arhivske građe tada se treba prikupiti određeni broj ljudi koji su odgovorni za posudbu zapisa (Kadoić 2018). Nakon što se prikupe podaci mogu se izračunati pokazatelji kvalitete prikupljenih podataka. Četvrti korak podrazumijeva analizu društvenih mreža primjenom metode analize te se nakon prikupljenih podataka mogu primijeniti metode SNA, odnosno mjere centraliteta i podstrukture u mreži. Mjere centraliteta te podstrukture u mreži će detaljnije biti opisane kasnije. Zadnji odnosno peti korak

podrazumijeva zaključke i raspravu istraživanja. Dakle, na temelju svih rezultata donose se zaključci o promatranim pojedincima u mreži (Kadoić 2018).

3.2. Matrice i grafovi

Dvodimenzionalni dijagram zvan sociogram prikazuje odnos između aktera u društvenim sustavima koji su limitirani. Sam naziv tog dvodimenzionalnog dijagrama potječe iz 1934. godine od Jacoba Morena. U grafovima i sociogramima akteri odnosno čvorovi prikazani su skupom N točaka, dok povučene crte između par čvorova pokazuju njihov odnos. Ukoliko postoji linija između dva čvora tada su ta dva čvora susjedna (Knoke i Yang 2008).

Poznati švicarski matematičar L. Euler istraživao je kako napraviti šetnju Kalingradom koja bi započela na jednom dijelu grada te u isto vrijeme obuhvatila sedam mostova grada i ponovo završila u početnoj točki. Matematičar je taj slučaj pokušao riješiti pomoću modela odnosno pomoću grafa (Divjak i Lovrenčić 2005). Pošto su četiri dijela grada međusobno bila povezana sa sedam mostova, Euler je različite dijelove grada označio s vrhovima, a mostove bridovima. Tako je napravio graf s četiri vrha i sedam bridova i došao do zaključka da rješenje za taj problem ne postoji. Iz toga proizlaze mnoge vrste grafova koje će biti opisane u daljnjem nastavku (Divjak i Lovrenčić 2005). SNA razlikuje grafove koji uključuju vrhove odnosno čvorove koji označavaju pojedince te veze između njih. S obzirom na to grafovi se mogu podijeliti na: (Kadoić 2010)

- Usmjereni i neusmjereni graf
- Težinski usmjereni i težinski neusmjereni graf
- Miješani graf
- Dvorazinski graf

Dakle, s obzirom na usmjerenost mogu se razlikovati neusmjereni i usmjereni graf. Neusmjereni graf G označava par (V,E) gdje V predstavlja skup vrhova ili čvorova grafa, dok E predstavlja skup neuređenih parova elemenata iz V odnosno skup bridova ili veza. Dva čvora odnosno vrha u i v su susjedna u slučaju da ih spaja određeni brid e . Iz toga proizlazi da brid e povezuje vrhove u i v te predstavlja incidentan brid vrhovima u i v . Postoji i planaran graf odnosno ravninski graf koji nastaje u slučaju kada se može prikazati tako da se bridovi sijeku samo u vrhovima i nigdje drugdje (Divjak i Lovrenčić 2005). Artikulacijska točka ili rezna točka predstavlja točku odnosno čvor koji bi u slučaju njegovog makivanja razdvojio graf na minimalno dva zasebna podgraфа. Uz taj pojam vezan je i pojam mosta odnosno brida koji bi u slučaju njegovog makivanja razdvojio graf na najmanje dva podgraфа (Fakultet

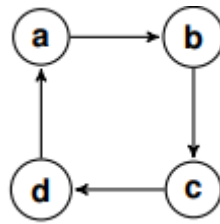
elektrotehnike i računarstva bez dat.) Petlja je naziv za brid koji ima i početak i kraj u istom vrhu odnosno ako je brid incidentan isključivo s jednim vrhom. Stupanj odnosno valencija vrha v predstavlja broj $d(v)$ bridova od samog G koji su incidentni a v što znači da ako graf sadrži jednu petlju stupanj tog grafa podiže se za 2 (Divjak i Lovrenčić 2005).

Nadalje, u slučaju da ne postoji petlja, graf može biti i jednostavan te ukoliko dva brida ne spajaju isti par vrhova. Iz toga proizlazi naziv pseudograf koji označava graf u kojem su nalaze petlje. Graf koji je nazvan potpuni graf predstavlja jednostavan graf u kojem je svaki par vrhova odnosno čvorova povezan isključivo jednim bridom (Divjak i Lovrenčić 2005). S obzirom na gustoću grafa mogu se razlikovati gusti i rijetki grafovi. Gusti grafovi su najčešće oni grafovi koji su gotovo potpuni, dok rijetki grafovi predstavljaju grafove u kojima je svakom čvoru susjedno par bridova (Fakultet elektrotehnike i računarstva bez dat.). Također, postoji i bipartitni graf u kojem su vrhovi podijeljeni u dva skupa X i Y gdje X predstavlja jedan kraj brida, dok Y označava drugi kraj brida (Divjak i Lovrenčić 2005). Povezani graf razlikuje se od nepovezanog grafa u tome što u povezanom grafu postoji put između svakog para čvora odnosno vrha, dok nepovezani graf sadrži barem jedan par vrhova koji nisu međusobno povezani (Fošner i Kramberger 2009). Usmjereni graf je graf u kojem su veze usmjerene od jednog čvora do drugog čvora (Knöke i Yang 2008) Usmjereni graf predstavlja par (V,A) gdje V označava neprazan skup vrhova grafa, dok svaki element skupa A predstavlja uređeni par različitih elemenata iz V . Lukovi predstavljaju elemente od A . (Divjak i Lovrenčić 2005) Dakle, usmjereni graf je graf kojem su svi bridovi usmjereni odnosno orijentirani (Fošner i Kramberger 2009). Kod prikaza usmjerenog grafa bridovi označavaju uređeni par vrhova, no kod neusmjerenog grafa bridovi predstavljaju neuređene parove vrhova (Divjak i Lovrenčić 2005). Slika 3 prikazuje usmjereni graf A .



Slika 3: Usmjereni graf A (Izvor:(Marinović 2018))

Što se tiče usmjerenog grafa odnosno digrafa postoje tri razine povezanosti odnosno jaka povezanost, jednostrana te slaba povezanost. Jaka povezanost predstavlja svaki par čvorova koji su međusobno povezani usmjerenim vezama u oba smjera. Jednostrana povezanost ili srednja povezanost predstavlja povezanost para čvorova u samo jednom smjeru. Slaba povezanost odnosi se na povezanost para čvorova vezama ili bridovima bez obzira na smjer. (Knoke i Yang 2008). Na slici 4 je prikazan usmjereni graf koji s obzirom na razinu povezanosti pripada jakoj povezanosti.



Slika 4: Usmjerni graf jake povezanosti (Izvor:(Anon 2015))

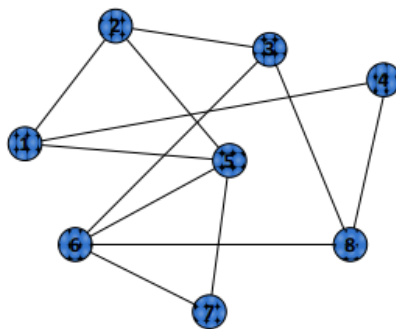
Dakle, može se zaključiti da usmjereni graf koji se vrlo često naziva i digraf povezuje čvor A sa čvorom B, dok se čvor B ne povezuje sa čvorom A (Fakultet elektrotehnike i računarstva bez dat.). Ulazni stupanj čvora je broj linija odnosno bridova dobivenih od jednog do drugog čvora odnosno broj bridova kojima v predstavlja završni vrh, dok izlazni stupanj čvora predstavlja broj bridova kojima v označava početni vrh (Peharda 2009). Izvorom se naziva čvor odnosno vrh koji sadrži ulazni stupanj nula, dok ponor označava izlazni stupanj koji je jednak nuli (Fakultet elektrotehnike i računarstva bez dat.). Što se tiče težinskih grafova, oni predstavljaju graf G čijem je svakom bridu e dodijeljen nenegativni broj $w(e)$ koji je nazvan kao težina brida e (Divjak i Lovrenčić 2005). U takvim grafovima bridovi sadrže određenu težinu prolaska, dok bestežinski grafovi sadrže sve bridove iste težine. Težinski grafovi mogu se podijeliti na usmjerene i neusmjerene grafove. Također, težina puta je jednaka zbroju bridova na putu, dok je težina samog grafa jednaka ukupnom zbroju svih bridova koji su u njemu sadržani (Fakultet elektrotehnike i računarstva bez dat.). Grafovi koji nisu usmjereni niti neusmjereni nazivaju se mješoviti ili miješani grafovi te mogu sadržavati veze u jednom smjeru ili u oba smjera između dva vrha odnosno predstavljaju različite kombinacije prethodno navedenih grafova (Knoke i Yang 2008). Dvorazinski grafovi su oni grafovi koji sadrže dvije vrste čvorova odnosno entiteta u svojoj strukturi te prikazuju dvorazinske mreže (Kadoić 2010). Što se tiče šetnje u grafu G ona predstavlja netrivialni konačni niz, dok su sami članovi vrhovi i bridovi. Vrhovi se nalaze na početnom i na završnom dijelu šetnje, dok se oni vrhovi koji se ne nalaze na početku ili na kraju nazivaju

unutarnji vrhovi. Šetnja se može nazvati i put u slučaju da su vrhovi međusobno različiti, dok se sama duljina šetnje računa kao broj bridova u njoj. Ukoliko se u šetnji preklapaju početak i kraj tada se šetnja naziva zatvorenom šetnjom. Ciklus je naziv za zatvorenu šetnju kod koje su početak i unutarnji vrhovi drugačiji odnosno različiti. Staza se može nazvati i kao šetnja gdje su svi bridovi različiti. Staza koja prolazi svakim bridom naziva se Eulerova staza (Divjak i Lovrenčić 2005).

Nadalje, u 19. stoljeću matematičar Arthur Cayley istraživao je specifične klase grafova te uveo naziv stabla. Ti grafovi prikazivali su različite kemijske spojeve te ono što je najvažnije nisu sadržavali cikluse. Stabla su služila u povezivanju raznih udaljenijih mjesta u različitim gradovima mrežom. Pojam stabla koristio se u različitim područjima poput fizikalne kemije i sl (Divjak i Lovrenčić 2005). Stablo je vrlo posebna klasa grafova te ono predstavlja povezani graf T bez ciklusa. Naziv šuma predstavlja graf koji također ne sadrži niti jedan ciklus, dok povezana šuma čini stablo. Vrh se uobičajeno naziva listom određenog stabla u slučaju da ima samo jednog susjeda. U nekim situacijama postoji specifičan čvor u stablu kojeg se želi dodatno istaknuti te se on naziva korijenom, dok takvo stablo predstavlja stablo s korijenom ili korijensko stablo. U slučaju kada je stablo ukorijenjeno, bridovi automatski postaju usmjereni. Kada se veza nalazi između dva čvora, onaj čvor koji je bliži korijenu naziva se roditelj, dok onaj koji je dalji predstavlja dijete. Dakle, list predstavlja čvor koji nema djece, dok unutrašnji čvor predstavlja čvor koji sadrži barem jedno dijete. Stupanj čvora može se izjednačiti sa brojem djece koje sadrži čvor. Također, postoji pojam razina korijena koja iznosi 1, dok za sve ostale čvorove vrijedi da je razina izjednačena s razinom roditelja koja je uvećana za 1. Visina stabla može se izjednačiti sa najvećom razinom od ukupno svih čvorova u samom stablu (Divjak i Lovrenčić 2005).

Nadalje, za prikaz i analizu društvenih mreža većinom su se upotrebljavali grafovi, no zbog sve veće složenosti u većem broju entiteta analiza je sve sporija. Upravo zbog toga koriste se matrice ili sociomatrice koje prikazuju kvadratnu tablicu s brojevima raspoređenim u stupce i retke. Naprimjer, u oznaci $X(N,N)$, X predstavlja matricu odnosno sociomatricu s dimenzijama N redaka i N stupaca te N^2 koji prikazuje informacije o odnosima između N društvenih aktera. Brojevi u matrici predstavljaju odnos između aktera koji su označeni određenim stupcima i redcima. Oni akteri koji se nalaze u stupcu nazvani su terminatori odnosno primatelji veze, dok akteri u redovima predstavljaju inicijatore ili pošiljatelje. Kao najjednostavnija mjera koristi se prisutnost ili odsutnost određenog čvora pomoću binarnih vrijednosti 0 i 1. Binarna vrijednost 1 označava vezu između dva aktera, dok vrijednost 0 ne predstavlja ni jedan odnos između dva aktera. S obzirom da u digrafu veze nisu uzajamne, njihove matrice su asimetrične. Matrice su simetrične ako su u neusmjerenim mrežama

vrijednosti veze između pošiljatelja i primatelja jednake odnosno ako vrijedi $x_{ij}=x_{ji}$. Dakle, svaki graf se može iščitati pomoću matrice tako da se opiše incidentnost vrhova i bridova u matricu ili da se provjeri povezanost dvaju vrhova. Iz toga se može vidjeti da postoji matrica incidencije te matrica susjedstva. Matrice su napravljene prema grafu odnosno prema društvenoj mreži koju opisuju. Matrica susjedstva za neusmjerene grafove jedna je od najosnovnijih sociomatrix koja se prikazuje u okviru društvenih mreža. Tako se graf G s obzirom na matricu upisuje kao $[G]$. Dakle, matrica susjedstva od grafa G prikazuje kvadrantu matricu reda n prikazana s $A=[a_{ij}]$ te sadrži onoliko stupaca i redova koliko graf ima entiteta. Ukoliko graf nema petlji ni višestrukih bridova tada su elementi matrice susjedstva prikazani nulama i jedinicama. Stupci i redci matrice označavaju entitete neke društvene mreže te svaki unos brojeva u redak i stupac prikazuje postojanost susjedstva između entiteta. Dakle, može se zaključiti da su dva čvora odnosno entiteta susjedna samo ako postoji grana ili veza koja ih međusobno povezuje. U slučaju da je prisutna grana koja povezuje dva entiteta u matrici susjedstva tada se upotrebljava vrijednost 1, dok se binarna vrijednost 0 upotrebljava ukoliko ne postoji veza između dva entiteta. Na slici 5 je prikazan neusmjereni graf s osam čvorova odnosno entiteta te njegova pripadajuća matrica susjedstva.



Slika 5: Neusmjereni graf (Izvor:(Podobnik 2010))

Matrica susjedstva :

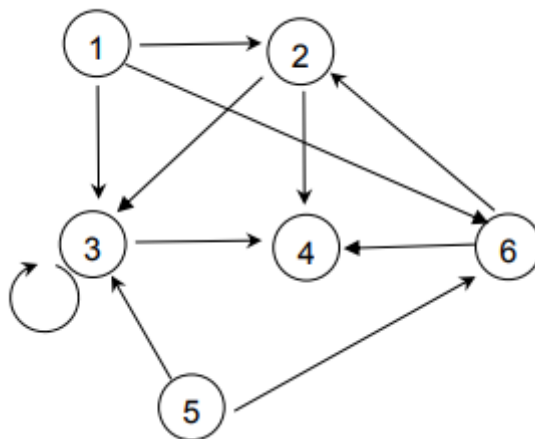
$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(Izvor: Prilagođeno prema (Podobnik 2010))

Nadalje, druga matrica predstavlja matricu incidencije koja se odnosi na graf G sa skupom vrhova $\{v_1, \dots, v_n\}$ te sa skupom bridova $\{e_1, \dots, e_m\}$. Iz toga se za svaki i, j ($1 \leq i \leq n$ i $1 \leq j \leq m$) definira

$$b_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ako je } v_i \text{ incidentan s } e_j \\ 0 & \text{inače, ako čvor } v_i \text{ nije incidentan s } e_j \end{cases}$$

Matrica $B = [b_{ij}]$ naziva se matrica incidencije te je tipa (n, m) (Divjak i Lovrenčić 2005). Matrica incidencije prikazuje čvorove ili entitete koji su incidentni određenim granama u prikazanom grafu odnosno čvorovi se nazivaju incidentnima nekoj grani ukoliko ona povezuje dva čvora u prikazanom grafu. Također, matrica incidencije se sastoji od redaka i stupaca gdje redci podrazumijevaju čvorove grafa dok stupci označavaju određene grane odnosno bridove u zadanom grafu (Podobnik 2010). Na slici 6 je prikazan usmjereni graf matrice incidencije te njegova pripadajuća matrica.



Slika 6: Usmjereni graf (Izvor: (Materijali bez dat.))

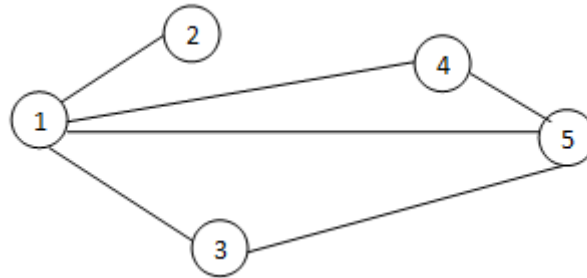
Matrica incidencije:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(Izvor: Prilagođeno prema (Materijali bez dat.))

Postoji i matrica geodetske udaljenosti gdje je graf G sa skupom vrhova $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ te sa skupom bridova $\{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, dok $d(i, j)$ prikazuje geodetsku udaljenost između dva čvora i i j . Dakle, geodetska udaljenost između dva čvora prikazuje najmanji

broj bridova koji povezuje dva čvora (Peharda 2009). Na slici 7 je prikazan neusmjereni netežinski graf te njegova pripadajuća matrica.



Slika 7: Neusmjereni netežinski graf (Izvor: Vlastita izrada)

Matrica geodetske udaljenosti:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(Izvor: Vlastita izrada)

Nadalje, postoji i matrica veze koja označava najpotpuniju matricu koja predstavlja vezu između vrhova. Ta matrica prikazuje prisutnost veze, smjera i intenziteta veze. Matrica veze se definira kao $c_{ij} = 0$, ako v_i nije u vezi ili ne utječe na v_j ; w_{ij} , ako v_i ne utječe na v_j intenzitetom w_{ij} . U slučaju prisutnosti netežinske neusmjerene mreže matrica veze jednaka je matrici susjedstva (Kadoić 2010).

$$c_{ij} = \begin{cases} w, & \text{ako su } v_i \text{ i } v_j, \text{ povezani linijom težine } w_{ij} \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

3.3. Mjere centraliteta

Kada se govori o mjerenju u analizi društvenih mreža tada se najčešće upotrebljava centralnost odnosno mjere centraliteta. Centralnost se uglavnom koristi kako bi se razlikovali akteri odnosno čvorovi s obzirom na moć, utjecajnost te kritičnost (Pan 2007). Osnovni cilj u pojedinoj mreži je identificirati čvorove u mreži bez obzira na društvenu mrežu pojedinaca ili grupa (Kadoić i ostali 2017). Dakle, mjere centraliteta omogućuju pružanje informaciju o važnosti i povezanosti čvora s ostalim dijelovima mreže (Letina 2017). Mjere centraliteta

mogu se podijeliti na stupanj centraliteta, smještanje između centraliteta te centralitet blizine (Divjak i Peharda 2010).

Prva mjera naziva se stupanj centralnosti odnosno engl. degree centrality te podrazumijeva broj izravnih tj. direktnih veza koje posjeduje čvor u neusmjerenim vezama. Takva mjera centralnosti prihvaća samo izravne veze, dok preostale mjere centralnosti uzimaju u obzir indirektan utjecaj koji akter odnosno čvor sadrži u mreži. Stupanj centralnosti se kod neusmjerenih mreža može izraziti:

$$S_I(N_i) = \sum_{j=i}^g x_{ij} \quad (i \neq j)$$

U ovoj formuli $S_I(N_i)$ predstavlja stupanj centraliteta za čvor $\sum_{j=i}^g x_{ij}$, dok broj svih direktnih veza koje taj čvor ima s $g - 1$ drugim j čvorovima. Sama mjera ovisi isključivo o veličini mreže, odnosno podrazumijeva da što je mreža veća, veća je i maksimalna moguća vrijednost stupnja centralnosti. Ukoliko se dobije ista vrijednost stupnja centralnosti to može podrazumijevati da je akter povezan u manjoj mreži ili mogućnost povezivanja samo s određenim akterima u većoj mreži (Letina 2017). Normalizirani stupanj centralnosti aktera se koristi ukoliko se želi ukloniti utjecaj veličine mreže na stupanj centralnosti te glasi:

$$S'I(N_i) = \frac{Cs(N_i)}{g - 1}$$

Može se reći da ona osoba koja sadrži najviše izravnih veza predstavlja najutjecajniju osobu. Najjednostavnija mjera centraliteta odnosno druga mjera centraliteta je closeness centrality odnosno centralitet blizine čvora koja podrazumijeva kolika je duljina puta od čvora do čvora tj. koliko je neki čvor udaljen od ostalih čvorova (Letina 2017). Dakle, blizina centraliteta može podrazumijevati koliko brzo neki vrh može pristupiti ostalim entitetima u mreži, na primjer komunicirajući direktno ili putem vrlo malo posrednika (Knoke i Yang 2008) Također, blizina centraliteta uključuje indirektne veze između čvorova te zbog toga prikazuje poželjniju mjeru u odnosu na stupanj centraliteta (Kadoić 2010). Blizina centraliteta podrazumijeva geodetsku udaljenost koja prikazuje udaljenost čvora u odnosu na druge čvorove. Geodetska udaljenost pokazuje najkraći put između dva čvora u mreži (Kadoić i ostali 2017). Veća vrijednost centraliteta blizine ukazuje na manju udaljenost između čvorova i obrnuto (Letina 2017). Za izračunavanje blizine centraliteta koristi se formula:

$$Cc(N_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^g d(N_i, N_j)}, i \neq j$$

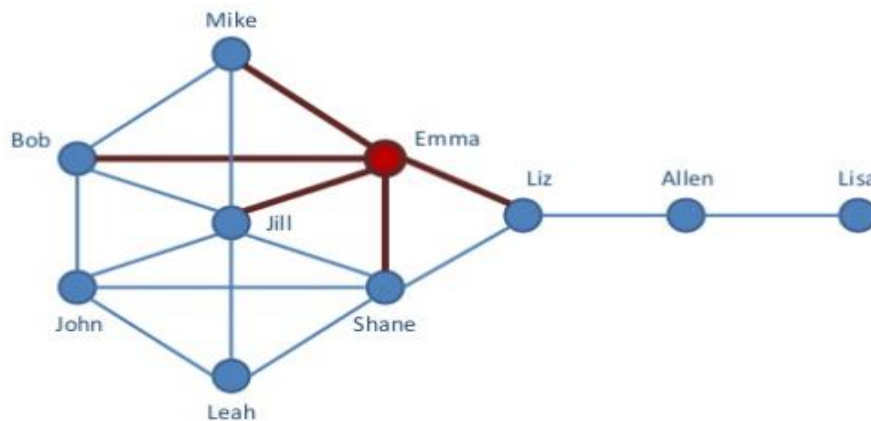
Kako bi usporedili blizinu dvaju čvora iz mreža potpuno različitih veličina tada se vrijednosti normaliziraju prema formuli:

$$B'c = [Bc]^{-1} (n - 1)$$

Nadalje, postoje razne značajke vrha s visokom blizinom centraliteta, kao što su: (Visualizer bez dat.)

- brz pristup drugim entitetima u mreži,
- kratak put do drugih entiteta,
- blizina drugim entitetima,
- velika usmjerenost na situacije u mreži.

S obzirom na aspekt blizine, vrh se naziva centralnim vrhom ukoliko ostalim entitetima može pristupiti brže od ostalih. Vrh koji se može vidjeti u središnjem dijelu mreže može uz pomoć kratkih šetnji pristupiti ostalim sudionicima u mreži. Najkraće šetnje u mreži opisane su kao geodetske, pa zbog toga blizina centraliteta ovisi isključivo o geodetskoj udaljenosti između vrha i ostalih vrhova u zadanoj mreži (Peharda 2009). Blizina centraliteta koristi se u situacijama koje zahtijevaju veliku brzinu razmjene informacija. Na slici 8 je prikazan centralitet blizine čvorova te je jasno vidljivo da crvena boja prikazuje najkraći put od čvora Emma do ostalih čvorova u mreži.



Slika 8: Centralitet blizine čvorova (Izvor: (Gašević 2014))

Treća mjera centraliteta naziva se betweenness centrality odnosno centralitet međupovezanosti koji pokazuje broj puta pojavljivanja čvora između bilo koja dva čvora u promatranoj mreži. Dobivena veća vrijednost prikazuje povezujuću ulogu aktera koji ima vrlo veliki utjecaj na protok informacija između različitih aktera koji nisu međusobno povezani. Visoka međupovezanost podrazumijeva vrlo veliku prednost pozicije aktera u mreži. Mjera

međupovezanosti podrazumijeva broj najkraćih putova između svih parova čvorova u mreži čiji putevi prolaze kroz promatrani čvor (Letina 2017). Kako bi se izračunala međupovezanost određenog čvora koristi se formula:

$$C_B(N_i) = \sum_{j < k} \frac{g_{jk}(N_i)}{g_{jk}}$$

U navedenoj formuli g_{jk} predstavlja broj geodetski puteva između dva čvora (j, k), dok $g_{jk}(N_i)$ označava broj geodetskih puteva između j i k koji sadrži čvor i (Knoke i Yang 2008). Nakon toga izračunava se korekcija čija formula glasi:

$$C'_B(N_i) = \frac{C_B(N_i) \times 2}{(g-1)(g-2)}$$

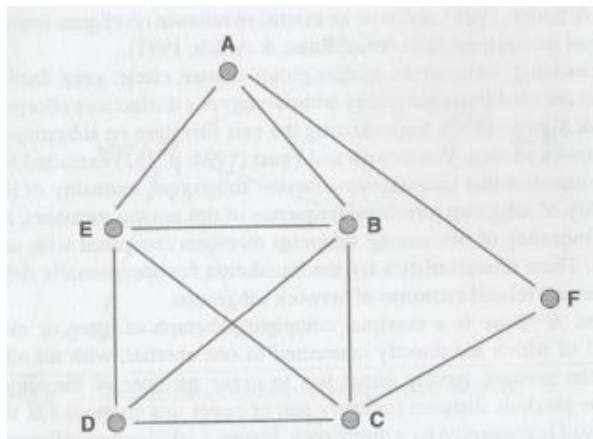
3.4. Podstrukture

Pojam kohezije je usko povezan s idejom gustoće odnosima tj. vezama između članova unutar određene društvene mreže. Kohezivna podskupina odnosno podgraf čine akteri koji su međusobno povezani odnosima ili vezama u raznim smjerovima te im upravo takve veze omogućuju dijeljenje raznih informacija, podataka, stvaranje solidarnosti te kolektivno djelovanje. Primjeri nekih kohezivnih skupina su vjerski kultovi, zločinačke bande, sportske timove, radne timove i sl. Kohezija je vrlo važan čimbenik koji stvara dodatnu motivaciju pojedincima te bez njezine prisutnosti zajednički zadatak neke grupe postaje ograničenje. Dakle, kohezija se koristi u svakodnevnom jeziku te predstavlja čovjekov osobni interes tj. ono što nas mami na izvođenje neke akcije. Kao primjer može se navesti osoba koja više preferira bavljenje sportom te će se kretati u sličnom takvom društvu, nego u društvu glazbenjaka. Dakle, kohezija stvara podstrukture u mreži te njezina frekvencija ovisi isključivo o blizini pojedinaca, frekvenciji vezane za razmjenu resursa, afinitetu i sl (Knoke i Yang 2008) (Kadoić 2010) Dva pristupa za prepoznavanje podstrukture mreže su Bottom-up pristupi te Top down pristupi (Peharda 2009).

Bottom-up pristupi odnose se na određenu cjelinu koja podrazumijeva neke manje dijelove. Dakle, takav pristup podrazumijeva raščlanjivanje cjelina na manje dijelove odnosno podrazumijeva pretpostavku da makro čini mikro. Što se tiče društvenih mreža, može se zaključiti da društvena mreža podrazumijeva raščlanjivanje na manje skupine tj. grupe kao što su dijade, klasteri i sl. Ono što karakterizira ovaj pristup je to što se kreće od pojedinca odnosno od manjih struktura s ciljem da se razumije struktura cjelokupne mreže (Knoke i Yang 2008) (Peharda 2009). U taj pristup ubrajaju se:

- klike
- n-klike
- n-klanovi
- k-plexes.

Klika predstavlja maksimalni potpuni podgraf koji se sastoji od tri ili više čvorova te su svi čvorovi međusobno direktno povezani pri čemu niti jedan drugi čvor u mreži nema direktne veze sa svakim članom u kliku. Što se tiče geodetske udaljenosti binarna udaljenost između svaka dva čvora je 1 (Knoke i Yang 2008). Klika po imenu dijada predstavlja najmanju kliku koju čine samo dva pojedinca i njihova veza. Vrlo teško je pronaći najveću kliku u zadanoj mreži (Peharda 2009). Na slici su prikazane klike u neusmjerenom grafu. Iz grafa se može zaključiti da postoje dvije klike koje potpuno udovoljavaju potrebnim zahtjevima, a to su klika ABE i klika BCDE. Bez obzira na to što je čvor F povezan i s A i s C, ta tri čvora ne čine kliku iz razloga što čvor A i C nisu direktno povezani. Preostale četiri grupe odnosno EBC, EBD, BCD te BDE također ne čine kliku zato što je jedan dodatni čvor povezan sa sva tri zadana čvora u tim grupama. Naprimjer, EBC ne predstavlja kliku jer čvor D ima direktnu vezu s čvorom E, B i C (Knoke i Yang 2008).



Slika 9: Klike u neusmjerenom grafu (Izvor:(Knoke i Yang 2008))

Klika predstavlja definiciju za koju se može reći da je prestroga te iz tog razloga postoje dva načina koja ublažuju definiciju klike. Prvi način odnosi se na praćenje podstrukture koje su na udaljenosti n od promatranog pojedinca odnosno pojedinac postaje član klike ako je povezan s ostalim članovima na nekoj udaljenosti n . Upravo iz tog razloga ova podstruktura naziva se N -kliku u kojoj N podrazumijeva duljinu puta za stvaranje veza s drugim članovima. Kod N -klike član može biti i pojedinac koji nema direktnu vezu s ostalim članovima klike. U slučaju da je $N=1$ tada je riječ o kliku. Većinom se koristi udaljenost $n=2$ pa je riječ o 2-klikama te se povezuju svi članovi koji su najviše međusobno udaljeni 2 binarne u

mreži. N-klika predstavlja podgraf sa skupom čvorova N_s , takav da je $d(n_i, n_j) \leq n$ za svaki n_i, n_j element N_s (Peharda 2009) (Kadoić 2010).

N-klan pristup omogućuje pronalaženje dugih i isprepletenih grupiranja te traži da se sve veze između pojedinaca određene podstrukture postižu isključivo preko ostalih članova zadane podstrukture. Dakle, n-klan je n-klika te se sve geodetske udaljenosti između vrhova tj. čvorova ostvaruju isključivo preko ostalih vrhova podgraфа (Peharda 2009).

K-plexes predstavlja posljednju podstrukturu. Ovaj pristup govori o tome da pojedinac pripada članu klike ako ima barem n-k direktnih veza s članovima klike (Peharda 2009).

Top-Down pristupi proučavaju se na razini cijele mreže odnosno ovaj pristup temelji se na proučavanju cijele strukture te na pronalaženju podstrukture. Zapravo riječ je o pronalaženju slabijih točaka mreže gdje se prvo uklanjaju određene linije te zatim nastaju manje strukture. Takve točke pokazuju kako se mreža može razdijeliti na manje cjeline (Peharda 2009). Top-down pristupi mogu se podijeliti na:

- Komponente
- Lambda skupovi
- Blokovi i točke prekida
- Klasteri
- Blokmodeli

Top-down pristup komponente odnosi se na proučavanje cjelovite mreže te traži odvojene dijelove grafa koji se ne vežu za bilo koje druge dijelove promatranog grafa. Na grafu postoje i rubni čvorovi koji označavaju mjesta odnosno granice među komponentama (Peharda 2009) (Kadoić 2010)

Prema (Peharda 2009) lambda skup vrednuje važnost veza u mreži ovisno koliko tokova resursa između pojedinih sudionika u promatranjоj mreži prolazi kroz svaku vezu te nakon toga definira skupove veza koje bi, u slučaju da su onemogućene, najviše imale utjecaj na poremećaj tokova između svih pojedinaca. Dakle, može se reći da takav pristup daje značaj onim točkama koje su imale najveći utjecaj na strukturu veza.

Treći top-down pristup su blokovi i točke prekida. Točke prekida nazivaju se slabije točke odnosno predstavljaju čvorove koji u slučaju da ih se makne kulminiraju uništavanjem povezanosti određenog grafa te se dobe dvije ili više podstrukture (Knoke i Yang 2008). Blokovi označavaju odjeljenja u kojima točke prekida razdvajaju graf (Peharda 2009)

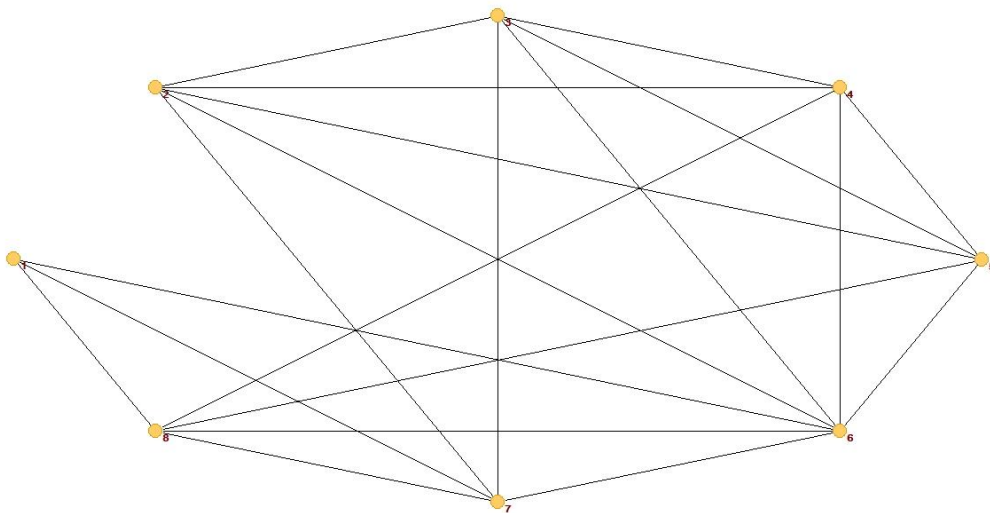
Klasteriranje se može definirati kao hijerarhijska razina koja se odnosi na razvrstavanje čvorova u različite grupe koje imaju neke zajedničke značajke. Takav postupak

se može prikazati dijagramom stabla odnosno dendogramom. Svaki čvor odnosno svaki akter se prikazuje kao klaster koji se spaja u veće klastere i tako sve dok se svi akteri ne potroše. Postupak klasteriranja se može provoditi nad više mreža u isto vrijeme (Kadoić 2010).

Blokmodeli predstavljaju još jedan top-down pristup. Prema (Kadoić 2010) blokmodeliranje se odnosi na dijeljenje sociomatrice od N aktera iz jedne ili više povezanih mreža u dvije ili više diskretne podgrupe koji se nazivaju blokovi. Sam pojam blok označava kvadratnu submatricu koja sadrži pojašnjene veze među strukturno ekvivalentnih aktera, koji imaju slične relacije s akterima koji su u bloku. Sam postupak blokmodeliranja se može koristiti nad jednom ili više matrica, matricama usmjerenih i neusmjerenih te težinskih ili netežinskih društvenih mreža ili nad matricama mješovitih mreža (Kadoić 2010).

3.5. Mjere centraliteta i podstrukture objašnjene na demo primjeru

U ovom poglavlju napravljen je pregled mjere centraliteta i podstrukture na demo primjeru s 8 aktera i 20 veza u mreži. Na slici 10 je prikazana neusmjerena netežinska mreža navedenog primjera.



Slika 10: Prikaz neusmjerene netežinske mreže (Izvor: Vlastita izrada u programu Pajek)

Prikazana mreža sadrži 8 čvorova i 20 veza ($N=8$, $M=20$). Pošto je riječ o netežinskoj neusmjerenoj mreži gustoća se izračunava prema formuli $D = \frac{2M}{N(N-1)}$ što znači da prema navedenom primjeru gustoća iznosi $D = \frac{2 \times 20}{8(8-1)} = \frac{40}{56} = 0.714$. Prema izračunatoj gustoći može se zaključiti da se radi o srednje gustoj mreži. Prema razini povezanosti u mreži može se zaključiti da postoji jaka povezanost u mreži zbog toga što su svi čvorovi povezani u oba smjera. Mreža je povezana i ne sadrži odvojene čvorove. U nastavku je izračunata matrica susjedstva gdje je jasno vidljivo da je vanjski suradnik povezan sa svim ostalim članovima u mreži. Matrica susjedstva jednaka je matrici veza u neusmjerenom netežinskom grafu. U nastavku je prikazana matrica geodetske udaljenosti te matrica susjedstva.

$$\text{Matrica susjedstva: } \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrica geodetske udaljenosti: } \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Matrica susjedstva na primjeru tvrtke koju čine: vlasnik, dva tima s po dva člana i voditeljima te vanjski suradnik pokazuje neusmjerene veze između vlasnika i voditelja timova 1 i 2 te vanjskog suradnika. Neusmjerena veza prisutna je kod članova tima 1 i 2 međusobno i s njihovim voditeljima. Vanjski suradnik ima neusmjerene veze sa svima unutar tvrtke jer je zaposlen kao ispomoć na svim projektima vezanim za tvrtku. Neusmjerene veze između čvorova označavaju suradnju odnosno komunikaciju. Matrica susjedstva u neusmjerenim mrežama je uvijek simetrična pa tako i u ovom slučaju.

$C_D(N_i)$ Stupanj centraliteta

$$\begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 7 \\ 5 \\ 5 \end{bmatrix}$$

Stupanj centraliteta dobiven je zbrajanjem jedinica matrice susjedstva u jednom retku. Iz matrice gdje je izračunat stupanj centraliteta vidljivo je da najveći stupanj centraliteta ima čvor 6 koji označuje vanjskog suradnika. S obzirom da veze prikazuju suradnju, a vanjski suradnik nije povezan isključivo s jednim timom i projektom, njegov najveći stupanj centraliteta je logičan. Naime, on surađuje i s timovima, voditeljima, ali i s vlasnikom tvrtke kako bi povećao efikasnost i poštivanje rokova.

Korigirani stupanj centraliteta

$$\begin{bmatrix} 3 \\ 7 \\ 5 \\ 7 \\ 5 \\ 7 \\ 5 \\ 7 \\ 5 \\ 7 \\ 1 \\ 5 \\ 7 \\ 5 \\ 7 \end{bmatrix}$$

Korigirani stupanj centraliteta dobiven je tako da je svaki redak matrice podijeljen s N-1. U ovom slučaju riječ je o N=8 članova pa je matrica podijeljena brojem 7. Ovaj stupanj centraliteta pokazuje da član 6 vanjski suradnik ima najveći korigirani stupanj centraliteta 1. Iz programa Pajek izračunat je centralitet blizine B_c koji iznosi 0.52525253. Taj broj predstavlja opću vrijednost duljine puta između dva čvora.

Tablica 2: Prikaz vrijednosti centraliteta blizine

1.	0.636364	Vlasnik tvrtke
2.	0.777778	Član 1 tima 1
3.	0.777778	Član 2 tima 1
4.	0.777778	Član 1 tima 2
5.	0.777778	Član 2 tima 2

6.	1.000000	Vanjski suradnik
7.	0.777778	Voditelj tima 1
8.	0.777778	Voditelj tima 2

(Izvor: Vlastita izrada prema Pajek-u)

U tablici 2 su prikazane vrijednosti centraliteta blizine za sve članove te je jasno vidljivo da je vanjski suradnik opet najbliži svim ostalim akterima. To znači da najveću suradnju tj. bliskost ostvaruje vanjski suradnik sa svim ostalim članovima te da vanjski suradnik predstavlja čvor s najmanjom udaljenošću do svih ostalih čvorova u mreži. Dakle, vanjski suradnik ima brz pristup ostalim čvorovima u mreži, nalazi se blizu ostalih čvorova te sadrži visoku upućenost u sve događaje u mreži. U tablici 3 je prema formulama prikazan izračun blizine centraliteta i korigirane blizine centraliteta za sve čvorove u mreži.

Tablica 3: Blizina centraliteta

Čvor	Blizina centraliteta	Korigirani centralitet blizine $(N-1)*C_c$
1	$1/(1+1+1+2+2+2+2)=1/11$	0,636364
2	$1/(1+1+1+1+1+2+2)=1/9$	0,777778
3	$1/(1+1+1+1+1+2+2)=1/9$	0,777778
4	$1/(1+1+1+1+1+2+2)=1/9$	0,777778
5	$1/(1+1+1+1+1+2+2)=1/9$	0,777778
6	$1/(1+1+1+1+1+1+1)=1/7$	1,000000
7	$1/(1+1+1+1+1+1+1)=1/7$	0,777778
8	$1/(1+1+1+1+1+1+1)=1/7$	0,777778

(Izvor: Vlastita izrada)

Prosječan centralitet međupovezanosti iznosi 0.10884354. Taj broj označuje koliko se puta neki čvor nalazi između bilo koja dva čvora. Vrijednosti centraliteta međupovezanosti za svaki član prikazane su u tablici.

Tablica 4: Prikaz vrijednosti centraliteta međupovezanosti

1.	0.000000	Vlasnik tvrtke
2.	0.023810	Član 1 tima 1
3.	0.023810	Član 2 tima 1
4.	0.023810	Član 1 tima 2
5.	0.023810	Član 2 tima 2
6.	0.142857	Vanjski suradnik

7.	0.071429	Voditelj tima 1
8.	0.071429	Voditelj tima 2

(Izvor: Vlastita izrada prema Pajek-u)

Iz navedene tablice 4 može se zaključiti da najveći centralitet međupovezanosti ima vanjski suradnik što znači da taj akter predstavlja povezujuću osobu koja kontrolira tok informacija između drugih članova u mreži koji nisu međusobno povezani. Čvor 6 odnosno vanjski suradnik ima utjecajnu ulogu u mreži, jedinstvenu točku prekida te ima veliki utjecaj na sve događaje u mreži. Dakle, čvor 6 ima povlašteniju ulogu u odnosu na druge aktere u mreži. U tablici 5 su prikazani izračuni centraliteta međupovezanosti za čvor 7 pomoću prethodno navedene formule.

Tablica 5: Vrijednosti centraliteta međupovezanosti

p_i	g_{jk}	$g_{jk}(7)$	$\frac{g_{jk}(7)}{g_{jk}}$	p_i	g_{jk}	$g_{jk}(7)$	$\frac{g_{jk}(7)}{g_{jk}}$	p_i	g_{jk}	$g_{jk}(7)$	$\frac{g_{jk}(7)}{g_{jk}}$
(1,2)	2	1	1/2	(2,5)	1	0	0	(4,6)	1	0	0
(1,3)	2	1	1/2	(2,6)	1	0	0	(4,8)	1	0	0
(1,4)	2	0	0	(2,8)	4	1	1/4	(5,6)	1	0	0
(1,5)	2	0	0	(3,4)	1	0	0	(5,8)	1	0	0
(1,6)	1	0	0	(3,5)	1	0	0	(6,8)	1	0	0
(1,8)	1	0	0	(3,6)	1	0	0				
(2,3)	1	0	0	(3,8)	4	1	1/4				
(2,4)	1	0	0	(4,5)	1	0	0				

(Izvor: Vlastita izrada)

$$C_B(7) = \sum \frac{3}{2}$$

$$C'_B(7) = \frac{2 \times 3}{7 \times 6 \times 2} = 0,071429$$

U prethodnoj tablici je za svaki par čvorova izračunat broj geodetskih puteva između dva čvora te broj geodetskih puteva između dva čvora čiji put prolazi kroz promatrani čvor. U tablici je izračunat centralitet međupovezanosti za čvor 7. Gledajući relaciju (3,8) možemo vidjeti da postoji 4 najkraća puta od čvora 3 do čvora 8 te samo jedan put prolazi kroz promatrani čvor 7. Također, gledajući relaciju (2,8) može se uočiti da postoji 4 najkraća puta

od čvora 2 do čvora 8 te samo jedan put između ta dva čvora prolazi kroz čvor 7. Podijelivši i sumiravši sve vrijednosti dobije se $C_B(7) = \frac{3}{2}$ te $C'_B(7) = 0,071429$. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da čvor 7 odnosno voditelj tima 1 ima utjecajnije ulogu u odnosu na ostale čvorove, izuzevši čvor 6. Osim njega isti rezultat dobije se i za čvor 8 odnosno voditelja tima 8 što znači da imaju podjednake uloge u promatranoj mreži. U sljedećoj tablici prikazane su vrijednosti centraliteta međupovezanosti dobivene za čvor 6.

Tablica 6: Vrijednosti centraliteta međupovezanosti

p_i	g_{jk}	$g_{jk}(6)$	$\frac{g_{jk}(6)}{g_{jk}}$	p_i	g_{jk}	$g_{jk}(6)$	$\frac{g_{jk}(6)}{g_{jk}}$	p_i	g_{jk}	$g_{jk}(6)$	$\frac{g_{jk}(6)}{g_{jk}}$
(1,2)	2	1	1/2	(2,5)	1	0	0	(4,7)	4	1	1/4
(1,3)	2	1	1/2	(2,7)	1	0	0	(4,8)	1	0	0
(1,4)	2	1	1/2	(2,8)	4	1	1/4	(5,7)	4	1	1/4
(1,5)	2	1	1/2	(3,4)	1	0	0	(5,8)	1	0	0
(1,7)	1	0	0	(3,5)	1	0	0	(7,8)			
(1,8)	1	0	0	(3,7)	1	0	0				
(2,3)	1	0	0	(3,8)	4	1	1/4				
(2,4)	1	0	0	(4,5)	1	0	0				

(Izvor: Vlastita izrada)

$$C_B(6) = \sum 3$$

$$C'_B(7) = \frac{2 \times 3}{7 \times 6} = 0,142857$$

Zbrojivši sve vrijednosti u tablici dobije se $C_B(6) = 3$ te $C'_B = 0,142857$. Na temelju dobivenih rezultat može se zaključiti da čvor 6 odnosno vanjski suradnik ima najutjecajnije ulogu u tvrtki te kontrolira tok informacija između svih ostalih članova u mreži. Naprimjer, gledajući relaciju (5,7) može se vidjeti da postoji 4 najkraća geodetska puta od čvora 5 do čvora 7 te samo jedan put između ta dva čvora koji sadržava promatrani čvor 6. Relacije (2,8), (3,8) te (4,7) također sadrže 4 najkraća geodetska puta i jedan put koji prolazi čvorom 6.

U nastavku će se prikazati podstrukture u mreži. Kod proučavanja mreže bitno je zaključiti koji su članovi intenzivnije međusobno povezani te na temelju intenziteta veza odrediti kliku. S obzirom da je u navedenom primjeru riječ o neusmjerenom netežinskom

grafu geodetska udaljenost između dva čvora je 1. Zato što je riječ o netežinskom grafu klike se ne dijele s obzirom na težinu, već su sve klike težine 1 i nemaju značajnu ulogu u mreži. Iz neusmjerenog netežinskog grafa prikazanog na slici vidljiva je klika 3-4-2 između članova tima 1 i člana 1 tima 2. Članovi 3-4-2 čine kliku odnosno međusobno su povezani tj. surađuju. Druga vidljiva klika je 2-3-5 između članova tima 1 i člana 2 tima 2. Primjer klike od četiri člana je 1-6-7-8 koju čine vlasnik tvrtke, voditelji timova i vanjski suradnik. Također, kliku čine i članovi 2-3-4-5-6 koja predstavlja suradnju i komunikaciju između članova. Što se tiče n -klika obično se govori o 2-klikama odnosno koristi se $n=2$. U navedenom primjeru mreže n -klika je primjer 1-2-3-4-5-6-7-8 što znači da je svaki navedeni član udaljen 2 binarne u mreži sa svim ostalim navedenim članovima podstrukture. Razlog zbog čega 2-kliku odnosno n -kliku čine svi članovi u mreži je zbog toga što je vanjski suradnik povezan sa svim ostalim članovima u mreži. Tako je naprimjer vrh 5 udaljen najviše dvije binarne udaljenosti od ostalih vrhova u podstrukturi. N -klan pokazuje da se sve veze između pojedinaca koji se nalaze u podstrukturi ostvaruju isključivo preko ostalih članova podstrukture. Prema prethodno navedenoj n -kliku može se zaključiti da se n -klan ne može odrediti iz razloga što svi čvorovi podstrukture čine 2-kliku. Što se tiče k -plexusa, pojedinci iz mreže se prikazuju u podstrukturi k -plex isključivo ako sadrže barem $n - k$ direktnih veza s članovima k -plexa. U navedenom primjeru podstruktura 2-3-4-5-6-7-8 predstavlja primjer 2-plexusa zbog toga što članovi navedene podstrukture ostvaruju vezu s barem 4 druga člana u podstrukturi. Takav pristup naziva se još i n -core koji u ovom primjeru predstavlja 4-core. U nastavku su prikazani top-down pristupi koje čine komponente, točke prekida i lambda skupovi, blokmodeli te klasteriranje. Komponente se odnose na proučavanje cijele mreže iz koje se trebaju uočiti podgrafovi koji nisu međusobno povezani. Komponente predstavljaju jednog ili više članova koji su odvojeni tj izolirani. U ovom primjeru komponenta nema. Kao što je već prije objašnjeno točke prekida predstavljaju čvorove koji ako se maknu dijele graf na dvije ili više podstrukture. U ovom primjeru zbog prisutnosti neusmjerene mreže i zbog velikog broja veza između čvorova koji god čvor maknuli ostali čvorovi bit će povezani iz razloga što je svaki čvor spojen s vanjskim suradnikom koji je spojen sa svim ostalim čvorovima u mreži. Lambda skupovi veliku pažnju posvećuju važnosti veza odnosno kako bi uklanjanje određenih veza utjecalo na daljnje tokove između članova. U navedenom primjeru sve veze sadrže težinu 1 što bi značilo da su sve veze između svih pojedinaca iste jačine. No, kako je prije objašnjeno iz razloga što je vanjski suradnik povezan sa svim ostalim članovima, njemu se pridaje najveći utjecaj odnosno za njega se može reći da ostvaruje najveću suradnju sa svim ostalim članovima u mreži. Upravo zbog toga bi se moglo navesti da ukoliko se ukloni veza između vanjskog suradnika i npr. voditelja tima 1 ne bi se dogodila značajna promjena

odnosno to ne bi uvelike utjecalo na poslovanje tvrtke jer je vanjski suradnik povezan i s članovima tima 1, a ne isključivo s voditeljem tima 1.

4. Pregled primjena metode SNA

U sljedećem poglavlju prikazat će se pregled primjene metode SNA. Dakle, napraviti će se analiza literature u bazi Google Scholar te će biti analizirani sažetci 15-ak radova. Zatim, bit će napravljena kumulativna analiza prikazanih radova te analiza literature o primjeni metode SNA u različitim područjima znanosti.

Nadalje, prvi sažetak rada koji će biti analiziran je istraživački članak, na temu *Vremenske metrike udaljenosti za analizu društvenih mreža*. Izabrani članak govori o važnosti analize društvenih i tehnoloških mreža te o postojanju mreža koje se ne mijenjaju kroz određeno vremensko razdoblje odnosno o postojanju statičkih ili agregiranih mreža. U navedenom radu autori predlažu novije vremenske metrike kako bi mogli usporediti brzinu procesa difuzije informacija s obzirom na evoluciju mreže što se tiče različitih globalnih i lokalnih stajališta. Oni smatraju da bi takve nove metrike mogle dostići vjerodostojnost podataka koji su korišteni na statičkim grafikonima. U ovom članku autori uvode tehnike u dvije klase vremenski različitih mreža, a to su povezanost mobilnih uređaja te razmjena e-pošte (Tang i ostali 2009).

Drugi promatrani članak je časopis Američkog statističkog udruženja na temu *Pristupi latentnom prostoru za analizu društvenih mreža*. Ovaj rad opisuje različite modele grafova koji sadrže čvorove koji predstavljaju različite aktere dok opisani rubovi označavaju odnos tj. vezu između dva ili više aktera. Tu se pojavljuje model koji opisuje postojanje odnosa između aktera koji ovisi o samom položaju pojedinaca u nekom društvenom prostoru. U radu je opisan postupak Markovskog lanca Monte Carlo kako bi se napravio zaključak o latentnim položajima (Hoff, Raftery, i Handcock 2012).

Treći rad na temu primjene SNA je priručnik pod nazivom *Analiza društvenih mreža: povijest, pojmovi i istraživanje*. U ovom radu raspravlja se o analizi društvene mreže u odnosu na tradicionalni pristup različitim društvenim istraživanjima. Autor opisuje pojam društvene mreže kao skupine pojedinaca koji su međusobno povezani. Takva percepcija društvene mreže sastoji se dakle od pojedinaca zvanih aktera tj. čvorova koji su vidljivi u različitim grafovima. Oni mogu biti prikazani kao osobe, grupe, organizacije i sl (Zhang 2010).

Četvrti analizirani rad naziva se *Pregled analize društvenih mreža*. Sažetak navedenog rada opisuje kako postojanje web stranica omogućuje sve bržu dostupnost velike količine podataka. Rad omogućuje uvod i pristup osnovnoj teoriji pojedincima koji su vrlo zainteresirani za područje primjene SNA (Oliveira i Gama 2012).

Sljedeći odnosno peti rad koji uključuje SNA naziva se *Analiza društvenih mreža*. U radu se stavlja naglasak na pojam *moć* te se želi istaknuti da ona ne postoji samo u državama ili važnim institucijama već se nalazi u određenim mrežama koje osmišljavaju društvo. U radu je objašnjeno kako analiza društvenih mreža pokušava shvatiti aktere i njihove odnose u mreži (Serrat 2017).

Šesti analizirani sažetak rada pod naslovom *Pristupi mješovitim metodama za analizu društvenih mreža* upućuje na sve veću važnost SNA u društvenim znanostima. U rad su navedeni programi koji omogućuju korisnicima vizualizaciju mreže. Postoje kvantitativni i kvalitativni pristupi koji metodama SNA. Kvantitativni pristupi podrazumijevaju mjerenje mreža tj. društvene odnose upotrebljavaju kao numeričke podatke gdje su veze nazočne ili nisu. Kvalitativnim pristupom istraživači razmatraju pitanja vezana za reprodukciju, varijabilnost te dinamiku društvenih veza (Gemma 2010).

Sedmi rad pod naslovom *Društvene mreže i mrežna okruženja: kada se znanost i praksa zajedno razvijaju* govori o razvijaju analize društvenih mreža koja se razvila na temelju računalne komunikacije te sve većim prisutstvom ljudi na internetu. Upravo zbog toga, istraživači su počeli istraživati nove metode i tehnike (Rosen, Barnett, i Kim 2011).

Osmi rad pod nazivom *Prepoznavanje čvorova središnje centralnosti između velikih društvenih mreža* podrazumijeva novu metričku tj. središnju sredinu k putanje i algoritam za njenu procjenu te pokazuje da čvorovi koji sadrže visoku središnju k-stazu imaju središnje mjesto između čvorova. Dokazano je da za istraživanje na stvarnim društvenim mrežama treba manje vremena te stvara točnost u otkrivanju čvorova centralnosti između (Kourtellis i ostali 2013).

Deveti rad pod nazivom *Upotreba okvira za obradu grafikona velikih razmjera u obliku Pregel za analizu društvenih mreža* podrazumijeva važnost Pregela koji predstavlja alat za obradu grafikona. U radu su objašnjene različite metode za procjenu promjera, stupnjeve odvajanja, otkrivanje trokuta, k-jezgre i k-rešetki i sl (Quick, Wilkinson, i Hardcastle 2012).

Deseti analizirani sažetak rada pod naslovom *Pregled softverskih aplikacija za analizu društvenih mreža* podrazumijeva sve veći razvitak aplikacija za analizu društvenih mreža u posljednjih nekoliko godina. Neki od najčešćih softverskih aplikacija za analizu društvenih mreža su: Pajek, UCINET 6, NetDraw, Gephi, E-Net, KeyPlayer 1, StOCNET te Automap. Pajek sadrži dobre algoritme koji pomažu u analizu velikih mreža, dok UCINET 6 podrazumijeva alate koji su djelotvorni za mjerenje struktura društvenih mreža. StOCNET

omogućuje inačicu za statističke metode, dok Automap predstavlja alat za analizu tekstualnih relacijskih podataka (Apostolato 2015).

Jedanaesti rad pod naslovom *Alati za analizu društvenih mreža* govori o već svima poznatim društvenim mrežama na internetu poput Facebook-a, Twittera koji sadrže velike količine podataka o korisnicima. Postoji mnogo alata koji omogućuju modeliranje strukture društvenih mreža. Navedeni rad podrazumijeva opis nekoliko alata za analizu društvenih mreža kao što su Network, Gephi, Pajek te Igraph (Akhtar 2014).

Dvanaesti rad pod naslovom *Pajek-Analiza i vizualizacija velikih mreža* objašnjava upotrebu programa Pajeka (slo.Pauk) koji služi za analizu i vizualizaciju velikih mreža koje sadrže mnogo čvorova (Batagelj i Mrvar bez dat.).

Trinaesti rad pod naslovom *Što je posebno u analizi društvenih mreža?* prikazuje osnovne karakteristike podataka koji su sadržani na društvenim mrežama. Isto tako, istaknuti su najvažniji ciljevi analize društvenih mreža. Također, opisani su statistički modeli za podatke na društvenim mrežama te su prikazane sličnosti i različitosti između različitih klasa modela (Dujin i Vermunt 2006).

Četnaesti rad u kojem se spominje SNA naziva se *Grafički alati za analizu društvenih mreža*. Autori društvenu mrežu definiraju kao graf koji se sastoji od čvorova i veza. Dakle, čvorovi predstavljaju aktere odnosno ljude, grupe, organizacije, dok veze predstavljaju njihov odnos. U najistaknutije društvene mreže pripada Facebook, Twitter i Google+. Za analizu društvenih mreža ističu četiri alat, a to su Pajek, Gephi, Igraph te NetworkX (Akhtar i Ahamad 2018).

Petnaesti rad pod nazivom *Analiza društvenih mreža: Pristup i tehnika proučavanja razmjene informacija* opisuje pojam analize društvenih mreža kao pristup razmatranja odnosa između aktera odnosno pojedinaca, grupe ili organizacije. Također, autor opisuje pristup proučavanja razmjene informacije između aktera. Odnosi razmjene informacija služe povezivanju aktera odnosno čvorova (Haythornthwaite 1996).

Nadalje, što se tiče analize literature o primjeni SNA u znanosti, napravljena je analiza sažetaka 15-ak radova. Prvi rad pod temom *Mrežna analiza u društvenim znanostima* opisuje veliku zainteresiranost za istraživanje mreže u fizičkim i društvenim znanostima. Ovaj rad temelji se na istraživanju stvari koje su objašnjene pomoću analize društvenih mreža te su definirani ciljevi, pretpostavke i mehanizmi objašnjenja u društvenom području. Sve veći interesi istraživača iz fizičkih i društvenih znanosti pridonosi sve boljem razumijevanju mreže i njezinih karakteristika (Borgatti i ostali 2009).

Drugi rad pod nazivom *Sjecište sportskog menadžmenta i sociologija sportskog istraživanja: perspektiva društvene mreže* nastoji istražiti vezu između sportskog menadžmenta te sociologije sporta kroz koautorstva. Dakle, navedeni rad temelji se na analizi koautorstva tri najstarija časopisa za svako područje kroz određeno vremensko razdoblje. Pomoću analize društvenih mreža prikazani su važni akteri u mreži koja međusobno povezuje obje navedene kategorije (Love i Andrew 2012).

Treći rad pod nazivom *Korištenje analize socijalne mreže u logističkim istraživanjima* prikazuje primjenu SNA u području tehničkih tj. prometnih znanosti. Navedeni rad prikazuje teoriju i primjenu analize društvenih mreža u istraživanju logistike te upravljanju lancem opskrbe (Carter, Ellram, i Tate 2011).

Četvrti rad prikazuje primjenu SNA u području komunikacijskih znanosti pod temom *Razumijevanje učionica pomoću analize društvenih mreža: temelj za analizu društvenih mreža u obrazovnom istraživanju*. Navedenim radom autori se žele osvrnuti na nedostatak komunikacije između studenata preddiplomskog studija. Autori žele pojasniti i shvatiti načine na temelju kojih se stvaraju međusobni odnosi u učenju te njihov utjecaj na krajnji rezultat učenja studenata. Analiza društvenih znanosti tj. SNA kao poseban alat omogućuje sve što je potrebno kako bi se došlo do podataka te zaključaka vezanih za definirani problem. SNA prikazuje razne metode prikupljanja podataka, obradu i analizu podataka te opisnu analizu mreže troškovnih odnosa na temelju preddiplomskih učionica. Sam rad temelji se na istraživanju povezanosti između uspjeha na ispitima te mrežnog položaja (Grunspan, Wiggins, i Goodreau 2017).

Peti rad pod nazivom *Primjena analize društvenih mreža u timskim sportovima* se želi osvrnuti na važnost primjene SNA u području sporta. Metoda se koristi kako bi se što bolje moglo istražiti ponašanje pojedinaca i skupina u sportskim timovima. Osim toga, metoda uvelike pomaže u otkrivanju odnosa između članova tima te u spoznaji njihovih kvaliteta kao pojedinca. Isto tako, pomoću metode SNA moguće je prikazati detalje vezane za neformalnu povezanost članova tima sa svim drugim članovima unutar istog tima (Lusher, Robins, i Kremer 2010).

Sljedeći odnosno šesti rad koji se odnosi na primjenu SNA u području biomedicine i zdravstva naziva se *Kako napraviti (ili ne učiniti) analizu društvenih mreža u istraživanju zdravstvenih sustava*. Ovaj rad pokušava objasniti ulogu dionika u zdravstvenom sustavu te omogućiti potpuno nove analize strukture samog zdravstvenog sustava. U radu koji se temelji na istraživanju zdravstvenog sustava detaljno se opisuju čvorovi tj. akteri u mreži, veza između aktera te analiza strukture zdravstvenog sustava (Blanchet i James 2012).

Još jedan primjer primjene SNA u području biomedicine i zdravstva je rad pod temom *Analiza društvenih mreža zdravstvenih radnika u francuskoj bolnici*. U radu su detaljno opisani odnosi zdravstvenih radnika u jednoj francuskoj bolnici te su uz pomoć SNA istraživački pokušali kvalitetu zdravstvenih usluga tako što su poboljšali upravljanje i rukovodstvo zdravstvenim uslugama (Boyer i ostali 2010).

Osmi rad pod nazivom *Vizualna zastupljenost mreža znanja: Analiza društvene mreže domene istraživanja ugostiteljstva* osvrnuo se na primjenu SNA u području društvenih znanosti. S obzirom na podatke koautorstva iz objavljenih časopisa u vremenskom razdoblju od pet godina primijenjena je analiza društvene mreže kako bi se prikazale mrežne strukture i svojstva u području ugostiteljstva (Hu i Racherla 2008).

Deveti rad pod temom *Analiza društvenih mreža u razvoju ljudskih resursa: nova metodologija* prikazuje primjenu SNA u području razvoja ljudskih resursa odnosno u području društvenih znanosti. U radu je prikazana struktura među akterima te njihovo ponašanje. Rad se sastoji od nekoliko poglavlja, a to su pregled teorije društvenih mreža i SNA, provođenje SNA te primjena SNA u području razvoja ljudskih resursa (Hatala 2006).

Sljedeći odnosno deseti rad koji se odnosi na primjenu SNA u području humanističkih znanosti nazvan je *Analiza društvenih mreža u arheologiji*. Rad ističe važnost analize društvenih mreža u arheologiji te se provodi rasprava o strukturalnom položaju aktera i karakteristikama čitave mreže (Mills 2017).

Jedanaesti rad pod nazivom *Studija mreže koautorstva u časopisu Journal of Research in Medical Sciences pomoću analize društvenih mreža* opisuje primjenu SNA u području biomedicine i zdravstva. U radu je opisana mreža različitih autora koji su sudjelovanjem u jednoj ili više publikacija međusobno bili povezani. Dakle, primjenom SNA istraživači su analizirali mrežu koautorstva 681 članka koji su bili objavljeni u navedenom časopisu (Zare-Farashbandi, Geraei, i Siamaki 2014).

Dvanaesti rad pod nazivom *Cloud-based design and manufacturing system: a social network analysis* pripada području društvenih znanosti. CBDM odnosi se na IKT koji pomaže u olakšavanju dizajna i proizvodnje razmjene znanja između sudionika kao što je npr. Pružatelj usluga CBDM-a te potrošač. Cilj rada je bio olakšati razmjenu informacija tijekom procesa proizvodnje CBDM-a (WU, Schaefer, i W.Rosen 2013).

Trinaesti rad pod temom *Analiza društvenih mreža u primarnoj skrbi: Utjecaj interakcija na propisivanje ponašanja* pripada području biomedicine i zdravstva. U radu se ističe važnost suradnje između liječnika kako bi povećali kvalitetu skrbi. Velika pažnja se posvećuje suradnji temeljem kojeg liječnici stječu razne informacije kako bi bolje obavljali

posao. Također, istraživači ispituju na koji način pojedinci mogu utjecati jedan na drugoga (Fattore i ostali 2009).

Četnaesti rad naziva se *Analiza društvenih mreža u upravljanju prirodnim resursima* te se u ovom radu metoda SNA primjenjuje u prirodnim znanostima. Dakle, analiza društvenih mreža predstavlja pristup koji se bavi proučavanjem društvenih odnosa. U navedenom radu SNA služi za bolje razumijevanje upravljanja prirodnim resursima. Rad se sastoji od nekoliko poglavlja, poput uloge SNA u odabiru dionika, kako unaprijediti upravljanje i sačuvati ribarstvo, efekata veza društvenih mreža na zadovoljstvo šire zajednice (Bodin i Prell 2011).

Petnaesti rad pod nazivom *Analiza društvene mreže prekomorskih turističkih kretanja u Pekingu: utjecaj Olimpijskih igara* primjenjuje SNA u područje društvenih znanosti. 2008. godine su održane Olimpijske igre u Pekingu te su ostavile vrlo veliki trag na turizam glavnog grada Kine. Istraživači su koristili analizu sadržaja te metodu SNA na temelju koje su ispitali 500 dnevnika putovanja na internetu te su istražili obrasce turističkih kretanja u gradu Pekingu za vrijeme održavanja Olimpijskih igara. Na kraju istraživanja otkriveno je kako su najveći dojam na putnike ostavile tradicionalne zanimljivosti u središtu Pekinga (Leung i ostali 2011). U tablici 7 je prikazan popis radova prema različitim područjima znanosti.

Tablica 7: Prikaz radova prema različitim područjima znanosti

Redni broj	Naslov radova	Popis područja znanosti
1.	Mrežna analiza u društvenim znanostima.	Područje društvenih i tehničkih znanosti
2.	Sjecište sportskog menadžmenta i sociologija sportskog istraživanja: perspektiva društvene mreže.	Područje društvenih znanosti
3.	Korištenje analize socijalne mreže u logističkim istraživanjima.	Područje tehničkih znanosti
4.	Razumijevanje učionica pomoću analize društvenih mreža: temelj za analizu društvenih mreža u obrazovnom istraživanju.	Područje komunikacijskih znanosti
5.	Primjena analize društvenih mreža u timskim sportovima.	Područje društvenih znanosti
6.	Kako napraviti (ili ne učiniti) analizu društvenih mreža u istraživanju zdravstvenih sustava.	Područje biomedicine i zdravstva
7.	Analiza društvenih mreža zdravstvenih radnika u francuskoj bolnici.	Područje biomedicine i zdravstva

8.	Vizualna zastupljenost mreža znanja: Analiza društvene mreže domene istraživanja ugostiteljstva.	Područje društvenih znanosti
9.	Analiza društvenih mreža u razvoju ljudskih resursa: nova metodologija.	Područje društvenih znanosti
10.	Analiza društvenih mreža u arheologiji.	Područje humanističkih znanosti
11.	Studija mreže koautorstva u časopisu Journal of Research in Medical Sciences pomoću analize društvenih mreža.	Područje biomedicine i zdravstva
12.	Cloud-based design and manufacturing system: a social network analysis.	Područje društvenih znanosti
13.	Analiza društvenih mreža u primarnoj skrbi: Utjecaj interakcija na propisivanje ponašanja.	Područje biomedicine i zdravstva
14.	Analiza društvenih mreža u upravljanju prirodnim resursima.	Područje prirodnih znanosti
15.	Analiza društvene mreže prekomorskih turističkih kretanja u Pekingu: utjecaj Olimpijskih igara.	Područje društvenih znanosti

(Izvor: Vlastita izrada)

U tablici je vidljivo da većina analiziranih radova pripada području društvenih znanosti. Osim društvenih znanosti, neki od prikazanih radova pripadaju i području prirodnih znanosti, biomedicine i zdravstva, humanističkih znanosti, tehničkih znanosti te komunikacijskih znanosti. Svako područje neke znanosti još se može podijeliti na polja i grane. Naprimjer, rad pod nazivom *Analiza društvenih mreža u arheologiji* pripada području humanističkih znanosti, polju 6.07. Arheologija te grani 6.07.01. prapovijesna arheologija. Naprimjer, rad pod nazivom *Kako napraviti (ili ne učiniti) analizu društvenih mreža u istraživanju zdravstvenih sustava* pripada području biomedicine i zdravstva, polju 3.03. Javno zdravstvo i zdravstvena zaštita te grani 3.03.02. javno zdravstvo. U sljedećoj tablici prikazan je sažet prikaz broja radova po određenim područjima znanosti.

Tablica 8: Broj radova prema različitim područjima znanosti

Broj radova	Popis područja znanosti
8	Područje društvenih znanosti
4	Područje biomedicine i zdravstva
2	Područje tehničkih znanosti
1	Područje prirodnih znanosti
1	Područje komunikacijskih znanosti
1	Područje humanističkih znanosti

(Izvor: Vlastita izrada)

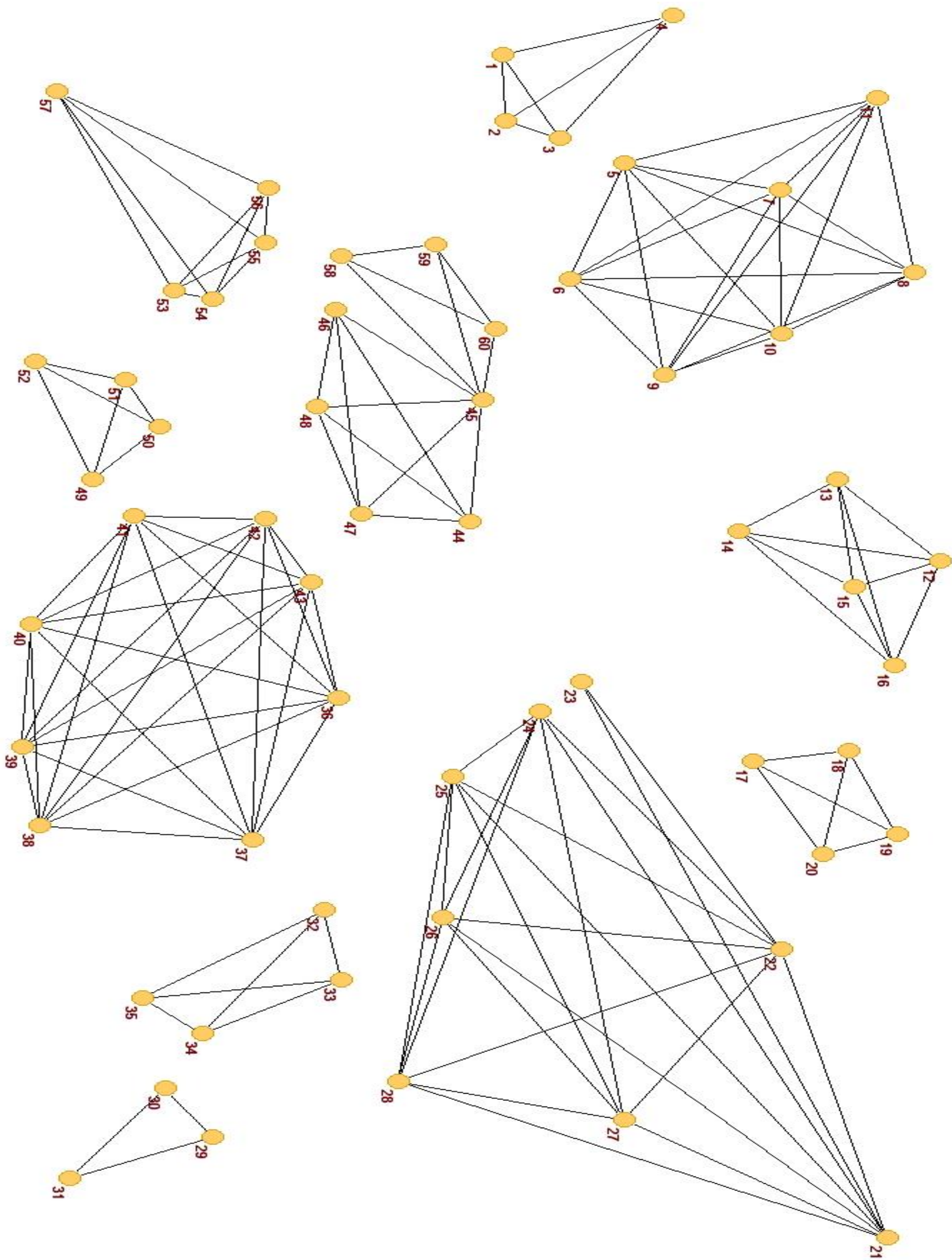
U tablici 8 je vidljivo da većina radova tj. 8 analiziranih radova pripada području društvenih znanosti, 4 rada pripada području biomedicine i zdravstva, 2 rada spadaju u područje tehničkih znanosti, dok po jedan rad pripada područjima prirodnih, komunikacijskih te humanističkih znanosti. Iz toga se može zaključiti da se metoda SNA ne primjenjuje isključivo u području društvenih znanosti, iako je prisutan veći broj radova koji pripadaju toj znanosti.

5. Primjena metode SNA u znanosti

U ovom poglavlju bit će napravljena analiza primjene metode SNA na temelju časopisa JIOS koji izlazi dva puta godišnje. Članci iz časopisa bit će uzeti iz oba broja iz 2019, 2018, 2017, 2016 i 2015. godine. Ključne riječi iz svakog članka predstavljat će čvorove u mreži, dok će veze između ključnih riječi biti formirane kad se ključne riječi pojave u istom radu. Primjena metode SNA na temelju časopisa biti će prikazana u programu Pajek.

5.1. Primjena metode analize društvenih mreža na časopisu JIOS

U nastavku će biti napravljena primjena metode SNA na časopisu JIOS, bit će opisani osnovni podaci o mreži te će biti prikazane mjere centraliteta i podstrukture u mreži. U tablici su prikazani osnovni podaci o mreži vezani za časopis JIOS 2019. godine. Čvorovi prikazuju ključne riječi, dok su veze formirane kada se ključne riječi pojavljuju u istom radu.



Slika 11: Mreža ključnih riječi za 2019. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 9: Osnovni podaci o mreži za 2019. godinu

Osnovni podaci o mreži	
Akteri u mreži, N	60 ključnih riječi
Opis veze	Povezanost istih ključnih riječi u časopisu
Forma	postojanje veza
Sadržaj	ista barem jedna riječ
Nivo analize	Kompletna mreža
Metode analize	Na većoj mreži pokušati opisati prethodno navedene mjere
Tehnika prikupljanja podataka	Prikupljanje tj. kopiranje ključnih riječi iz časopisa JIOS
Mjesto i vrijeme prikupljanja podataka	Križevci, 10.06.2020.
Kratak opis mreže	Na temelju časopisa JIOS potrebno je ispisati ključne riječi te vidjeti koje riječi se ponavljaju. Ova mreža pokušava objasniti koliko se puta spominju ključne riječi u radu. Nad mrežom provedena je analiza mjera centraliteta te podstruktura koje će biti prikazane.

(Izvor:Vlastita izrada)

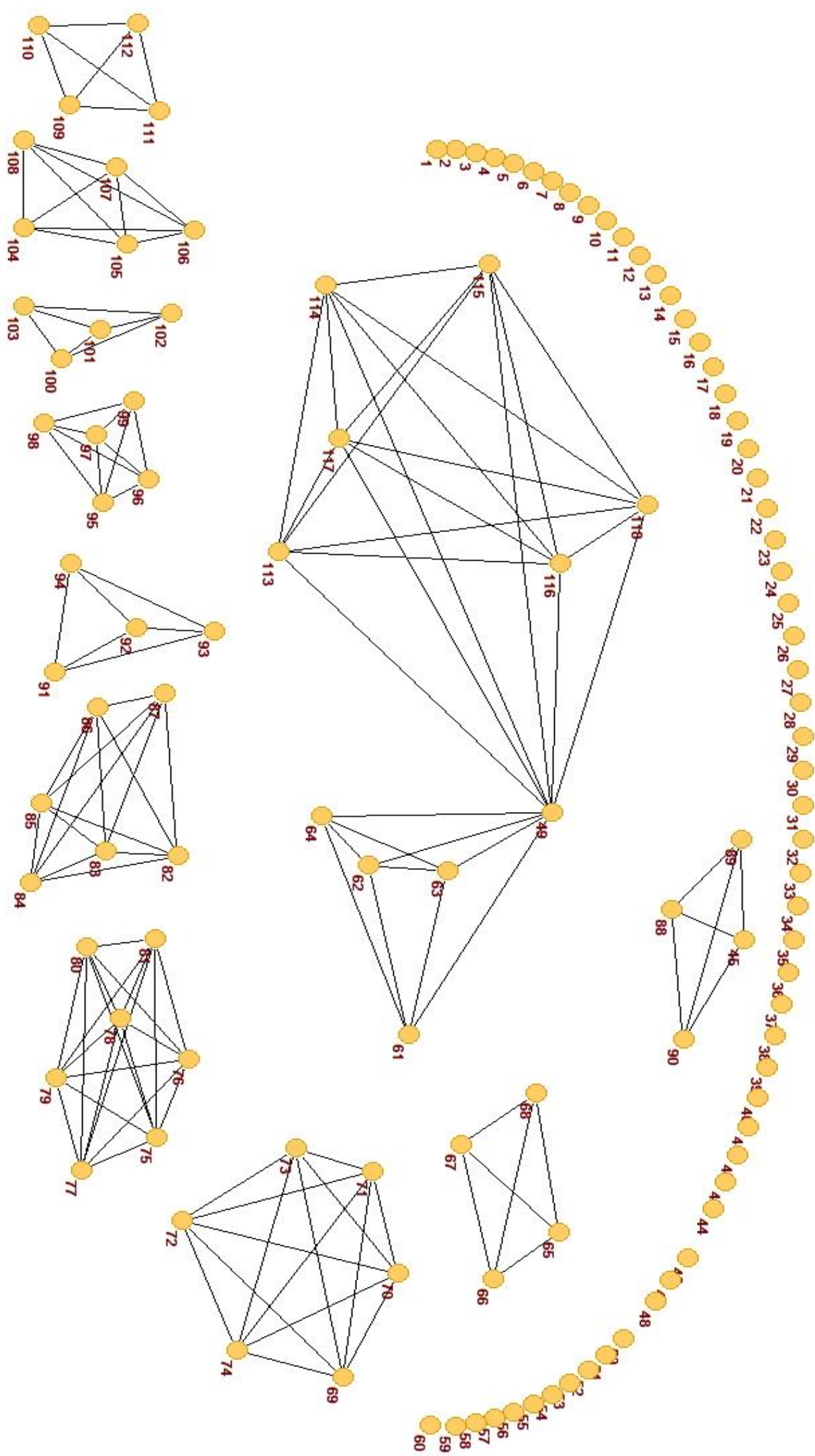
Tablica 10: Analiza mreže za 2019. godinu

Analiza mreže	
Veličina mreže	$N=60, M=135$
Tip mreže	binarna neusmjerena mreža
Sociomatrix	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena.
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 135}{60(60-1)} = \frac{270}{3540} = 0.07628$ <p>Na temelju izračuna može se vidjeti da je riječ o slabo gustoj mreži. Iz toga se može zaključiti da u časopisu JIOS za 2019. godinu postoji svega nekoliko istih ključnih riječi koje se pojavljuju u svim člancima iz oba izdanja za istu navedenu godinu.</p>
Centralitet	Stupanj centraliteta za ovu mrežu iznosi:

	$C_D = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 6 & 6 \\ 6 & 6 \\ 6 & 2 \\ 6 & 2 \\ 6 & 2 \\ 6 & 3 \\ 6 & 3 \\ 4 & 3 \\ 4 & 3 \\ 4 & 7 \\ 4 & 7 \\ 4 & 7 \\ 4 & 7 \\ 3 & 7 \\ 3 & 7 \\ 3 & 7 \\ 7 & 7 \\ 7 & 4 \end{bmatrix}$ <p> $(N - 1) = (60 - 1) = 59$ Korigirani stupanj centraliteta dobije se tako da se svaki broj iz prethodne matrice podijeli brojem 59. Podijelivši sve brojeve u matrici s 59 dobije se da najveći stupanj centraliteta imaju čvorovi 21, 22, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 i 45. Iz toga se može zaključiti da u člancima s prethodno navedenim čvorovima tj. ključnim riječima postoji veći broj ključnih riječi koje su međusobno povezane. Ključna riječ 45 odnosno „literature review“ pojavljuje se dva puta u časopisu. </p>																																																																																				
Geodetska udaljenost	Najmanja geodetska udaljenost nalazi se između susjeda u pojedinom članku. Najveća geodetska udaljenost nalazi se između aktera koji nisu međusobno povezani odnosno najveća geodetska udaljenost nalazi se između skupa aktera iz jednog članka te skupa aktera iz drugog članka.																																																																																				
Blizina centraliteta	<table border="1"> <thead> <tr> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.066667</td><td>21</td><td>0.133333</td><td>41</td><td>0.133333</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.066667</td><td>22</td><td>0.133333</td><td>42</td><td>0.133333</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.066667</td><td>23</td><td>0.077778</td><td>43</td><td>0.133333</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.066667</td><td>24</td><td>0.116667</td><td>44</td><td>0.093333</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.116667</td><td>25</td><td>0.116667</td><td>45</td><td>0.133333</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.116667</td><td>26</td><td>0.116667</td><td>46</td><td>0.093333</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.116667</td><td>27</td><td>0.116667</td><td>47</td><td>0.093333</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.116667</td><td>28</td><td>0.116667</td><td>48</td><td>0.093333</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.116667</td><td>29</td><td>0.050000</td><td>49</td><td>0.066667</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.116667</td><td>30</td><td>0.050000</td><td>50</td><td>0.066667</td></tr> <tr><td>11</td><td>0.116667</td><td>31</td><td>0.050000</td><td>51</td><td>0.066667</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.083333</td><td>32</td><td>0.066667</td><td>52</td><td>0.066667</td></tr> <tr><td>13</td><td>0.083333</td><td>33</td><td>0.066667</td><td>53</td><td>0.083333</td></tr> </tbody> </table>	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$	1	0.066667	21	0.133333	41	0.133333	2	0.066667	22	0.133333	42	0.133333	3	0.066667	23	0.077778	43	0.133333	4	0.066667	24	0.116667	44	0.093333	5	0.116667	25	0.116667	45	0.133333	6	0.116667	26	0.116667	46	0.093333	7	0.116667	27	0.116667	47	0.093333	8	0.116667	28	0.116667	48	0.093333	9	0.116667	29	0.050000	49	0.066667	10	0.116667	30	0.050000	50	0.066667	11	0.116667	31	0.050000	51	0.066667	12	0.083333	32	0.066667	52	0.066667	13	0.083333	33	0.066667	53	0.083333
i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$																																																																																
1	0.066667	21	0.133333	41	0.133333																																																																																
2	0.066667	22	0.133333	42	0.133333																																																																																
3	0.066667	23	0.077778	43	0.133333																																																																																
4	0.066667	24	0.116667	44	0.093333																																																																																
5	0.116667	25	0.116667	45	0.133333																																																																																
6	0.116667	26	0.116667	46	0.093333																																																																																
7	0.116667	27	0.116667	47	0.093333																																																																																
8	0.116667	28	0.116667	48	0.093333																																																																																
9	0.116667	29	0.050000	49	0.066667																																																																																
10	0.116667	30	0.050000	50	0.066667																																																																																
11	0.116667	31	0.050000	51	0.066667																																																																																
12	0.083333	32	0.066667	52	0.066667																																																																																
13	0.083333	33	0.066667	53	0.083333																																																																																

	<p>14 0.083333 34 0.066667 54 0.083333 15 0.083333 35 0.066667 55 0.083333 16 0.083333 36 0.133333 56 0.083333 17 0.066667 37 0.133333 57 0.083333 18 0.066667 38 0.133333 58 0.084848 19 0.066667 39 0.133333 59 0.084848 20 0.066667 40 0.133333 60 0.084848</p> <p>Akteri broj 21, 22, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45 imaju najveću blizinu centraliteta te najbrže pristupaju svim ostalim akterima u mreži. Kod izračuna je korišten program Pajek.</p>
Centralitet međupovezanosti	<p>Prema Pajek- u centralitet međupovezanosti imaju akteri 21, 22 te 45. Kod ostalih aktera centralitet međupovezanosti iznosi 0. Od ta tri aktera najveći centralitet međupovezanosti ima akter 45 odnosno „literature review“ zbog toga što se ta ključna riječ spominje dva puta u časopisu JIOS za 2019. godinu. Centralitet međupovezanosti za akter 45 iznosi 0.007013.</p>
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	<p>U mreži postoje isključivo klike težine 1. Najveću kliku čine akteri 21-22-23-24-25-26-27-28 te akteri 36-37-38-39-40-41-42.43. Postoje klike i od 4 aktera poput 1-2-3-4 te 32-33-34-35. Postoje klike i od 3 aktera poput klike 29-30-31. Svaki članak u časopisu tvori kliku jer su ključne riječi međusobno povezane.</p>
Točke prekida i mostovi	<p>Riječ je o nepovezanom grafu.</p>

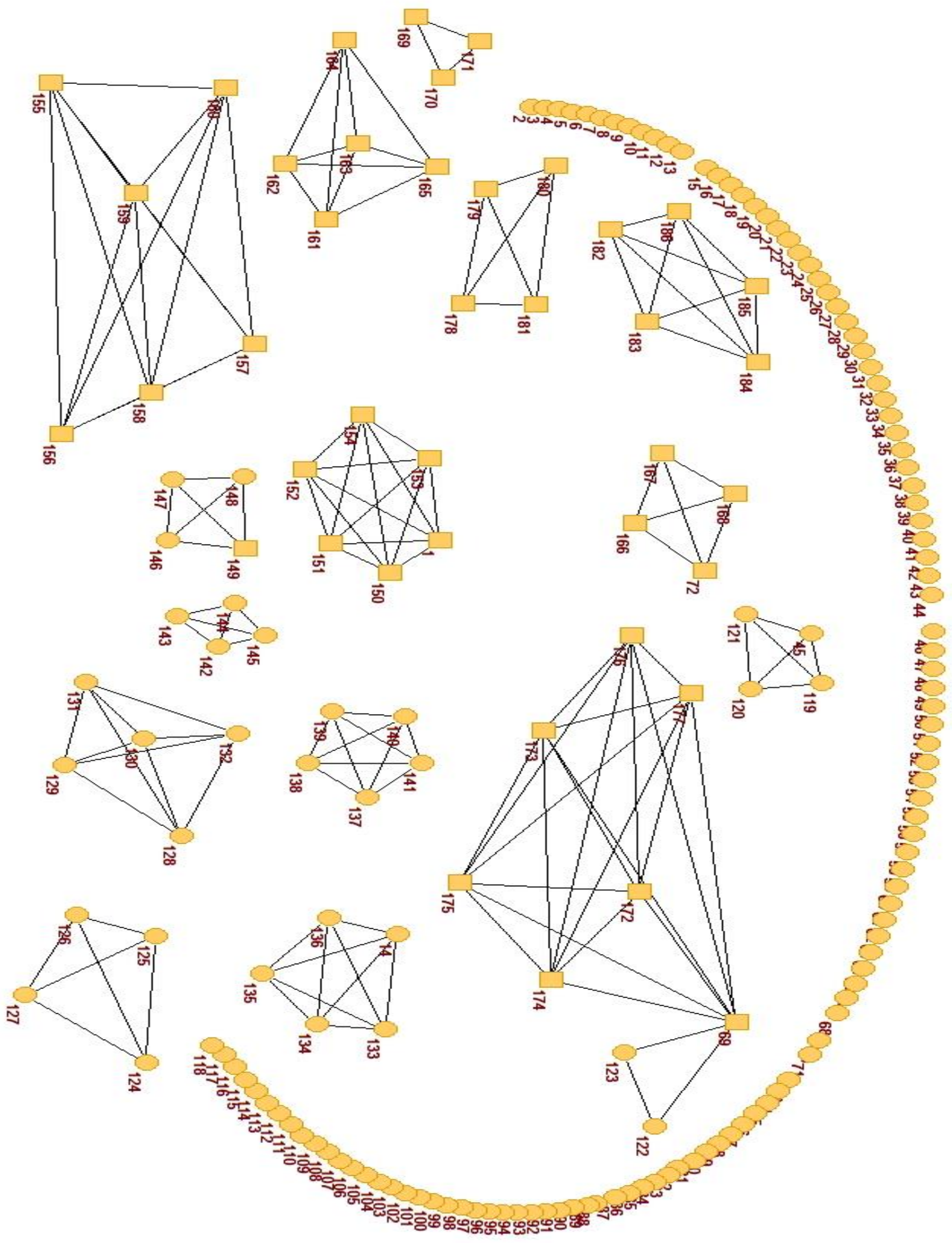
(Izvor:Vlastita izrada)



Slika 12: Mreža ključnih riječi za 2018. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

	mreži, odnosno da je najviše povezan sa svim drugim članovima.
Centralitet međupovezanosti	Centralitet međupovezanosti za čvor 49 iznosi 0.003537, dok za ostale članove iznosi 0. Iz toga se može zaključiti da čvor 49 predstavlja povezujuću ključnu riječ između ostalih aktera iz različitih naslova u istom časopisu, ali i u odnosu na časopis iz 2019. godine, te ima utjecajnije značenje u mreži.
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	Klika bi bila podstruktura odnosno skup povezanih ključnih riječi u svakom naslovu. Primjer klike veličine 4 je 109-110-111-112, 91-92-93-94, 65-66-67-68. Primjer 2-klike je 49-61-62-63-64-113-114-115-116-117-118.
Točke prekida i mostovi	Čvor 49 predstavlja točku prekida te ukoliko bi se čvor maknuo, tada bi se graf 49-61-62-63-64-113-114-115-116-117-118 razdijelio na dvije podstrukture 61-62-63-64 te 113-114-115-116-117-118.

(Izvor: Vlastita izrada)



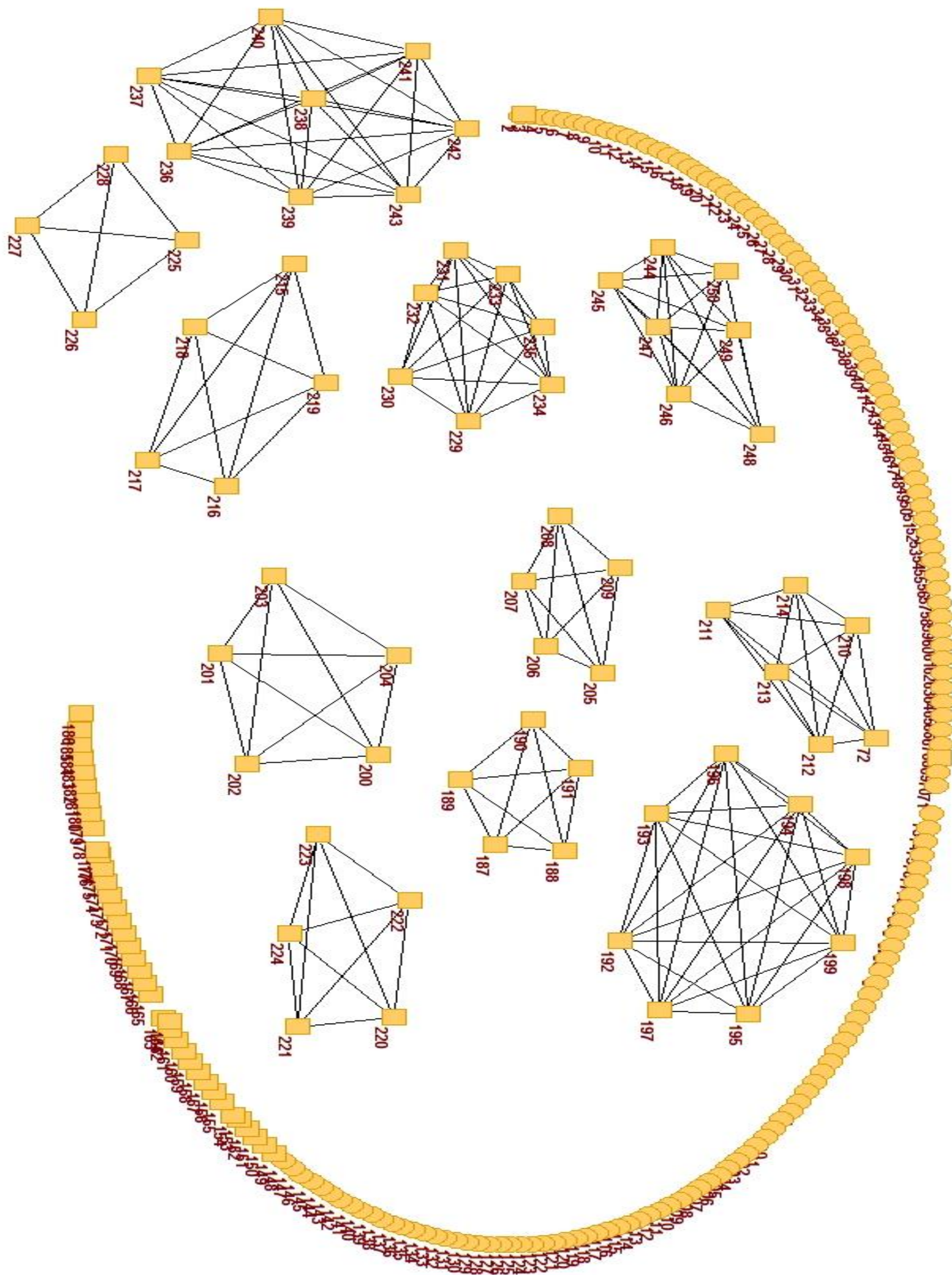
Slika 13: Mreža ključnih riječi za 2017. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 12: Analiza mreže za 2017. godinu

Analiza mreže																													
Veličina mreže	N= 186, M= 143																												
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža																												
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena																												
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 143}{186 \times 185} = 0.00831$ <p>Na temelju gustoće može se vidjeti da je riječ o jako slaboj gustoći mreže. Razlog tome je što postoji jako malo istih ključnih riječi koje se povezuju.</p>																												
Centralitet	<p>Stupanj centraliteta za čvorove 1, 14, 45, 69, 72, 119-186.</p> $C_D = \begin{matrix} 5 & 4 \\ 4 & 3 \\ 3 & 3 \\ 8 & 3 \\ 3 & 3 \\ 3 & 3 \\ 3 & 3 \\ 3 & 2 \\ 3 & 3 \\ 3 & 2 \\ 3 & 3 \\ 3 & 6 \\ 2 & 6 \\ 2 & 5 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 3 & 6 \\ 4 & 3 \\ 4 & 3 \\ 4 & 3 \\ 4 & 5 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 4 \\ 4 & 3 \\ 4 & 3 \\ 4 & 3 \\ 4 & 3 \end{matrix}$ <p>$(N - 1) = 186 - 1 = 185$</p> <p>Najveći stupanj centraliteta ima čvor 69 „AHP method“ iz razloga što je povezan sa 8 drugih čvorova tj. ključnih riječi u 2017. godini. Ključna riječ 69 pojavljuje se u oba časopisa u 2017. godini.</p>																												
Blizina centraliteta	<table border="1"> <thead> <tr> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.032258</td> <td>128-141, 161-165, 182-186</td> <td>0.026882</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>0.026882</td> <td>150-160</td> <td>0.032258</td> </tr> <tr> <td>45, 72, 119-121</td> <td>0.021505</td> <td>169-171</td> <td>0.016129</td> </tr> <tr> <td>124-127, 142-148</td> <td>0.021505</td> <td>172-177</td> <td>0.038710</td> </tr> <tr> <td>166-168, 178-181</td> <td>0.021505</td> <td>69</td> <td>0.048387</td> </tr> <tr> <td>122, 123</td> <td>0.027650</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Najveći centralitet blizine ima ključna riječ 69 te iznosi 0.048387. Razlog zbog kojeg ta ključna riječ ima najveći centralitet blizine je logičan, tj. zbog toga što čvor 69 predstavlja najmanju udaljenost do svakog ostalog čvora u mreži.</p>	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$	1	0.032258	128-141, 161-165, 182-186	0.026882	14	0.026882	150-160	0.032258	45, 72, 119-121	0.021505	169-171	0.016129	124-127, 142-148	0.021505	172-177	0.038710	166-168, 178-181	0.021505	69	0.048387	122, 123	0.027650		
i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$																										
1	0.032258	128-141, 161-165, 182-186	0.026882																										
14	0.026882	150-160	0.032258																										
45, 72, 119-121	0.021505	169-171	0.016129																										
124-127, 142-148	0.021505	172-177	0.038710																										
166-168, 178-181	0.021505	69	0.048387																										
122, 123	0.027650																												

Centralitet međupovezanosti	Centralitet međupovezanosti za sve čvorove iznosi 0, dok za čvor 69 iznosi 0.000705. Iz tog razloga se može zaključiti da čvor 69 predstavlja povezujuću točku u mreži odnosno dobiveni broj predstavlja broj najkraćih putova između svih parova čvorova koji prolaze kroz čvor 69.
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	Klika od 3 člana su 169-170-171. Klike od 4 člana su 45-119-120-121, 178-179-180-181, 146-147-148-149. Klike od 5 članova su 161-162-163-164-165, 137-138-139-140-141.
Točke prekida i mostovi	Ukoliko bi maknuli čvor 69, tada bi se podstruktura 69-122-123-172-173-174-175-176-177 razdijelila na dvije podstrukture odnosno dva nova grafa 122-123 te 172-173-174-175-176-177.

(Izvor:Vlastita izrada)

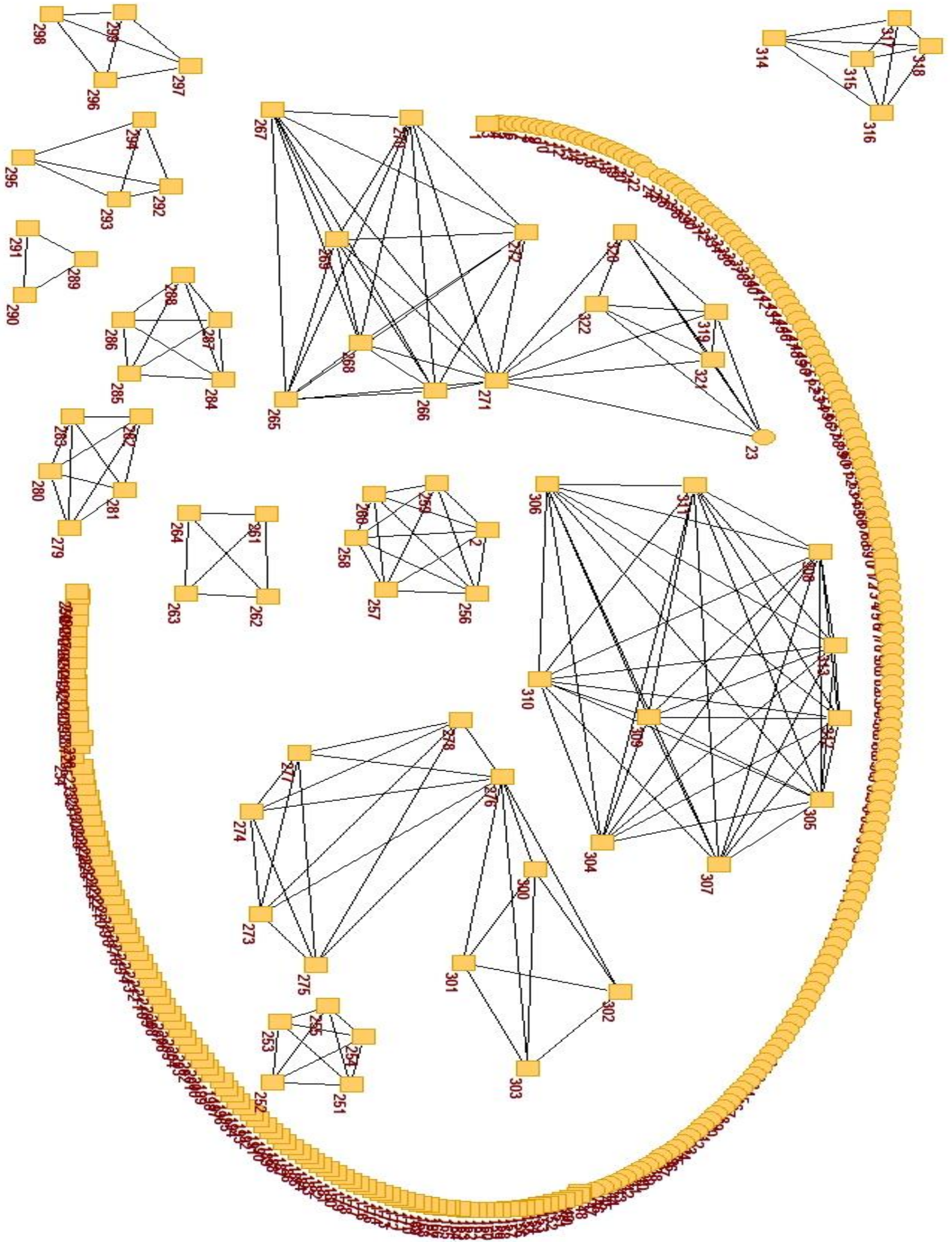


Slika 14: Mreža ključnih riječi za 2016. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 13: Analiza mreže za 2016. godinu

Analiza mreže																	
Veličina mreže	N= 250, M=169																
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža																
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena																
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 169}{250 \times 249} = 0.005497$ <p>Na temelju gustoće može se vidjeti da je riječ o jako slaboj gustoći mreže. Razlog tome je što su u svakom članku ključne riječi međusobno povezane, a postoji tek par riječi koje se ponavljaju iz prijašnjih godina.</p>																
Centralitet	Stupanj centraliteta za čvor 72 je 5 što znači da je povezan sa 5 drugih čvorova. Stupanj centraliteta za čvorove 187-191, 200-209, 215-224 iznosi 4, za čvorove 192-199, 236-243 iznosi 7, za čvorove 210-214 iznosi 5, za čvorove 229-235, 244-250 iznosi 6. Najveći stupanj centraliteta imaju čvorovi 192-199 te 236-243.																
Blizina centraliteta	<table border="0"> <thead> <tr> <th><i>i</i></th> <th>$C_B(i)$</th> <th><i>i</i></th> <th>$C_B(i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>72, 210-214</td> <td>0.024000</td> <td>229-235, 244-250</td> <td>0.028000</td> </tr> <tr> <td>187-191, 200-209, 215-224</td> <td>0.020000</td> <td>225-228</td> <td>0.016000</td> </tr> <tr> <td>192-199, 236-243</td> <td>0.032000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Najveći centralitet blizine imaju čvorovi 192-199 te 236-243 što je i logično. Veća vrijednost blizine centraliteta upućuje na manju udaljenost koja je potrebna da čvor dođe do svakog čvora u mreži.</p>	<i>i</i>	$C_B(i)$	<i>i</i>	$C_B(i)$	72, 210-214	0.024000	229-235, 244-250	0.028000	187-191, 200-209, 215-224	0.020000	225-228	0.016000	192-199, 236-243	0.032000		
<i>i</i>	$C_B(i)$	<i>i</i>	$C_B(i)$														
72, 210-214	0.024000	229-235, 244-250	0.028000														
187-191, 200-209, 215-224	0.020000	225-228	0.016000														
192-199, 236-243	0.032000																
Centralitet međupovezanosti	Centralitet međupovezanosti za sve čvorove iznosi 0 odnosno ne postoji niti jedan čvor koji povezuje druge nepovezane čvorove u mreži.																
Klike, <i>n</i> -klike, <i>n</i> -klan, <i>k</i> -plex	Primjer klike od 5 člana je 205-206-207-208-209. Primjer klike od 4 člana je 205-206-207-208. Primjer klike od 8 člana je 192-193-194-195-196-197-198-199.																

(Izvor: Vlastita izrada)

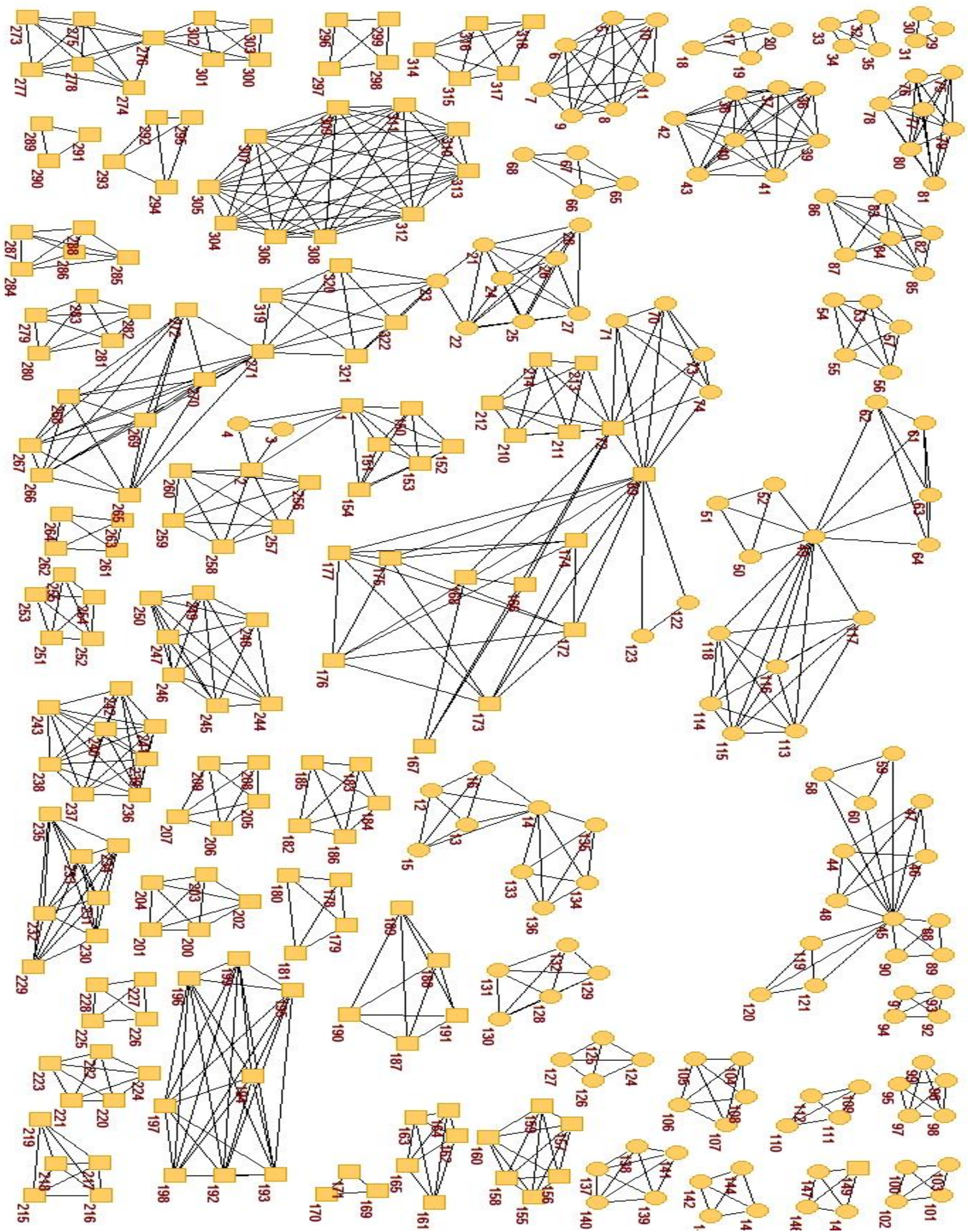


Slika 15: Mreža ključnih riječi za 2015. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 14: Analiza mreže za 2015. godinu

Analiza mreže																													
Veličina mreže	N= 322, M=189																												
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža																												
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena																												
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 189}{322 \times 321} = 0.003657$ <p>Na temelju gustoće može se vidjeti da je riječ o jako slaboj gustoći mreže. Razlog tome je što su u svakom članku ključne riječi međusobno povezane, a postoji tek par riječi koje se ponavljaju iz prijašnjih godina. Ključne riječi iz različitih članaka u 2015. godini slabo su povezane.</p>																												
Centralitet	Stupanj centraliteta za čvor 2, 23, 256-260, 273-275, 277, 278, 319-322 iznosi 5. Stupanj centraliteta za čvorove 251-255, 279-288, 300-303, 314-318 iznosi 4. Stupanj centraliteta za čvorove 265-270 iznosi 7. Stupanj centraliteta za čvorove 261-264, 292-299 iznosi 3. Stupanj centraliteta za čvorove 276, 304-313 iznosi 9. Stupanj centraliteta za čvor 271 iznosi 12 što znači da sa 12 drugih čvorova čini mrežu.																												
Blizina centraliteta	<table border="1"> <thead> <tr> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2, 256-260</td> <td>0.018634</td> <td>261-264, 292-299</td> <td>0.012422</td> </tr> <tr> <td>23, 319-322</td> <td>0.025499</td> <td>300-303</td> <td>0.019965</td> </tr> <tr> <td>251-255, 279-288, 314-318</td> <td>0.015528</td> <td>265-270, 272</td> <td>0.028498</td> </tr> <tr> <td>271</td> <td>0.040373</td> <td>273-275</td> <td>0.021500</td> </tr> <tr> <td>276, 304-313</td> <td>0.031056</td> <td>279-288, 314-318</td> <td>0.015528</td> </tr> <tr> <td>289-291</td> <td>0.0009317</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Najveći centralitet blizine ima čvor 271 što znači da je on najbliži svima ostalima u mreži.</p>	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$	2, 256-260	0.018634	261-264, 292-299	0.012422	23, 319-322	0.025499	300-303	0.019965	251-255, 279-288, 314-318	0.015528	265-270, 272	0.028498	271	0.040373	273-275	0.021500	276, 304-313	0.031056	279-288, 314-318	0.015528	289-291	0.0009317		
i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$																										
2, 256-260	0.018634	261-264, 292-299	0.012422																										
23, 319-322	0.025499	300-303	0.019965																										
251-255, 279-288, 314-318	0.015528	265-270, 272	0.028498																										
271	0.040373	273-275	0.021500																										
276, 304-313	0.031056	279-288, 314-318	0.015528																										
289-291	0.0009317																												
Centralitet međupovezanosti	Centralitet međupovezanosti za čvor 271 iznosi 0.000681, dok za čvor 276 iznosi 0.000389. Ti brojevi pokazuju koliko se puta čvorovi 271 i 276 nalaze između bilo koja dva čvora s kojima su povezani u mreži. Oni predstavljaju povezujući čvor između drugih međusobno nepovezanih čvorova u mreži.																												
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	Primjer klike od 4 člana je 261-262-263-264. Kliku od 5 člana čine 314-315-316-317-318. Primjer klike od 6 člana je 279-280-281-282-283.																												
Točke prekida	Točku prekida predstavljaju čvorovi 271 i 276. Ukoliko bi čvor 271 maknuli iz mreže tada bi dobili dva manja grafa odnosno dvije podstrukture 319-23-321-322 te 265-266-267-268-269-270-272.																												

(Izvor:Vlastita izrada)



Slika 16: Mreža ključnih riječi za razdoblje 2019. - 2015. (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 15: Analiza mreže za razdoblje 2019.-2015.

Analiza mreže																									
Veličina mreže	N= 322, M=768																								
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža																								
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena																								
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 768}{322 \times 321} = 0.01486$ <p>Na temelju gustoće može se vidjeti da je riječ o nepovezanoj mreži. Ta niska gustoća mreže može se interpretirati tako da postoji svega nekoliko istih ključnih riječi koje se javljaju kroz cijelo gledano razdoblje. Također, razlog nepovezane mreže je taj da svaki članak sadrži ključne riječi iz različitih područja znanosti pa se zbog toga ne spominju iste riječi više puta.</p>																								
Centralitet	Najveći stupanj centraliteta tj. 13 imaju čvorovi 45, 49, 69 te 72. Razlog tomu je što se kroz razdoblje od 2015.-2019. navedeni čvorovi pojavljuju više puta odnosno spojeni su sa još 13 drugih čvorova u mreži.																								
Blizina centraliteta	Najveći centralitet blizine imaju čvorovi 72 i 69 te iznosi 0.049475, dok za čvorove 45 i 49 centralitet blizine iznosi 0.043478. To znači da ključne riječi „decision-making“ te „AHP“ predstavljaju čvorove koji sadrže najmanju udaljenost koja je potrebna da navedeni čvorovi dođu do ostalih članova u mreži.																								
Centralitet međupovezanosti	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>i</i></th> <th>C_B</th> <th><i>i</i></th> <th>C_B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1, 2</td> <td>0.000779</td> <td>45</td> <td>0.001227</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>0.000312</td> <td>49</td> <td>0.001051</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>0.001636</td> <td>69</td> <td>0.002259</td> </tr> <tr> <td>21, 22</td> <td>0.000633</td> <td>72</td> <td>0.002317</td> </tr> <tr> <td>271</td> <td>0.001636</td> <td>276</td> <td>0.000389</td> </tr> </tbody> </table> <p>Najveći centralitet blizine sadrži čvor 69 te iznosi 0.002259. Centralitet međupovezanosti za čvor 69 ukazuje na duljinu puta koja mu je potrebna da dođe do ostalih članova u mreži odnosno pokazuje koliko je navedeni čvor blizak sa svima ostalima u mreži. Čvor 69 povezuje više ključnih riječi koje čine manje podstrukture.</p>	<i>i</i>	C_B	<i>i</i>	C_B	1, 2	0.000779	45	0.001227	14	0.000312	49	0.001051	23	0.001636	69	0.002259	21, 22	0.000633	72	0.002317	271	0.001636	276	0.000389
<i>i</i>	C_B	<i>i</i>	C_B																						
1, 2	0.000779	45	0.001227																						
14	0.000312	49	0.001051																						
23	0.001636	69	0.002259																						
21, 22	0.000633	72	0.002317																						
271	0.001636	276	0.000389																						
Klike, <i>n</i> -klike, <i>n</i> -klan, <i>k</i> -plex	Primjer klike od 5 člana je 128-129-130-131-132. Primjer klike od 7 člana je 244-245-246-247-248-249-250.																								
Točke prekida	Točku prekida predstavljaju čvorovi 14, 45, 69, 72, 49, 1 te 2. Ukoliko bi maknuli čvor 14 graf bi se podijelo na dvije manje podstrukture koju bi činili 133-134-135-136 te 12-13-14-15-16. Ukoliko bi maknuli čvor 45 tada bi se graf razdijelio na 3 podstrukture 88-89-90, 44-46-47-48, 119-120-121 te na 58-59-60																								

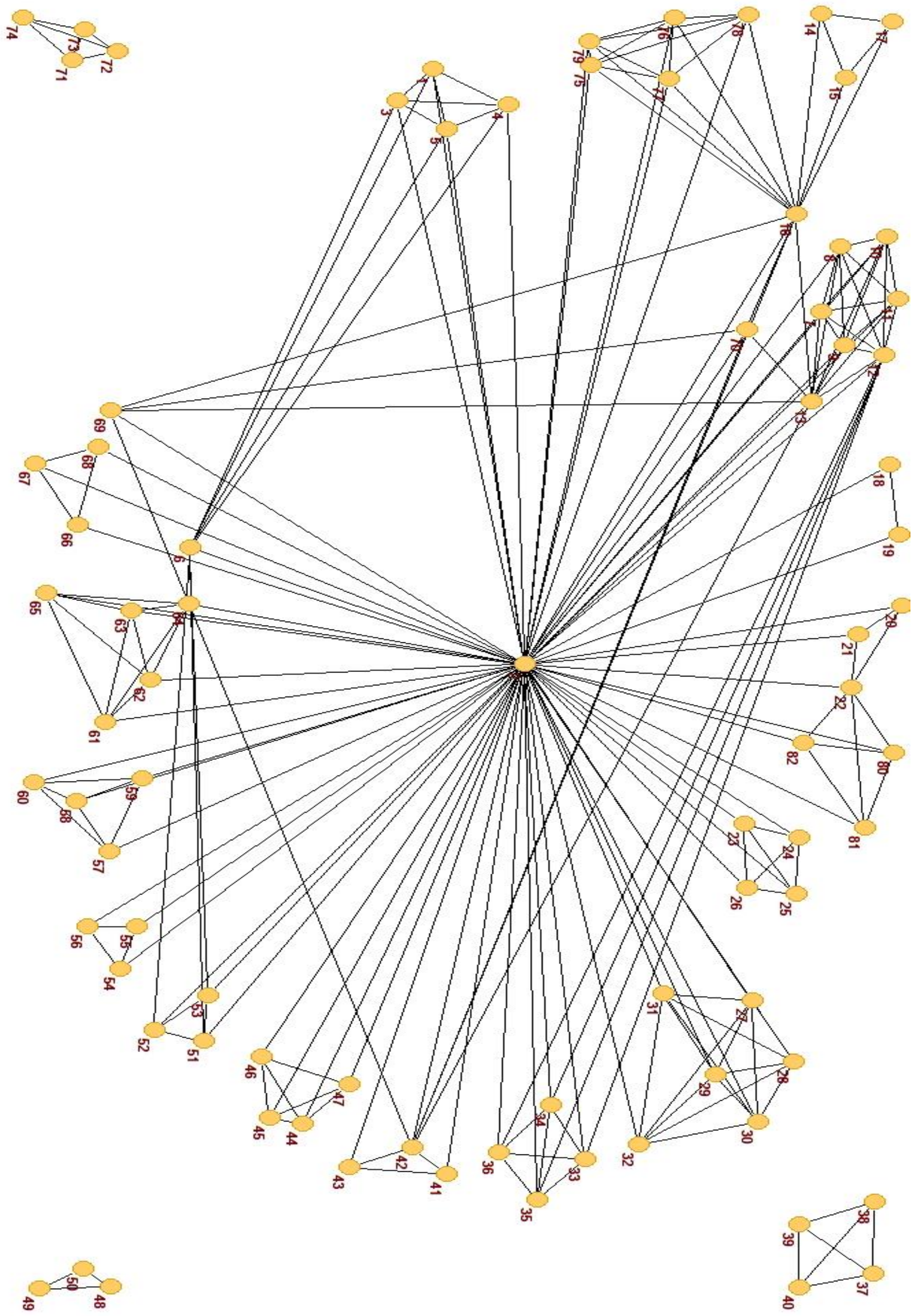
(Izvor:Vlastita izrada)

Nakon istraživanja i različitih mjerenje može se zaključiti da u časopisu JIOS u zadnjih 10 izdanja odnosno u zadnjih 5 godina postoji jako malo entiteta tj. ključnih riječi koje se ponavljaju u svakom članku ili u svakom broju časopisa. Razlog tome je opširnost časopisa JIOS u kojem postoje entiteti iz različitih područja znanosti gdje je vrlo rijetki slučaj

ponavljanja istih ključnih riječi. Svaka prikazana mreža predstavlja nepovezani graf što znači da postoje manje podstrukture koje međusobno nisu povezane. Za svaku mrežu u razdoblju od 2015.-2019. godine navedene su podstrukture poput klika, n – klika, točke prekida i sl. S obzirom na to da je riječ o neusmjerenom netežinskom grafu klike nemaju neko veliko značenje, no na slici mreže ključnih riječi za sve godine može se vidjeti da se zapravo mreža sastoji od niza različitih veličina klika i tek pokoje točke prekida koja povezuju ključne riječi iz različitih izdanja. Dakle, može se zaključiti da mreža za razdoblje od 2015.-2019. godine ima malo veza. To se može pripisati činjenici da časopis pokriva opširna područja društvenih i informacijskih znanosti.

5.2. Primjena metode analize društvenih mreža na časopisu International Journal of the Analytic Hierarchy Process

U nastavku će biti napravljena primjena metode SNA na časopisu International Journal of the Analytic Hierarchy Process za razdoblje 2015.-2019. godine. Također, bit će opisani osnovni podaci o mreži te će biti interpretirani rezultati mjera centraliteta i podstruktura. Čvorovi prikazuju ključne riječi, dok su veze formirane kada se ključne riječi pojavljuju u istom radu. Na slici je prikazana mreža za 2019. godinu, dok su u tablici prikazani osnovni podaci o mreži



Slika 17: Mreža ključnih riječi za 2019. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 16: Osnovni podaci o mreži

Osnovni podaci o mreži	
Akteri u mreži, N	Ključne riječi
Opis veze	Povezanost istih ključnih riječi u časopisu
Forma	postojanje veza
Sadržaj	ista barem jedna riječ
Nivo analize	Kompletna mreža
Metode analize	Na većoj mreži pokušati opisati prethodno navedene mjere
Tehnika prikupljanja podataka	Prikupljanje tj. kopiranje ključnih riječi iz časopisa IJAHP
Mjesto i vrijeme prikupljanja podataka	Križevci, 10.06.2020.
Kratak opis mreže	Na temelju časopisa IJAHP potrebno je ispisati ključne riječi te vidjeti koje riječi se ponavljaju. Ova mreža pokušava objasniti koliko se puta spominju ključne riječi u radu. Nad mrežom provedena je analiza mjera centraliteta te podstruktura koje će biti prikazane.

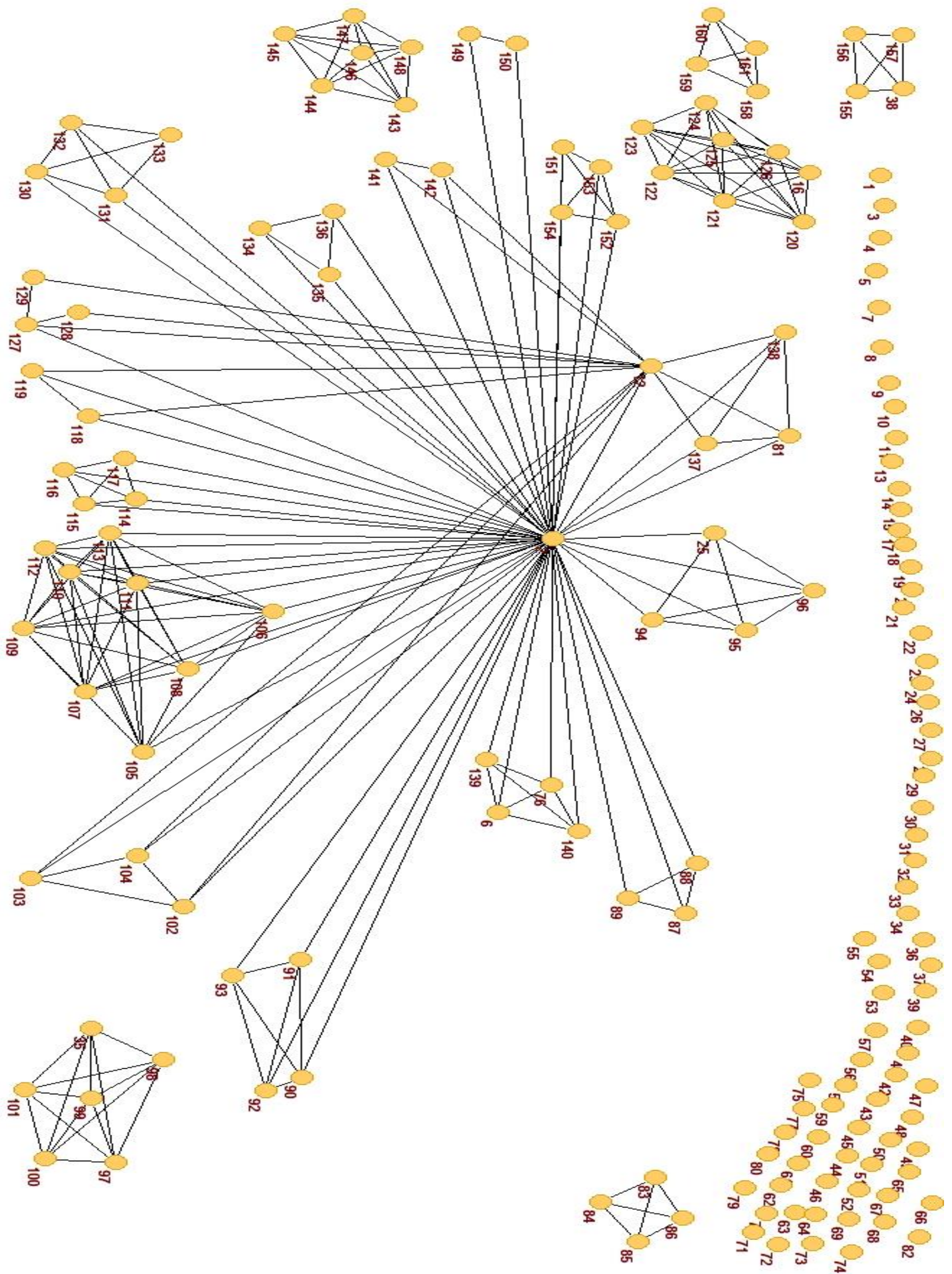
(Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 17: Analiza mreže za 2019. godinu

Analiza mreže	
Veličina mreže	$N= 82, M= 225$
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 225}{82 \times 81} = 0.06775$ <p>Na temelju gustoće može se vidjeti da je riječ o manje gustoj mreži.</p>

Centralitet	$C_D = \begin{matrix} \begin{matrix} 5 \\ 70 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 8 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 11 \\ 12 \\ 3 \\ 3 \\ 14 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 6 \end{matrix} & \begin{matrix} 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{matrix} 4 \\ 4 \\ 4 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \end{matrix} \\ \end{matrix}$ <p>Najveći stupanj centraliteta ima čvor 2 „AHP“ te iznosi 70. Dakle, ključna riječ „AHP“ povezana je sa 70 drugih riječi. Razlog pojavljivanja navedene riječi toliko puta leži upravo u samom naslovu časopisa „International Journal of the AHP“. Riječ je o znanstvenom časopisu koji objavljuje radove o proučavanju i primjeni AHP metode, pa nije ni čudno što se navedena riječ najviše pojavljuje u radovima.</p>																																								
Blizina centraliteta	<table border="0"> <thead> <tr> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1, 3-5, 33-36, 61-65</td> <td>0.439201</td> <td>12</td> <td>0.459165</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.830271</td> <td>13</td> <td>0.469843</td> </tr> <tr> <td>6, 69, 70</td> <td>0.448961</td> <td>14, 15, 17</td> <td>0.312421</td> </tr> <tr> <td>7-11</td> <td>0.445660</td> <td>16</td> <td>0.477242</td> </tr> <tr> <td>18, 19</td> <td>0.429856</td> <td>20, 21, 43, 54-56, 66-68</td> <td>0.432927</td> </tr> <tr> <td>22, 27-32</td> <td>0.442407</td> <td>37-40, 71-74</td> <td>0.048780</td> </tr> <tr> <td>23-26, 44-47, 51-53, 57-60</td> <td>0.436041</td> <td>41</td> <td>0.432927</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>0.455712</td> <td>47-50</td> <td>0.036585</td> </tr> <tr> <td>75-79</td> <td>0.452312</td> <td>80-82</td> <td>0.436041</td> </tr> </tbody> </table> <p>Najveći centralitet blizine ima čvor 2 „AHP“ što znači da ima najmanju udaljenost koja je potrebna da navedeni čvor dođe do svakog čvora u mreži.</p>	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$	1, 3-5, 33-36, 61-65	0.439201	12	0.459165	2	0.830271	13	0.469843	6, 69, 70	0.448961	14, 15, 17	0.312421	7-11	0.445660	16	0.477242	18, 19	0.429856	20, 21, 43, 54-56, 66-68	0.432927	22, 27-32	0.442407	37-40, 71-74	0.048780	23-26, 44-47, 51-53, 57-60	0.436041	41	0.432927	42	0.455712	47-50	0.036585	75-79	0.452312	80-82	0.436041
i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$																																						
1, 3-5, 33-36, 61-65	0.439201	12	0.459165																																						
2	0.830271	13	0.469843																																						
6, 69, 70	0.448961	14, 15, 17	0.312421																																						
7-11	0.445660	16	0.477242																																						
18, 19	0.429856	20, 21, 43, 54-56, 66-68	0.432927																																						
22, 27-32	0.442407	37-40, 71-74	0.048780																																						
23-26, 44-47, 51-53, 57-60	0.436041	41	0.432927																																						
42	0.455712	47-50	0.036585																																						
75-79	0.452312	80-82	0.436041																																						
Centralitet međupovezanosti	<p>Centralitet međupovezanosti za čvor 12 iznosi 0.003498, dok za čvor 13 iznosi 0.004938. Centralitet međupovezanosti ima i čvor 16 te on iznosi 0.064609. Čvor 42 ima centralitet međupovezanosti 0.001646. Najveći centralitet međupovezanosti ima čvor 2 „AHP“ te iznosi 0.678395. To znači da on služi kao povezujuća točka između međusobno ne povezanih ključnih riječi.</p>																																								
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	<p>Kliku od 4 člana čine 71-72-73-74. Kliku od 3 člana čine 48-49-50.</p>																																								
Točke prekida	<p>Točku prekida predstavlja čvor 2. Ukoliko bi čvor 2 maknuli tada bi se graf razdjelio na mnogo podstruktura, poput 23-24-25-26, 33-34-35-36, 44-45-46-47. Točku prekida predstavlja i čvor 16 gdje bi se graf razdjelio na 14-15-17, 75-76-77-78, 70-13-69.</p>																																								

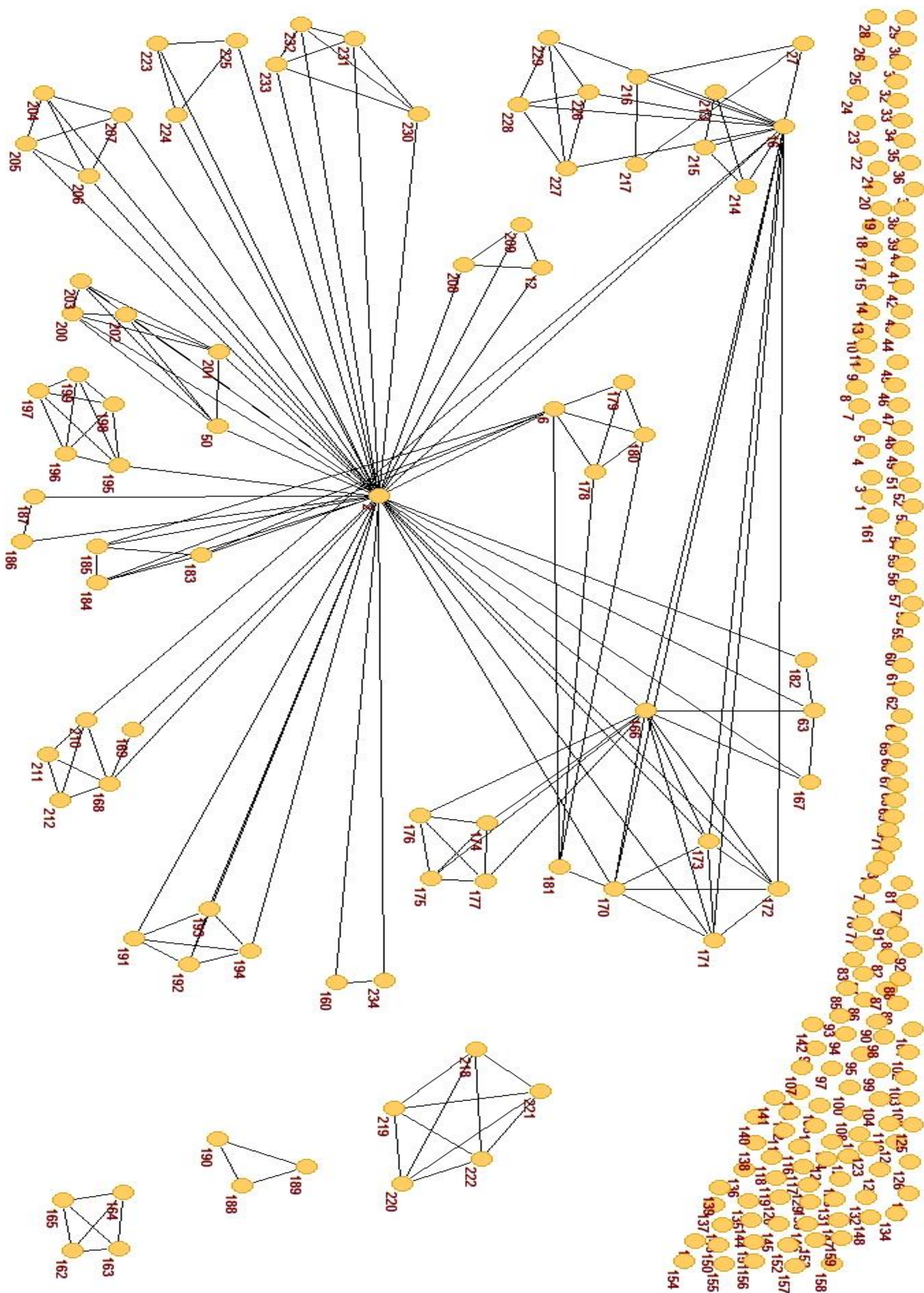
(Izvor: Vlastita izrada)



Slika 18: Mreža ključnih riječi za 2018. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

međupovezanosti	0.0013636. Centralitet međupovezanosti za čvor 12 iznosi 0.008412 odnosno on povezuje nekoliko manjih podstrukture koje nisu međusobno povezane. Najveći centralitet međupovezanosti ima čvor 2 te iznosi 0.105228. To znači da navedeni čvor služi kao povezujuća točka odnosno spaja najviše naizgled nepovezanih čvorova u mreži.
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	Kliku veličine 4 čini 155-156-38-157. Kliku veličine 6 čini 35-97-98-99-100-101.
Točke prekida	Točku prekida predstavlja čvor 2 te ukoliko bi ga maknuli dobili bi više manjih podstrukture poput 25-94-95-96, 87-88-89, 90-91-92-93 i sl.

(Izvor:Vlastita izrada)



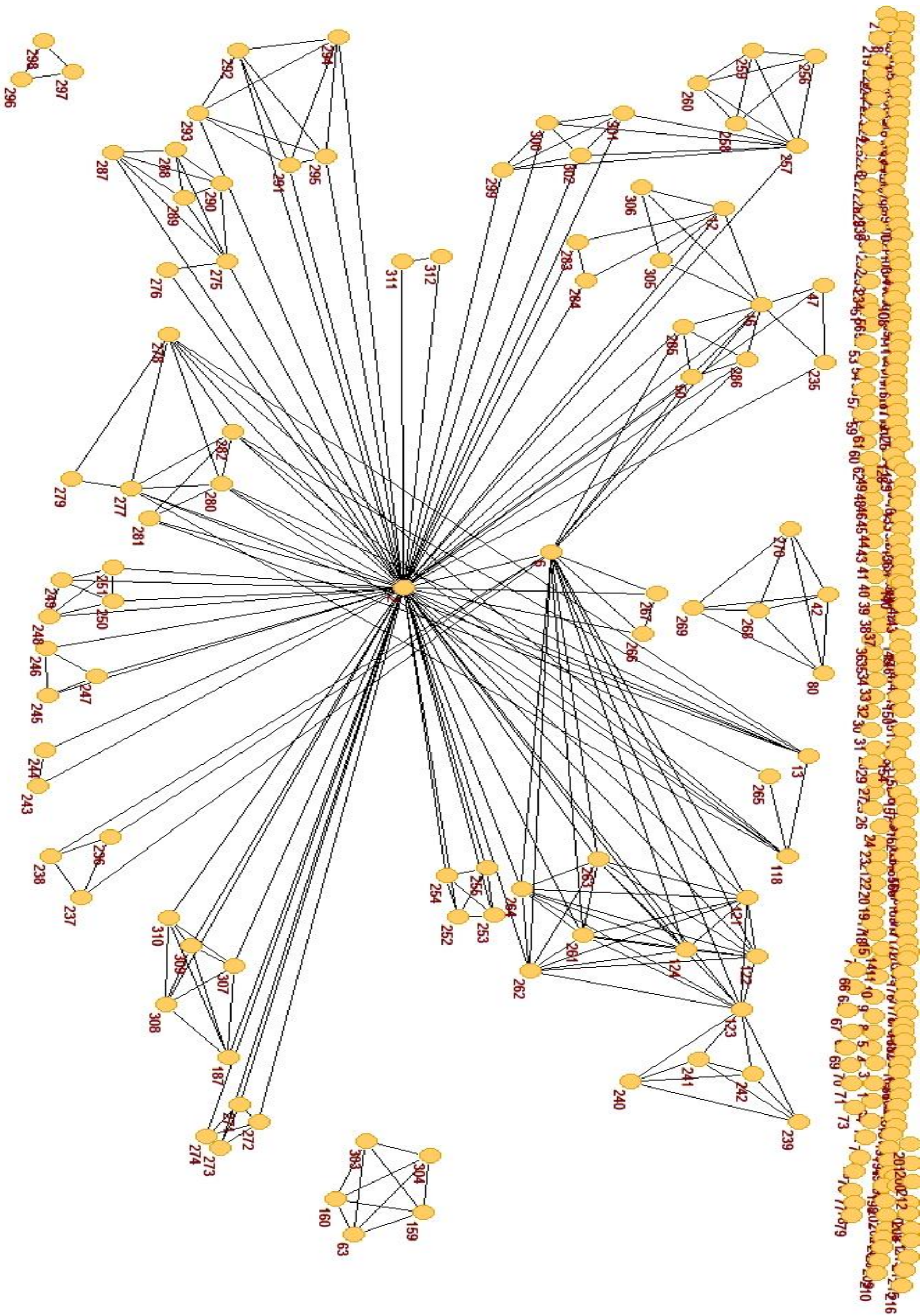
Slika 19: Mreža ključnih riječi za 2017. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 19: Analiza mreže za 2017. godinu

Analiza mreže				
Veličina mreže	N= 234, M= 183			
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža			
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena			
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 183}{234 \times 233} = 0.006713$ <p>Riječ je o slabo gustoj mreži. Nekoliko ključnih riječi se ponavljaju u istoj godini, dok svega par riječi se ponavlja u odnosu na prethodnu godinu.</p>			
Centralitet	<p>Stupanj centraliteta za čvorove 162-234:</p> $C_D = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 12 \\ 3 \\ 5 \\ 3 \\ 7 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 3 \\ 4 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 4 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix}$ <p>Stupanj centraliteta za čvorove 12 i 27 iznosi 3 te za čvorove 50 i 63 iznosi 5. Stupanj centraliteta za čvor 160 iznosi 2, dok za čvor 6 iznosi 8. Najveći stupanj centraliteta ima čvor 2 „AHP“ te iznosi 45. Razlog tomu je konstantno pojavljivanje navedene ključne riječi u svim člancima.</p>			
Blizina centraliteta	<i>i</i>	$C_B(i)$	<i>i</i>	$C_B(i)$
	160, 186, 187, 234	0.125321	178	0.094137
	161-165	0.017094	179	0.093262
	166	0.149636	180	0.094137
	167	0.129363	181	0.103893
	168	0.130203	182, 186, 187	0.125321
	169, 200-203, 50	0.127715	183-185	0.130203

	170	0.146360	188-190	0.012821
	171-173	0.143223	191-194,204-207	0.126907
	174-177	0.101269	195	0.131054
	196-199	0.092402	208-209, 223-225	0.126109
	210	0.107226	211-212	0.096400
	213-215	0.104434	217	0.078021
	216, 27	0.104981	218-222	0.021368
	226-229	0.104981	230-233	0.126907
	63	0.130203	12	0.126109
	16	0.157884	6	0.133675
	Najveći centralitet blizine ima čvor 2 „AHP“ te iznosi 0.213312. Iz toga se može zaključiti da je čvoru 2 potrebna najmanja udaljenost da dođe do svakog člana u mreži. Dakle, čvor 2 je najbliži sa svima ostalima u prikazanoj mreži.			
Centralitet međupovezanosti	Centralitet međupovezanosti sadrže čvorovi 216, 210, 195, 181, 178, 170, 168, 166, 63, 27, 16, 6 te 2. Najveći centralitet međupovezanosti ima čvor 2 te iznosi 0.069348. Navedena vrijednost prikazuje koliko se puta čvor 2 nalazi između bilo koja dva čvora u mreži. Navedena ključna riječ predstavlja povezujuću riječ koja spaja ostale nepovezane čvorove. Iz toga se može zaključiti da ključna riječ „AHP“ predstavlja jednu od čestih i važnijih riječi prikazanu u gotovo svim člancima. Čvor 2 je u povlaštenijem položaju u odnosu na ostale članove.			
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	Primjer klike veličine 3 je 189-190-191. Primjer klike veličine 5 je 218-219-220-221-222. Primjer klike veličine 4 je 162-163-164-165.			
Točke prekida	Točku prekida predstavlja čvor 2. Kad bi čvor 2 uklonili sa mreže tada bi dobili nekoliko manjih podstruktura poput 191-192-193-194.			

(Izvor:Vlastita izrada)



Slika 20: Mreža ključnih riječi za 2016. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

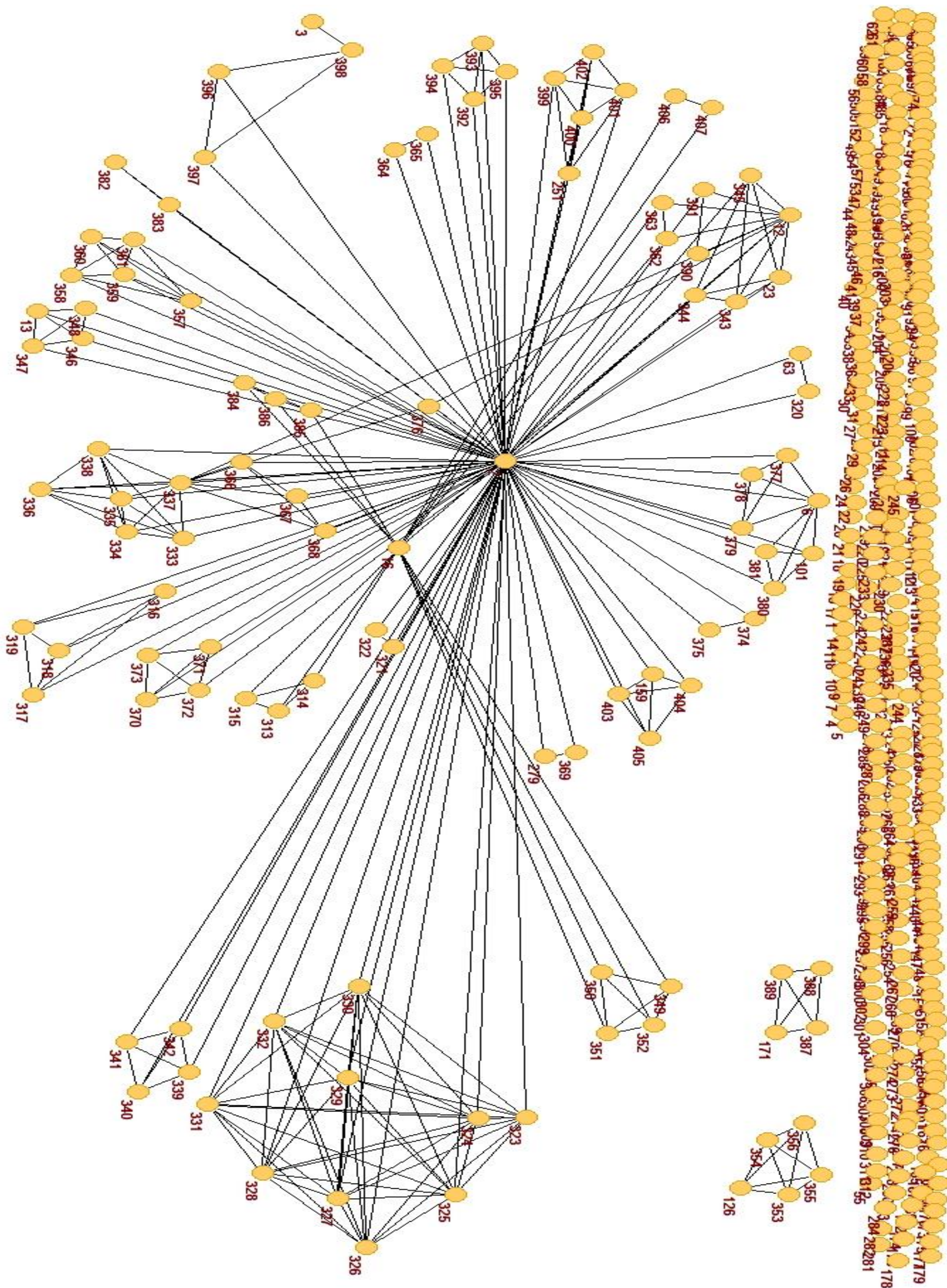
Tablica 20: Analiza mreže za 2016. godinu

Analiza mreže	
Veličina mreže	N= 312, M= 256
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 256}{312 \times 311} = 0.005277$ <p>Riječ je o slabo gustoj mreži. Razlog tomu je što se većina ključnih riječi iz prethodnih godina ne ponavljaju u 2016. godini. Postoje nekoliko riječi koje se ponavljaju u svim člancima u 2015. godini.</p>
Centralitet	<p>Stupanj centraliteta za čvorove 235-312:</p> $C_D = \begin{bmatrix} 3 & 9 & 2 \\ 3 & 4 & 7 \\ 3 & 4 & 4 \\ 3 & 4 & 7 \\ 4 & 9 & 3 \\ 4 & 9 & 3 \\ 4 & 9 & 5 \\ 4 & 9 & 5 \\ 2 & 2 & 5 \\ 2 & 3 & 2 \\ 3 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 5 \\ 4 & 4 & 5 \\ 4 & 4 & 5 \\ 4 & 4 & 5 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 6 & 3 \\ 4 & 2 & 3 \\ 4 & 7 & 5 \\ 4 & 7 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}$ <p>Stupanj centraliteta za čvorove 2, 6, 12, 13, 16, 42, 47, 50, 63, 80, 118, 121, 122, 123, 124, 159, 160, 187:</p>

	$C_D = \begin{bmatrix} 66 \\ 18 \\ 6 \\ 7 \\ 10 \\ 4 \\ 3 \\ 5 \\ 4 \\ 4 \\ 8 \\ 9 \\ 9 \\ 13 \\ 9 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}$ <p>Najveći stupanj centraliteta ima i dalje ključna riječ 2 "AHP" što znači da ostvaruje najveći broj veza sa ostalim čvorovima u mreži. Dakle, čvor 2 ostvaruje 66 direktnih veza sa ostalim čvorovima.</p>			
Blizina centraliteta	<i>i</i>	$C_B(i)$	<i>i</i>	$C_B(i)$
	2	0.220344	245-247	0.122551
	6	0.141650	248-255	0.123244
	12, 13, 118, 277, 278	0.126093	288-290	0.087256
	280, 282, 287	0.126093	256, 258-260	0.088675
	16	0.131410	257	0.129846
	42	0.016026	305-306	0.089770
	47, 187, 235, 276, 291-295	0.123944	267, 268, 270, 303-304	0.016026
	50, 285, 286	0.127568	271-274, 281	0.123244
	63, 80, 159, 160	0.016026	275, 299-302	0.126826
	121, 122, 124, 261-264	0.132207	279	0.086222
	123	0.135491	283, 284, 307-310	0.123944
	236-238	0.093623	296-298	0.009615
	239-242	0.091272	311, 312	0.121866
	243-244, 265, 311, 312	0.121866		
	<p>Najveći centralitet blizine ima čvor 2 te iznosi 0.220344. Ta vrijednost znači koliko je čvoru 2 potrebno da dođe do ostalih članova u mreži. Poslije njega, čvor 6 ima centralitet 0.141650 što znači da uz čvor 2 predstavlja čvor kojemu je također potrebna manja udaljenost da dođe do ostalih čvorova u mreži.</p>			
Centralitet	Centralitet međupovezanosti sadrže čvorovi 2, 6, 12, 16, 118, 123, 257, 275, 277, 278,			

međupovezanosti	<p>280, 287 te iznose:</p> <table> <thead> <tr> <th>i</th> <th>$C_B(i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>0.061193</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0.005940</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>0.001418</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>0.002119</td> </tr> <tr> <td>118</td> <td>0.000062</td> </tr> <tr> <td>123, 257</td> <td>0.006472</td> </tr> <tr> <td>275</td> <td>0.002469</td> </tr> <tr> <td>277, 278</td> <td>0.000830</td> </tr> <tr> <td>280</td> <td>0.000020</td> </tr> <tr> <td>287</td> <td>0.002396</td> </tr> </tbody> </table> <p>Najveći centralitet međupovezanosti ima čvor 2 te on iznosi 0.061193. Ta vrijednost predstavlja koliko se puta čvor 2 nalazi između bilo koja dva čvora u mreži. Iz mreže je vidljivo da ključna riječ 2 zauzima središnju odnosno povezujuću ulogu te predstavlja najutjecajniju ključnu riječ u časopisu.</p>	i	$C_B(i)$	2	0.061193	6	0.005940	12	0.001418	16	0.002119	118	0.000062	123, 257	0.006472	275	0.002469	277, 278	0.000830	280	0.000020	287	0.002396
i	$C_B(i)$																						
2	0.061193																						
6	0.005940																						
12	0.001418																						
16	0.002119																						
118	0.000062																						
123, 257	0.006472																						
275	0.002469																						
277, 278	0.000830																						
280	0.000020																						
287	0.002396																						
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	<p>Primjer klike veličine 5 je 159-160-63-303-304 i 42-80-268-269-270. Primjer klike veličine 3 je 296-297-298.</p>																						
Točke prekida	<p>Točku prekida predstavlja čvor 2. Kada bi se on maknuo graf bi se razdjelio na manje podstrukture, kao što su 236-237-238 te 187-307-308-3089-310. Također, točku prekida predstavlja čvor 257, gdje bi se graf razdjelio na podstrukture 256-258-259-260, 299-300-301-302 te na čvor 12 koji također povezuje još članova koji nisu međusobno direktno povezani.</p>																						

(Izvor: Vlastita izrada)



Slika 21: Mreža ključnih riječi za 2015. godinu (Izvor: Vlastita izrada)

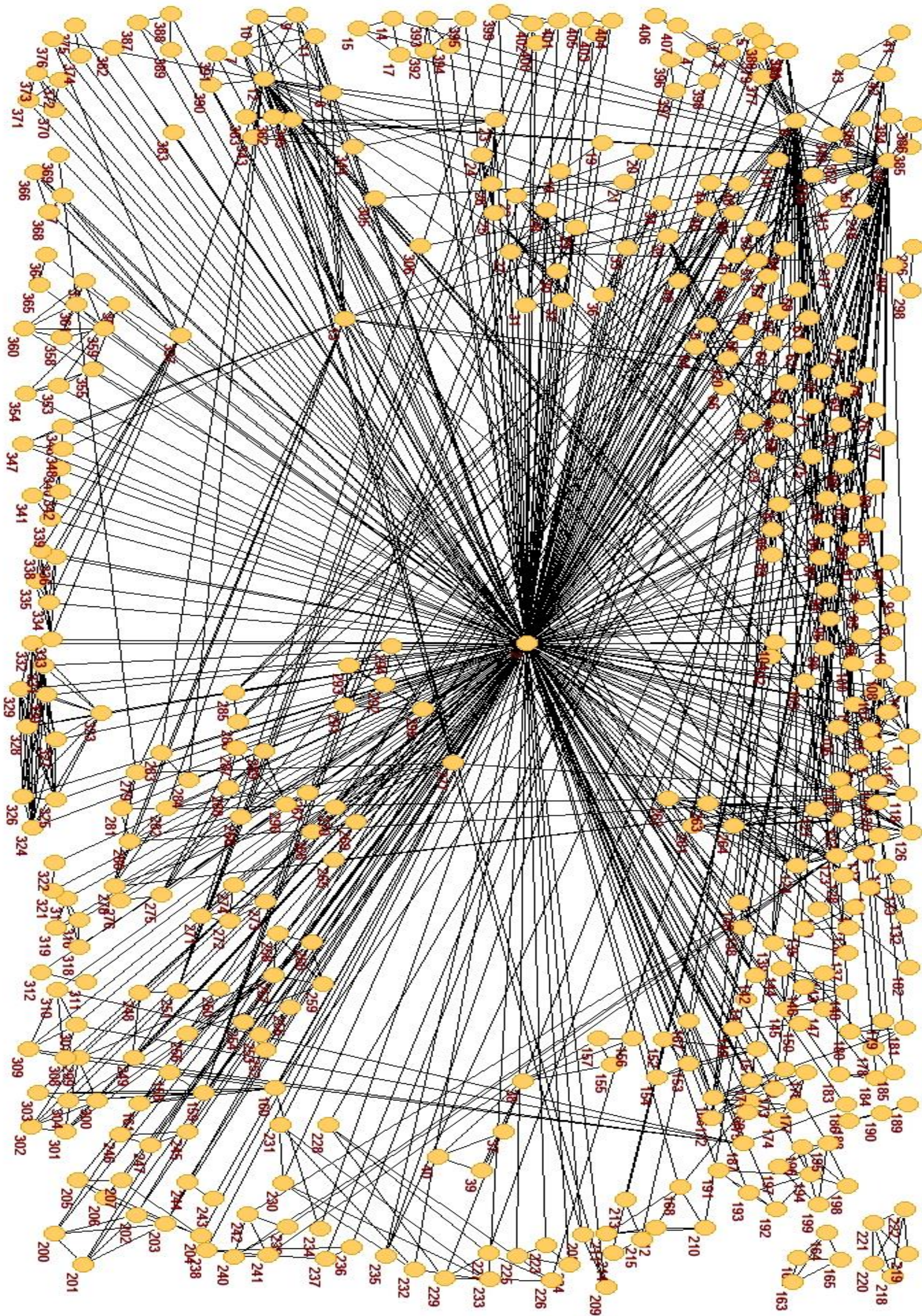
Tablica 21: Analiza mreže za 2015. godinu

Analiza mreže	
Veličina mreže	N= 407, M= 293
Tip mreže	Binarna neusmjerena mreža
Sociomatrica	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 293}{407 \times 406} = 0.003546$ <p>Riječ je o slabo gustoj mreži. Postoje nekoliko riječi koje se ponavljaju u svim člancima u 2015. godini.</p>
Centralitet	<p>Stupanj centraliteta za čvorove 313-407:</p> $C_D = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 6 \\ 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6 \\ 13 \\ 6 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \\ 5 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 5 \\ 5 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 5 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}$ <p>Stupanj centraliteta za čvorove 2, 3, 6, 12, 13, 16, 23, 63, 101, 126, 159, 171, 251, 279:</p> $C_D = \begin{bmatrix} 87 \\ 1 \\ 8 \\ 14 \\ 4 \\ 15 \\ 5 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 4 \\ 3 \\ 5 \\ 2 \end{bmatrix}$ <p>Najveći stupanj centraliteta ima čvor 2 „AHP“ te iznosi 87 što znači da je povezan sa 87</p>

	drugih čvorova u mreži. Taj čvor predstavlja povezujuću ulogu i najčešću ključnu riječ u časopisu.			
Blizina centraliteta	i	$C_B(i)$	i	$C_B(i)$
	2	0.188561	362, 363	0.089100
	3	0.058613	376, 390-391	0.115830
	6	0.110065	398	0.076733
	12	0.128700	406, 407	0.067945
	13, 101, 159, 316-319	0.108591	313-315, 384-386	0.068135
	320-322, 382, 383	0.107630	333-336, 338, 396, 397	0.109569
	16	0.093197	337	0.120417
	251, 357-361, 399-402	0.109078	349-351	0.068327
	171, 387-389	0.009828	323-322	0.111579
	346-348, 339-342, 366-368, 392-395	0.108591		
	370-373, 377-381, 403-405	0.108591		
	23, 343-345	0.116944		
	63, 279, 364, 365, 369, 374, 375	0.107630		
	126, 353-356	0.012285		
	Najveći centralitet blizine ima čvor 2 te iznosi 0.188561. Ta vrijednost predstavlja duljinu puta koja je potrebna da čvor 2 dođe do svakog člana u mreži. Veća udaljenost predstavlja kraću duljinu puta pojedinog čvora od svakog člana u prikazanoj mreži. Poslije čvora 2, centralitet blizine za čvor 12 iznosi 0.128700 što također predstavlja vrlo manju udaljenost od čvora 12 do svakog člana u mreži. Najmanji centralitet blizine imaju čvorovi 171, 387, 388 i 389 te iznosi 0.009828. Oni zajedno čine kliku izvan mreže.			
Centralitet međupovezanosti	Centralitet međupovezanosti sadrže čvorovi 2, 6, 12, 16, 337, 396, 397, 398 te iznose:			
	i	$C_B(i)$		
	2	0.053427		
	6	0.000055		
	12	0.015429		
	16	0.013343		
	337	0.000529		
	396	0.001168		
	397	0.001168		
	398	0.001192		
	Najveći centralitet međupovezanosti ima čvor 2 te on iznosi 0.053427. Ta vrijednost predstavlja koliko se puta čvor 2 nalazi između bilo koja dva čvora u mreži. Iz mreže je vidljivo da ključna riječ 2 zauzima središnju odnosno povezujuću ulogu te predstavlja najutjecajniju ključnu riječ u časopisu. Najmanji centralitet međupovezanosti ima čvor 6 te iznosi 0.000055.			
Klike, n -klike, n -klan, k -plex	Primjer klike je 171-387-388-389 te 126-353-354-355-356.			
Točke prekida	Točku prekida predstavlja čvor 2. Kada bi se maknuo graf bi se razdijelo na mnogo manjih podstruktura poput 339-340-341-342, 349-350-351-352. Točku prekida predstavlja i čvor			

	16 te ukoliko bi se maknuo graf bi se razdjelio na podstrukture 384-385-386, 313-3114-315, 349-350-351-352.
--	---

(Izvor: Vlastita izrada)



Slika 22: Mreža ključnih riječi za razdoblje 2015. – 2019. (Izvor: Vlastita izrada)

Tablica 22: Analiza mreže za razdoblje 2015. - 2019.

Analiza mreže	
Veličina mreže	N=407, M=1195
Tip mreže	binarna neusmjerena mreža
Sociomatrix	Matrica susjedstva prikazana je u programu Pajek te zbog veličine nije stavljena.
Gustoća	$D = \frac{2M}{N(N-1)} = \frac{2 \times 1195}{407(407-1)} = \frac{2390}{165242} = 0.01446$ <p>Na temelju izračuna može se vidjeti da je riječ o relativno gustoj mreži.</p>
Centralitet	<p>Najveći stupanj centraliteta imaju čvorovi 2, 6, 12, 13, 16, 35, 42, 50, 63, 76, 118, 121-124, 126, 159, 166, 323-332, 337 te iznose:</p> $C_D = \begin{bmatrix} 322 \\ 46 \\ 50 \\ 23 \\ 62 \\ 10 \\ 12 \\ 12 \\ 16 \\ 10 \\ 11 \\ 16 \\ 16 \\ 16 \\ 20 \\ 16 \\ 11 \\ 11 \\ 12 \\ 10 \\ 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 10 \\ 13 \end{bmatrix}$ <p>Najveći stupanj centraliteta ima čvor 2. Naziv tog čvora je „AHP“. To znači da je čvor 2 povezan sa 322 drugih čvorova odnosno da ima 322 direktnih veza sa ostalim članovima iz različitih godina časopisa u mreži.</p>
Geodetska udaljenost	Najmanja geodetska udaljenost nalazi se između susjeda u pojedinom članku. Najveća geodetska udaljenost nalazi se između aktera koji nisu međusobno povezani odnosno najveća geodetska udaljenost nalazi se između skupa aktera iz jednog časopisa te skupa aktera iz drugog časopisa koji nisu međusobno povezani.
Blizina centraliteta	Najveći centralitet blizine ima čvor 2 te iznosi 0.736403. Taj broj prikazuje duljinu puta koja je potrebna da čvor 2 dođe do svakog čvora u mreži. Dakle, on prikazuje stupanj u kojem je čvor 2 blizak sa svim ostalima u mreži izravno ili neizravno. Uključuje i neizravne putove između čvorova preko navedene udaljenosti

	čvora 2 od svih ostalih članova mreže. Najmanji centralitet blizine ima čvorovi 188-190, 296-298 te iznosi 0.007371 što znači da im je potrebna veća udaljenost do ostalih čvorova u mreži. Kod izračuna je korišten program Pajek.
Centralitet međupovezanosti	Prema Pajek- u centralitet međupovezanosti imaju čvorovi 2, 3, 6, 12, 13, 16, 22, 25, 27, 35, 42, 47, 50, 76, 80, 81, 101, 118, 121, 122, 123, 124, 126, 130, 131, 132, 160, 161, 170, 171, 178, 180, 181, 187, 195, 210, 216, 251, 257, 275, 278, 280, 282, 337, 396, 397, 398. Najveći centralitet međupovezanosti ima čvor 2 te iznosi 0.758252 što upućuje na broj koliko se puta čvor 2 nalazi između bilo koja dva čvora u mreži. Ključna riječ 2 predstavlja točku odsijecanja te kontrolira protok informacija između međusobno nepovezanih aktera u mreži. Ključna riječ 2 predstavlja najutjecajniju riječ u mreži. Kod izračuna korišten je program Pajek.
Klike, <i>n</i> -klike, <i>n</i> -klan, <i>k</i> -plex	Primjer klike je 296-297-298, 219-220-221-222.
Točke prekida i mostovi	Točku prekida predstavljaju čvorovi 2, 6, 13, 38, 227, 337. Ukoliko bi svaku od navedenih točaka maknuli dobili bi mnogo manjih podstruktura.

(Izvor:Vlastita izrada)

Prilikom istraživanja i različitih mjerenja može se zaključiti da postoji dosta ključnih riječi koje se ponavljaju u svakom članku zadnjih 5 godina. Riječ koja se najviše pojavljuje svake godine je „AHP“ što je i logično pošto časopis objavljuje istraživanja i primjenu procesa analitičke hijerarhije. Časopis se fokusira isključivo na AHP i ANP pa je logično da u odnosu na prethodni časopis JIOS, koji je puno opsežniji, sadrži više istih riječi po pojedinom izdanju. Za svaku mrežu izračunate su mjere centraliteta i podstrukture te interpretirani rezultati. Iako su mreže nepovezane vidljivo je da mreža ključnih riječi za razdoblje 2015.-2019. sadrži puno veza što se može pripisati činjenici da časopis pokriva sažetija područja u kojima se riječ „AHP“ nalazi gotovo u svim izdanjima, dok se neke iste riječi nalaze u nekoliko različitih radova.

5.3. Analiza svih mreža časopisa JIOS i IJAHP

Primjenom metode SNA u časopisu JIOS može se zaključiti da su kroz svih 5 godina mreže većinom iste. Gustoća mreže se svake godine smanjuje. Razlog tome je ne postojanje veza između svih ključnih riječi u promatranoj godini. Dakle, osnovna sličnost među različitim mrežama po godinama u časopisu JIOS je ta što su sve prikazane mreže nepovezane odnosno postoji jako malo veza među njima, što znači da je riječ o časopisu koji sadrži entitete iz različitih područja znanosti. Također, sve mreže po tipu mreže prikazuju neusmjerene netežinske grafove. Ključne riječi se svake godine povećavaju, dok veze između njih u 2018. godinu se smanjuju u odnosu na 2019. godinu. Sve ostale godine se broj veza povećava.

Nadalje, u mrežama časopisa IJAHP postoji više ključnih riječi koje se pojavljuju u promatranoj godini. Također, postoji nekoliko ključnih riječi koje se pojavljuju u svim mrežama promatranog razdoblja. Točke prekida u svim mrežama su većinom iste. Glavnu točku prekida predstavlja čvor 2 što ukazuje na njezino pojavljivanje u svim mrežama. Gustoća mreža se svake godine smanjuje što znači da postoji više novih ključnih riječi koje se često ne pojavljuju u svim godinama. Različite mreže po godinama su većinom nepovezane, dok se na kraju može vidjeti da sveukupna mreža u promatranom razdoblju od 2015.-2019. prikazuje relativno gustu mrežu. Razlog tome je što se puno istih ključnih riječi ponavlja svake godine, dok se iste ključne riječi ponavljaju u jednoj promatranoj godini. Ključne riječi se kroz sve godine povećavaju, dok se broj veza smanjuje u 2017. godini.

Gustoće mreža se u oba časopisa smanjuju što znači da postoji sve više ključnih riječi koje nisu povezane. Različite mreže časopisa JIOS imaju malo veću gustoću u odnosu na mreže pojedinih godina u časopisu IJAHP. Razlog tome je što u časopisu JIOS postoji manji broj ključnih riječi i veza u odnosu na časopis IJAHP. Časopis IJAHP je sažetiji i obuhvaća isključivo jedno područje znanosti pa zbog toga postoji više ključnih riječi koje se ponavljaju svake godine. Na kraju se može zaključiti da su obje mreže za promatrano razdoblje nepovezane te imaju slabu gustoću.

6. Zaključak

Kako je već rečeno na samom početku, diplomski rad se odnosi na istraživanje društvene mreže te na njihovu detaljnu analizu. Društvena mreža sastoji se od čvorova odnosno aktera koji su najčešće ljudi, grupe, organizacije, dok veze među njima predstavljaju neki oblik interakcije. Tako se naprimjer može proučavati prijateljstvo kolega na poslu te kroz različita istraživanja i mjerenja interpretirati dobivene rezultate. Analiza društvenih mreža podrazumijeva proučavanje različitih društvenih struktura pomoću mreža, grafova te matrica. U ovom diplomskom radu istraživanje se odnosilo na pronalaženje istih ključnih riječi u dva časopisa *Journal of Information and Organizational Sciences* te *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. Ključne riječi predstavljale su čvorove tj. aktere, dok su se veze formirale kad se pojedina ključna riječ pojavila u istom radu. U prvom časopisu JIOS, postoji malo aktera koji se više puta pojavljuju u istom radu ili u prethodnoj godini časopisa. Grafovi su neusmjereni netežinski te se može zaključiti da mreže nisu guste te su uglavnom nepovezane. Iz tog razloga postoji jako puno klika različitih veličina, ali iste težine odnosno težine 1. Časopis uglavnom pokriva opsežna područja različitih znanosti pa se zbog toga ključne riječi slabije ponavljaju. Drugi časopis IJAHF odnosi se isključivo na istraživanje i primjenu AHP-a i ANP-a, pa se iz tog razloga može zaključiti da je riječ o relativno gustoj mreži. Najviše se pojavljuje ključna riječ „AHP“ odnosno pojavljuje se u skoro svim izdanjima časopisa IJAHF. Časopis IJAHF je puno sažetiji od časopisa JIOS. Dakle, za svaku mrežu izračunate su mjere centraliteta i određene su podstrukture u mreži te su interpretirani svi dobiveni rezultati. Osim ključne riječi „AHP“ postoje i nekoliko riječi koje se pojavljuju u više izdanja. Prilikom pregleda literature metode SNA može se zaključiti da se najviše koristi u području društvenih znanosti. Osim u području društvenih znanosti, SNA je prisutna i u mnogim drugim područjima znanosti kao što su informacijske znanosti, komunikacijske znanosti, tehničke znanosti, biomedicina i zdravstva, humanističke znanosti i sl. Postoje različiti softveri za proučavanje društvenih mreža te se u ovom diplomskom radu koristio program Pajek u kojem su se dobila različita mjerenja i rezultati koji su kasnije bili interpretirani. Osim mjera centraliteta i podstrukture koje se mogu odrediti u programu Pajek također se mogu odrediti i algoritmi za klasteriranje i blokmodeliranje podataka, no u ovom radu nije bilo potrebno korištenje prethodno navedenih dviju opcija. Metodologija SNA je vrlo učinkovita metoda s vrlo korisnim dobivenim rezultatima te širokoj primjenjivosti u različitim područjima znanosti.

Popis literature

- Akhtar, Nadeem. 2014. „Social Network Analysis Tools“.
- Akhtar, Nadeem, i Mohd Vasim Ahamad. 2018. „Graph Tools for Social Network Analysis“.
- Anon. 2015. „Discrete Mathematics“.
- Apostolato, Ioana-Alexandra. 2015. „An overview of Software Applications for Social Network Analysis“.
- Batagelj, Vladimir, i Andrej Mrvar. bez dat. „Pajek — Analysis and Visualization of Large Networks“.
- Blanchet, Karl, i Philip James. 2012. „How to do (or not to do) ... a social network analysis in health systems research“.
- Bodin, Örjan, i Christina Prell. 2011. „Social network analysis in natural resource governance: summary and outlook“.
- Borgatti, Stephen P., Ajay Mehra, Daniel J. Brass, i Giuseppe Labianca. 2009. „Network Analysis in the Social Sciences“.
- Boyer, Laurent, Raoul Belzeaux, Olivier Maurel, i Jean-Claude Baumstarck-Barrau, Karine Samuelian. 2010. „A social network analysis of healthcare professional relationships in a French hospital“.
- Carter, Craig R., Lisa Ellram, i Wendy Tate. 2011. „THE USE OF SOCIAL NETWORK ANALYSIS IN LOGISTICS RESEARCH“.
- Chan, Kelvin, i Jay Liebowitz. 2006. „The synergy of social network analysis and knowledge mapping: a case study“.
- Divjak, Blaženka, i Alen Lovrenčić. 2005. *Diskretna matematika s teorijom grafova*.
- Divjak, Blaženka, i Petra Peharda. 2010. „Social Network Analysis of Study Environment“.
- Dujin, Marijtje, i Jeroen K. Vermunt. 2006. „What Is Special About Social Network Analysis?“
Fakultet elektrotehnike i računarstva. bez dat. *Osnovni pojmovi grafova*.
- Fattore, Giovanni, Francesca Frosini, Domenico Salvatore, i Valeria Tozzi. 2009. „Social network analysis in primary care: The impact of interactions on prescribing behaviour“.
- Fošner, Maja, i Tomaž Kramberger. 2009. „Teorija grafova i logistika“.
- Gašević, Dragan. 2014. „Network measures used in social network analysis“.
- Gemma, Edwards. 2010. „Mixed-method approaches to social network analysis“.
- Grbavac, Jacinta. 2014. „Pojava društvenih mreža kao globalnog komunikacijskog fenomena“.
- Grunspan, Daniel, Benjamin Wiggins, i Steven Goodreau. 2017. „Understanding Classrooms through Social Network Analysis: A Primer for Social Network Analysis in Education“.

Research“.

Hatala, John-Paul. 2006. „Social Network Analysis in Human Resource Development: A New Methodology“.

Haythornthwaite, Caroline. 1996. „Social network analysis: An approach and technique for the study of information exchange“.

Hoff, Peter, Adrian Raftery, i Mark Handcock. 2012. „Latent space approaches to Social Network Analysis“.

Hu, Clark, i Pradeep Racherla. 2008. „Visual representation of knowledge networks: A social network analysis of hospitality research domain“.

Kadoić, Nikola. 2010. „Primjena analize društvenih mreža u projektnom menadžmentu“. Preuzeto (<https://repositorij.foi.unizg.hr/islandora/object/foi%3A1718>).

Kadoić, Nikola. 2018. „Nova metoda za analizu složenih problema odlučivanja temeljena na analitičkom mrežnom procesu i analizi društvenih mreža“.

Kadoić, Nikola, Blaženka Divjak, i Nina Begičević Ređep. 2017. „Differences among Social Network Structures in the Private Sector, Politics and NGOs in Croatia“.

Knoke, David, i Song Yang. 2008. *Social network analysis, Second Edition*.

Kourtellis, Nicolas, Tharaka Alahakoon, Ramanuja Simha, Adriana Iamnitchi, i Rahul Tripathi. 2013. „Identifying high betweenness centrality nodes in large social networks“.

Letina, Srebrenka. 2017. *Uvod u analizu društvenih mreža*.

Leung, Xi Yu, Fang Wang, Bihu Wu, Billy Bai, Kurt Stahura, i Zhihua Xie. 2011. „A Social Network Analysis of Overseas Tourist Movement Patterns in Beijing: the Impact of the Olympic Games“.

Love, Adam, i Damon Andrew. 2012. „The intersection of sport management and sociology of sport research: A social network perspective“.

Lusher, Dean, Garry Robins, i Peter Kremer. 2010. „The Application of Social Network Analysis to Team Sports“.

Marinović, Marko. 2018. „Mjere centralnosti u kompleksnim mrežama“.

Materijali, Nastavni. bez dat. *Osnove teorija grafova*.

Mills, Barbara. 2017. „Social Network Analysis in Archaeology“.

Oliveira, Marcia, i Joao Gama. 2012. „Pregled analize društvenih mreža“.

Pan, Long. 2007. „Effective and Efficient Methodologies for Social Network Analysis“.

Peharda, Petra. 2009. „Analiza društvene mreže“.

Podobnik, Vedran. 2010. „Višeagentski sustav za pružanje telekomunikacijskih usluga zasnovan na profilima korisnika“.

Quick, Louise, Paul Wilkinson, i David Hardcastle. 2012. „Using Pregel-like Large Scale Graph Processing Frameworks for Social Network Analysis“.

- Rosen, Devan, George Barnett, i Jang Hyun Kim. 2011. „Social networks and online environments: when science and practice co-evolve“.
- Serrat, Olivier. 2017. „Social Network Analysis“.
- Tang, John, Mirco Musolesi, Cecilia Mascolo, i Vito Latora. 2009. „Temporal distance metrics for social network analysis“.
- Visualizer, Sentinel. bez dat. „Advanced Link Analysis, Data Visualization, Social Network Analysis and Geospatial Mapping“.
- Wasserman, Stanley, i Katherine Faust. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*.
- WU, Dazhong, Dirk Schaefer, i David W.Rosen. 2013. „CLOUD-BASED DESIGN AND MANUFACTURING SYSTEMS: A SOCIAL NETWORK ANALYSIS“.
- Zare-Farashbandi, Firoozeh, Ehsan Geraei, i Saba Siamaki. 2014. „Study of co-authorship network of papers in the Journal of Research in Medical Sciences using social network analysis“.
- Zhang, Mingxin. 2010. *Social Network Analysis: History, Concepts, and Research*.

Popis slika

Slika 1: Društvena mreža Facebook (Izvor: (Grbavac 2014)).....	5
Slika 2: Položaj aktera u mreži prijateljstva (Izvor: (Letina 2017))	7
Slika 3: Usmjereni graf A (Izvor:(Marinović 2018)).....	12
Slika 4: Usmjerni graf jake povezanosti (Izvor:(Anon 2015)).....	13
Slika 5: Neusmjereni graf (Izvor:(Podobnik 2010)).....	15
Slika 6: Usmjereni graf (Izvor: (Materijali bez dat.))	16
Slika 7: Neusmjereni netežinski graf (Izvor: Vlastita izrada).....	17
Slika 8: Centralitet blizine čvorova (Izvor: (Gašević 2014)).....	19
Slika 9: Klike u neusmjerenom grafu (Izvor:(Knoke i Yang 2008))	21
Slika 10: Prikaz neusmjerene netežinske mreže (Izvor: Vlastita izrada u programu Pajek)...	23
Slika 11: Mreža ključnih riječi za 2019. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	40
Slika 12: Mreža ključnih riječi za 2018. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	44
Slika 13: Mreža ključnih riječi za 2017. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	47
Slika 14: Mreža ključnih riječi za 2016. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	50
Slika 15: Mreža ključnih riječi za 2015. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	52
Slika 16: Mreža ključnih riječi za razdoblje 2019. - 2015. (Izvor:Vlastita izrada).....	54
Slika 17: Mreža ključnih riječi za 2019. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	57
Slika 18: Mreža ključnih riječi za 2018. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	60
Slika 19: Mreža ključnih riječi za 2017. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	63
Slika 20: Mreža ključnih riječi za 2016. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	66
Slika 21: Mreža ključnih riječi za 2015. godinu (Izvor:Vlastita izrada)	70
Slika 22: Mreža ključnih riječi za razdoblje 2015. – 2019. (Izvor:Vlastita izrada).....	74

Popis tablica

Tablica 1: Klasične mjere veza u SNA.....	6
Tablica 2: Prikaz vrijednosti centraliteta blizine.....	25
Tablica 3: Blizina centraliteta	26
Tablica 4: Prikaz vrijednosti centraliteta međupovezanosti	26
Tablica 5: Vrijednosti centraliteta međupovezanosti	27
Tablica 6: Vrijednosti centraliteta međupovezanosti	28
Tablica 7: Prikaz radova prema različitim područjima znanosti	36
Tablica 8: Broj radova prema različitim područjima znanosti.....	38
Tablica 9: Osnovni podaci o mreži za 2019. godinu.....	41
Tablica 10: Analiza mreže za 2019. godinu	41
Tablica 11: Analiza mreže za 2018. godinu	45
Tablica 12: Analiza mreže za 2017. godinu	48
Tablica 13: Analiza mreže za 2016. godinu	51
Tablica 14: Analiza mreže za 2015. godinu	53
Tablica 15: Analiza mreže za razdoblje 2019.-2015.	55
Tablica 16: Osnovni podaci o mreži.....	58
Tablica 17: Analiza mreže za 2019. godinu	58
Tablica 18: Analiza mreže za 2018. godinu	61
Tablica 19: Analiza mreže za 2017. godinu	64
Tablica 20: Analiza mreže za 2016. godinu	67
Tablica 21: Analiza mreže za 2015. godinu	71
Tablica 22: Analiza mreže za razdoblje 2015. - 2019.....	75