

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet organizacije i informatike
Varaždin

Mitrović Ivan

**Primjena društvenih mreža za istraživanje znanstvene produkcije
institucije**

Zagreb, 2013.

Ovaj rad izrađen je na Fakultetu organizacije i informatike pod vodstvom prof.dr.sc. Božidara Kličeka, te mag.inf. Dijane Oreški. Rad je predan na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2012./2013.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Dosadašnja istraživanja teme	2
3. Hipoteze i ciljevi	4
4. Metodologija	5
5. Opis istraživanja.....	6
6. Rezultati i interpretacija	7
6.1. Vizualizacija mreže znanstvenika unutar Fakulteta organizacije i informatike	7
6.2. Ego mreža.....	9
6.3. Klikse	10
6.4. Stupanj centraliteta	11
6.5. Blizina centraliteta.....	12
6.6. Klasteriranje	13
6.7. Karakteristike grupa (katedra).....	15
6.8. Grafički prikaz suradnji s obzirom na tip rada	16
6.8.1. Grafički prikaz elementa: autorske knjige.....	16
6.8.2. Grafički prikaz elementa: izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima.....	17
6.8.3. Grafički prikaz elementa: sažeci u zbornicima skupova	18
6.8.4. Grafički prikaz elementa: ostali radovi u drugim časopisima	19
6.8.5. Grafički prikaz elementa: poglavlja u knjizi	20
6.8.6. Grafički prikaz elementa: udžbenici i skripta.....	21
6.8.7. Grafički prikaz elementa: drugi radovi u zbornicima skupa s recenzijom	22
6.8.8. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u drugim časopisima.....	23
6.8.9. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom.....	25
7. Zaključak.....	28
Zahvale	29
Popis literature.....	30
Sažetak	32
Summary	33
Popis tablica	34
Popis slika	35

1. Uvod

Članak 2. Pravilnika o sustavu osiguravanja kvalitete na Sveučilištu u Zagrebu kaže sljedeće: „Cilj osiguravanja kvalitete izgradnja je mehanizama za promicanje kvalitete i postizanje njene najviše razine u obrazovnim, znanstvenim i umjetničkim aktivnostima te stručnim i administrativnim djelatnostima na Sveučilištu.“¹ Kao bitna područja osiguravanje kvalitete, između ostalih, navodi se osiguravanje kvalitete nastavnika i znanstveno-istraživačka djelatnost. Kako bi znanstvena institucija poput Fakulteta organizacije i informatike mogla i dalje osiguravati kvalitetu izvođenja nastave i održati reputaciju svoje izvrsnosti, potrebno je konstantno unapređivanje znanja njezinih znanstvenika. Najbolji način za ostvarivanje tog cilja je putem izrade znanstvenih radova i poticanja međusobne suradnje unutar znanstvenih krugova. Upravo sa željom da se dobije uvid u stanje takvih suradnji na Fakultetu organizacije i informatike, u ovom radu koristiti će se neke temeljne metodologije i koncepti iz područja analize društvenih mreža u tu svrhu.

¹ Sveučilište u Zagrebu; Pravilnik o sustavu osiguravanja kvalitete na Sveučilištu u Zagrebu – dostupno na stranicama http://www.unizg.hr/fileadmin/rektorat/dokumenti/pravilnici/PRAVILNIK_KVALITETA_final.pdf - pristup 30.4.2013.

2. Dosadašnja istraživanja teme

Tema suradnje unutar znanstvenih krugova u Republici Hrvatskoj nije do sada dovoljno istražena, zato kao primjer navodimo slična istraživanja sljedećih znanstvenika sa hrvatskih i inozemnih sveučilišta.

Adam Ploszaj i Katarzyna Wojnar, sa Sveučilišta u Varšavi, bave se analizom mreže suradnje istraživačkih institucija na primjeru ESPON programa (European Observation Network for Territorial Development and Cohesion), unutar kojeg sudjeluje 27 zemalja Europske Unije, te Norveška i Švicarska. U radu provode analizu, s obzirom na sudjelovanje u ESPON programu (odnosno u projektima), kroz 3 razine: na razini istraživačke institucije, na razini gradova i na razini zemalja. Ključna pitanja koja se postavljaju jesu: U kojoj mjeri sudjeluju pojedine institucije, gradovi i zemlje? Kakvog je oblika suradnja (u vidu centralizacije)? Kakvog utjecaja na program imaju institucije koje sudjeluju u njemu?²

Rezultat je pokazao prisutnost klasičnog mrežnog aspekta unutar programa. Sama suradnja unutar mreže svih učesnika je bliska, a mreža kao takva je gusta. Javljaju se pojedini učesnici koji uvelike dominiraju u mreži i koji su aktivni u velikom broju projekata. U prostornom pogledu neke istraživačke institucije su u potpunosti odsutne. Dokazano je da zemlje koje imaju najveći udio suradnje, kasnije imaju i najveću ulogu u određivanju prostorne politike Europske Unije.

Istraživanjem suradnje u znanstvenim krugovima također se bavi Ryan Zelnio sa Sveučilišta George Mason, Virginia, SAD u radu „Exploring International Scientific Cooperation Using Social Network Analysis: A Case Study in Nanotechnology“.³ U radu se opisuje na koji način se povećava interes za proučavanjem nanotehnologije. Prikazuju se efekti suradnje znanstvenika kod izrade publikacija, sa temom nanotehnologije. Također je napravljena analiza znanstvenih mreža koje pridonose razvoju područja.

U Hrvatskoj je bilo nekoliko sličnih istraživanja od kojeg za početak navodimo istraživanja prof.dr.sc. Blaženke Divjak, mag.inf. Petre Peharde i doc.dr.sc. Nine Begičević Redep sa temom „ Social Network Analysis of Successful Partnerships in Innovative International

² A.Ploszaj i Katarzyna Wojnar; Network analysis of co-operation between research institutions - example of ESPON Programme; Sveučilište u Varšavi (EUROREG); 2009

³ Ryan Zelnio; Exploring International Scientific Cooperation Using Social Network Analysis: A Case Study in Nanotechnology; School of Public Policy; George Mason University; Virginia, SAD; 2009.

Projects“.⁴ Rad se bavi analizom performanse europskih zemalja unutar EUREKA programa, odnosno posebno uspješnim projektima. Analiza se provela na 188 primjera uspješnih projekata u razdoblju od 2002.-2009. godine. Rezultat analize je pokazao da su najuspješnije razvijene zemlje, a uspješni projekti su oni bilateralne prirode.

Također se navode i radovi prof.dr.sc. Blaženke Divjak i mag.inf. Petre Peharde „Social Network Analysis of Study Environment“⁵ i „Relation between student academic performance and their position in a social network“.⁶ Radovi se bave sa pitanjem veze između uspjeha studenta i njihovog utjecaja u različitim studentskim društvenim mrežama. Glavni rezultati istraživanja pokazali su da pozicija studenta u mreži ne ovisi isključivo o akademskom uspjehu i poziciji, te da izvanredni studenti najčešće grupiraju zasebne grupe koje su slabije povezana od onih u kojoj se nalaze redovni studenti.

⁴ Divjak B, Peharda P, Begicevic N. Social network analysis of EUREKA project partnership. International Journal of Project Management [submitted: 12/2009]

⁵ Divjak B, Peharda P; Social Network Analysis of Study Environment; JIOS, Vol. 34. No.1(2010)

⁶ Divjak B, Peharda P; Relation between student academic performance and their position in a social network; 2010.

3. Hipoteze i ciljevi

Tehnike analize društvene mreže pružaju idealne su za prikaz trenutnog stanja istraživačke produkcije u vidu suradnje znanstvenika na Fakultetu organizacije i informatike. Ovaj rad definira temeljne karakteristike te suradnje u obliku društvene mreže.

Stoga ovaj rad ima nekoliko ciljeva:

- analizirati povezanost između znanstvenika unutar institucije s obzirom na frekventnost suradnje,
- istražiti u kojoj mjeri surađuju katedre i koji znanstvenici dominiraju unutar mreže
- utvrditi omjer znanstvenika koji surađuje sa znanstvenicima izvan fakulteta i kakve su njihove međusobne veze
- utvrditi koji tipovi radova se najčešće izrađuju s obzirom na klasifikaciju radova definiranih na stranicama Hrvatske znanstvene bibliografije.

Na temelju postavljenih ciljeva, definiraju se slijedeće hipoteze rada:

H1: Suradnja znanstvenika unutar institucije (fakulteta) odvija se na visokom stupnju

H2: Suradnja znanstvenika s vanjskim suradnicima jednako je frekventna kao i suradnja sa znanstvenicima unutar institucije

H3: Povezanost unutar katedri veća je u odnosu na povezanosti te katedre sa svim ostalima

4. Metodologija

U analizi se koriste brojne metode, a u ovom djelu ćemo dati kratak pregled nekih od njih uz kratka teoretska objašnjenja. Nećemo se baviti temeljnim pojmovima kao što su čvor, veza i sl.

Ego mreža (egocentrična)⁷

Koncept kod kojeg se promatra svaki pojedinačni čvor i njegova uloga u mreži. Svaki čvor predstavlja jedan „ego“. Važnost ega promatra se s obzirom na broj veza, sa ostalim članovima unutar mreže. Prikazuje se grafički na način da ego sa više veza prikazemo većim krugom, a one sa manje veza, manjim.

Klike⁸

Smatra se jednim od osnovnih koncepata kod analize društvenih mreža. Funkcionira na način da se na temelju interakcija unutar mreže, identificiraju manje grupe (najčešće u obliku dijade, trijade ili podgrupe). Same veze između njih mogu definirati ponašanje ukupne mreže.

Stupanj centraliteta⁹

Služi za mjerenje opsega u kojem je jedan čvor vezan za drugi. Odnosno pokazuje koji čvor ima veću moć unutar mreže. Veći broj veza ukazuje na činjenicu da čvor ima veću moć ili važnost. Sam učesnik (n) može biti povezan sa najviše $n-1$ drugih učesnika. Promatraju se isključivo direktne veze među čvorovima.

Blizina centraliteta¹⁰

Funkcija geodetske udaljenosti koja prikazuje udaljenost jednog čvora naspram drugima. Pod pojmom geodetske udaljenosti gleda se dužina najkraćeg puta koji može povezati jedan par učesnika mreže. Pruža mogućnost promatranja i nedirektnih veza između čvorova. Prikazuje se na koji način može čvor sudjelovati sa svim drugim čvorovima veze (moguće je pristupiti ostalim čvorovima preko posrednika).

⁷ Hanneman, Robert A. and Mark Riddle (2005.); Introduction to social network methods. Riverside, CA: University of California, Riverside – dostupno na stranicama <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>, pristupano 30.4.2013

⁸ Abraham A. et. al; Computational Social Network Analysis; London; 2010; str. 85

⁹ Krebs V.; Social network analysis, a brief introduction; 2011.; <http://www.orgnet.com/sna.html>, pristupano 30.4.2013.

¹⁰ Peharda P; Diplomski rad (2009.); Analiza društvene mreže; str. 18.

5. Opis istraživanja

Podaci korišteni u ovom istraživanju prikupljeni su sa stranica Hrvatske znanstvene bibliografije.¹¹ Koristili su se podaci prikupljeni u proteklih 5 godina (2008. – 2013.), za znanstvenike koji su trenutno zaposleni na Fakultetu organizacije i informatike¹² (u 2013. godini). Promatrani su bili objavljeni radovi koji su nastali kao rezultat suradnji ili sa drugim znanstvenicima na fakultetu ili sa znanstvenicima van institucije. Rezultat prikupljenih podataka je 81 znanstvenik i ukupno objavljenih 398 radova, koji su temelj ovog opsežnog istraživanja. Imena znanstvenika i radova su kodirana, jedini vidljivi podatak je ime katedre. U ovom radu nije promatrana ni dob ni spol znanstvenika. Za interpretaciju rezultata korišten je program NetMiner 4.

¹¹ Popis znanstvenih radova sa stranica Hrvatske znanstvene bibliografije – dostupno na stranicama <http://bib.irb.hr/>

¹² Popis djelatnika Fakulteta organizacije i informatike sa web stranica fakulteta - <http://www.foi.unizg.hr/djelatnici>

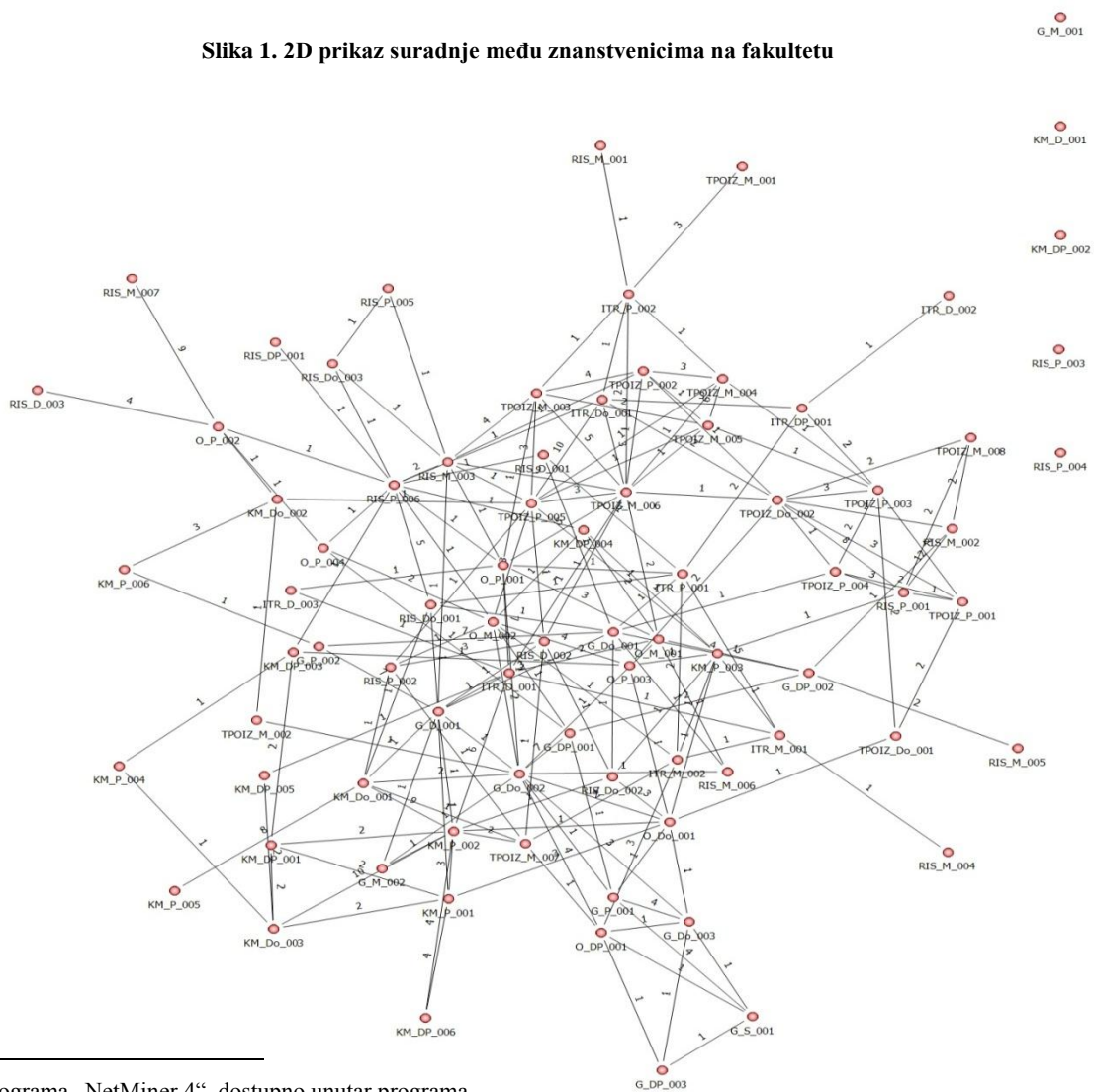
6. Rezultati i interpretacija

U ovom poglavlju donosimo rezultate istraživanja.

6.1. Vizualizacija mreže znanstvenika unutar Fakulteta organizacije i informatike

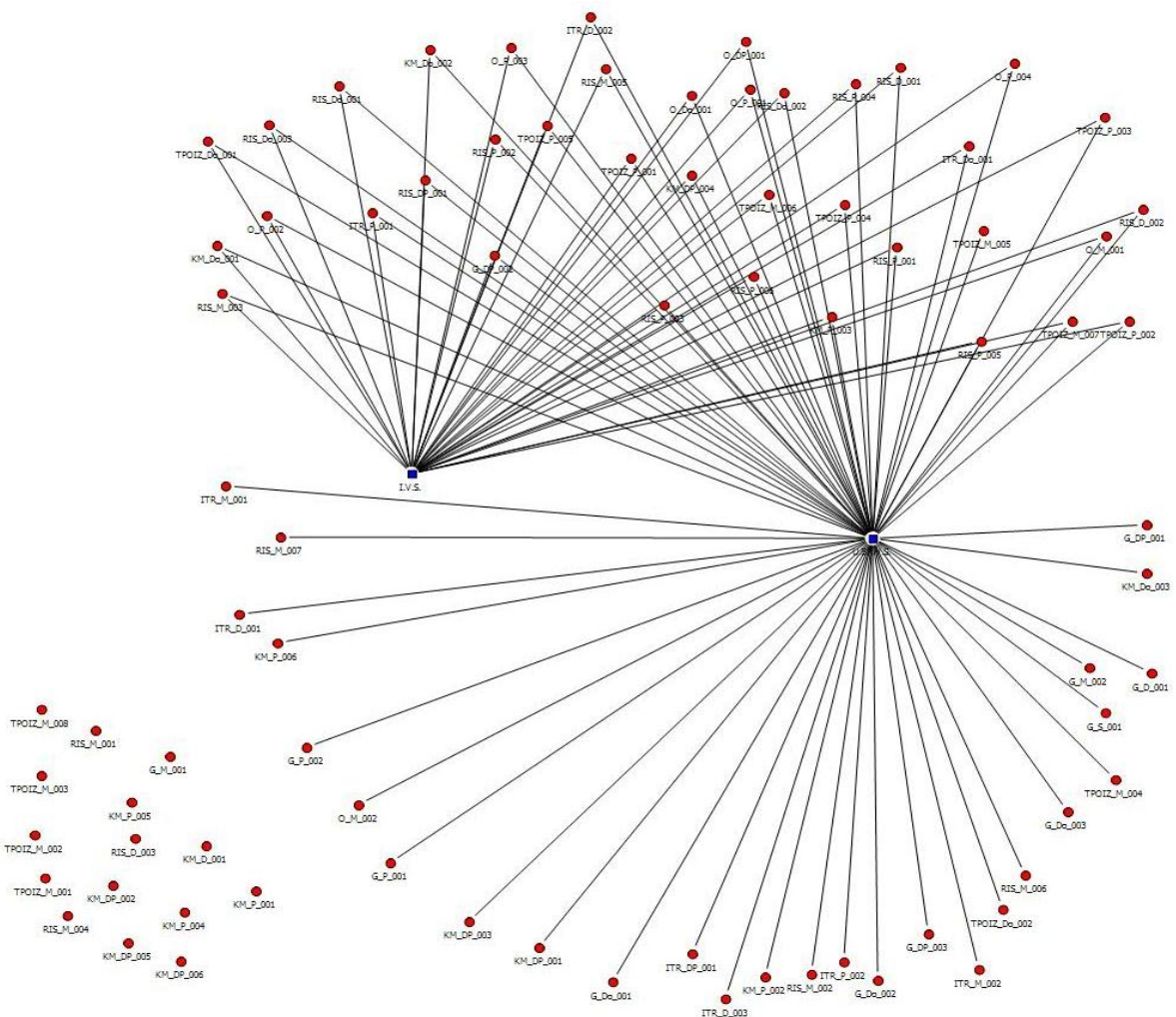
Na slici 1. prikazujemo izgled mreže s pogledom na suradnju među znanstvenicima unutar Fakulteta organizacije i informatike. Za prikaz je korištena 2D izgled grafa, sa Kamada & Kawai algoritmom. Taj algoritam koristi se kod crtanje mreža kod kojih veze nisu direkcionalne (smjer nije bitan), a uzima u obzir težinu veze.¹³ Možemo vidjeti da postoje čvorovi koji nemaju niti jednu interakciju sa ostalim članovima mreže. Čvorovi sa više veza (ne i nužno veće težine veze) smješteni su međusobno bliže, dok su oni sa manje veza na rubnim dijelovima grafa.

Slika 1. 2D prikaz suradnje među znanstvenicima na fakultetu



¹³ Pomoć programa „NetMiner 4“, dostupno unutar programa

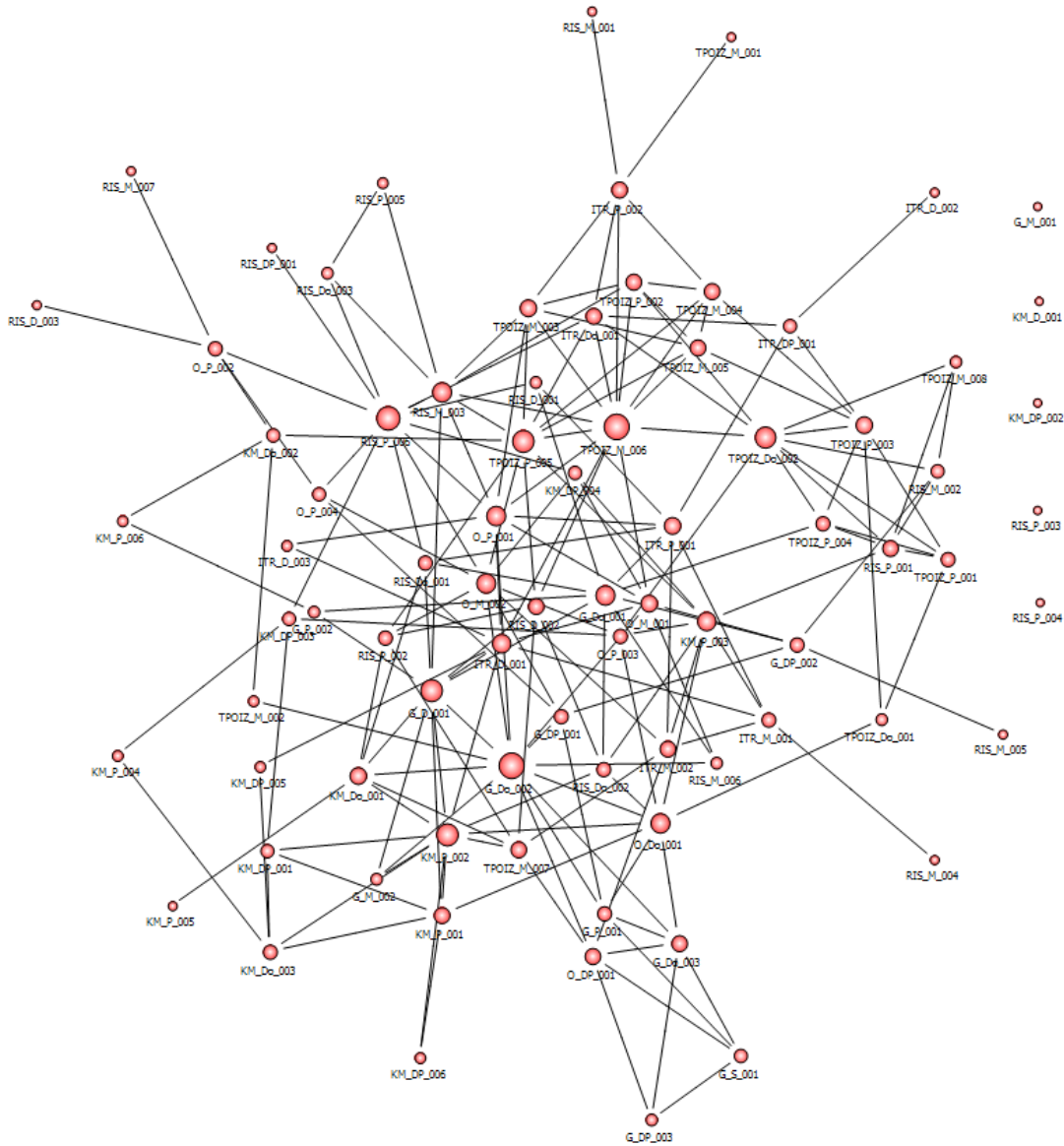
Dalje, na slici 2. prikazujemo suradnju znanstvenika na Fakultetu organizacije i informatike sa znanstvenicima drugih institucija. Desni čvor, koji ima više veza, predstavlja neki oblik vanjske suradnje. Taj čvor također znači da je nekoliko znanstvenika sa fakulteta surađivalo zajedno u kombinaciji sa barem još jednim znanstvenikom na nekoj drugoj instituciji. Odnosno pojednostavljeno: Znanstvenici A i B sa Fakulteta organizacije informatike sudjeluju sa znanstvenikom C sa institucije D. Lijevi čvor, sa manje veza, znači da je znanstvenik sa FOI-a, u nekoj znanstvenoj produkciji, sudjelovao isključivo sa vanjskim suradnicima. Također valja napomenuti da ima i znanstvenika koji nisu surađivali sa vanjskim suradnicima, njih oko 20% (15/81).



Slika 2. 2D prikaz sudjelovanja sa vanjskim suradnicima

6.2. Ego mreža

Ego mrežu također prikazujemo sa 2D dijagramom. Čvorovi veće važnosti, tj. oni sa više veza, prikazani su većim kružnicama i smješteni su oko sredine. Čvorovi sa manje veza su na rubnim dijelovima, dok se sa desne strane nalaze čvorovi bez veza, odnosno znanstvenici koji nisu surađivali sa ostalim članovima unutar fakulteta.



Slika 3. 2D prikaz ego mreže

Pokažimo i tablicu analize ego mreže. Iz tablice možemo vidjeti da je najveći broj veza koji se javlja kod čvorova 13, dok prosječni broj veza za cijelu mrežu predstavlja 4.85, odnosno prosjek od 5 veza po čvoru.

DISTRIBUTION OF EGONET MEASURES

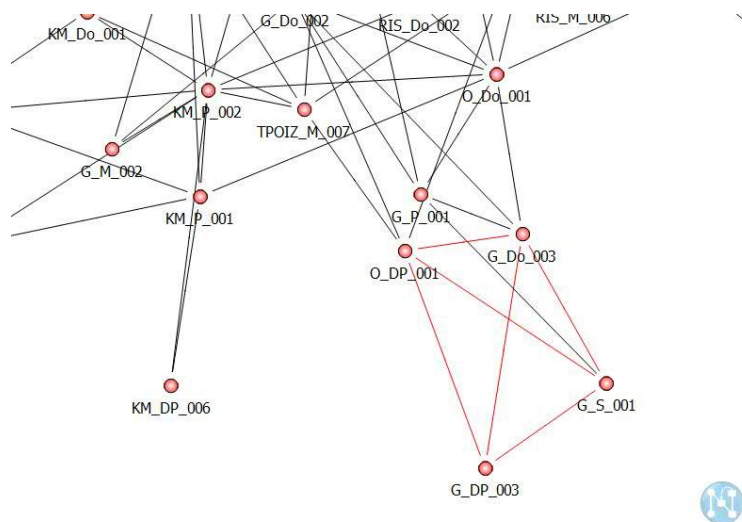
MEASURES	SIZE
	MEAN
STD.DEV.	3,182
MIN.	0
MAX.	13

Tablica 1. Analiza ego mreže

6.3. Klike

Nad uzorkom je provedena analiza klika. Iz interakcije su izdvojene sve potencijalne grupe znanstvenika koje imaju više od 3 člana. Sami grafički prikaz identičan je onome na slici 1. te ga u nastavku nećemo ponovno pokazivati.

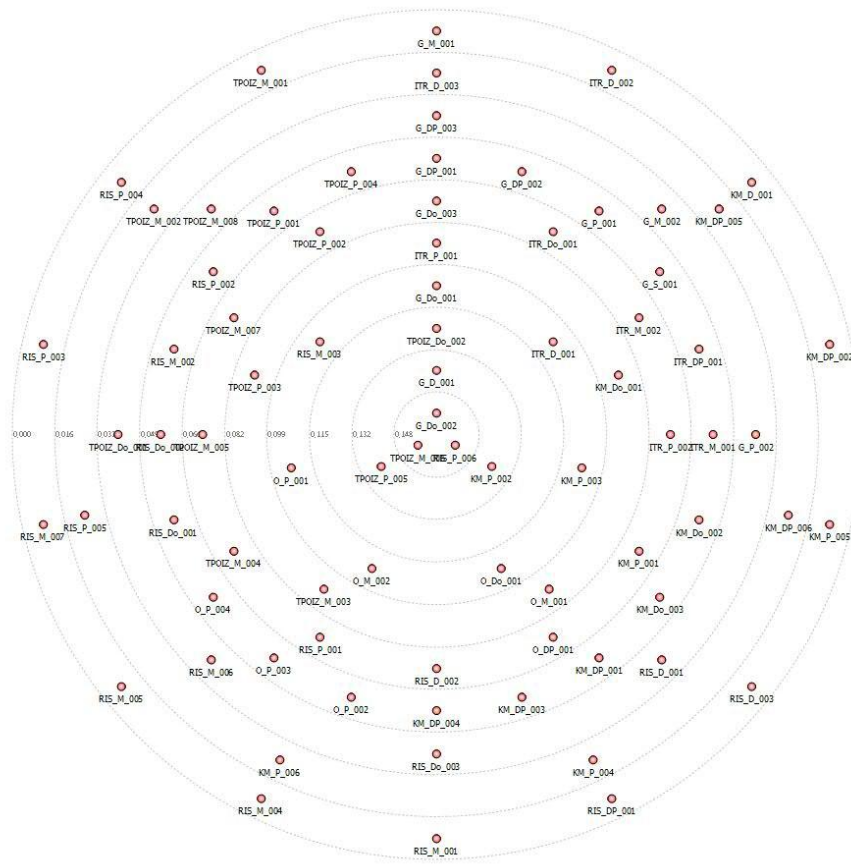
Na temelju analize izolirano je 61 klika koje imaju ukupno 3 ili 4 člana. Također je uz svaku kliku prikazan i indeks kohezije, koji ukazuje na čvrstoću veze unutar klike. Najčvršća veza je ona gdje se interakcije između znanstvenika odvija u strogo zatvorenom i povezanom krugu. Raspon indeksa se u ovom slučaju proteže od najnižih 9,24 do najviših 43,429. Istaknuti ćemo iz grafa kliku sa najvećim indeksom.



Slika 4. Klika sa najvećim indeksom kohezije

6.4. Stupanj centraliteta

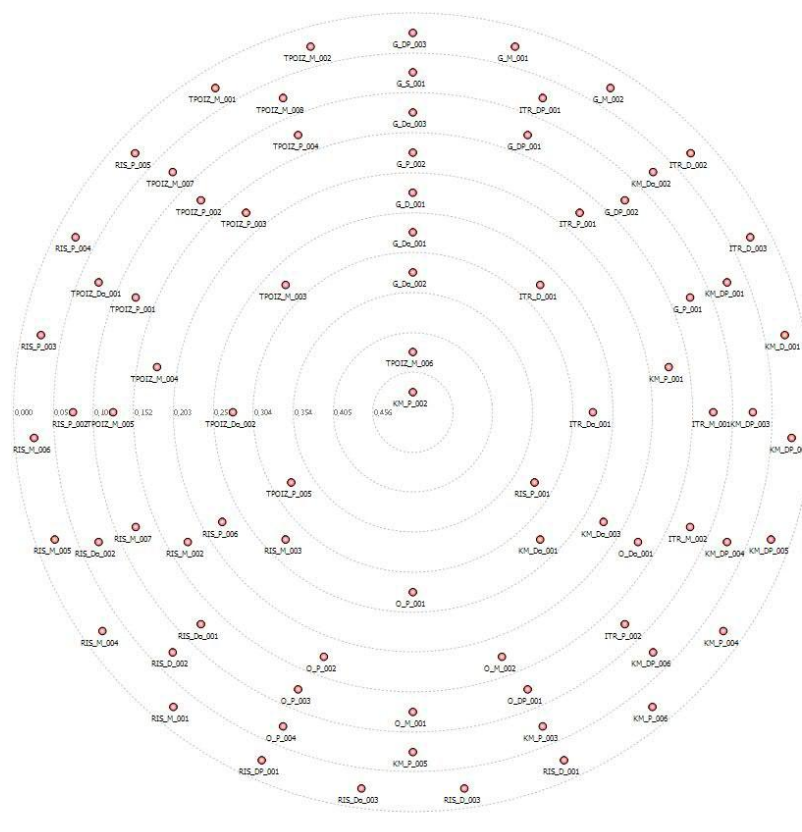
Stupanj centraliteta prikazati ćemo (na slici 5) s obzirom na ukupni broj veza i to koncentrično, gdje će znanstvenici sa većim brojem suradnje sa različitim znanstvenicima (bitna je raznovrsnost suradnje, ne frekventnost), biti što bliže središtu, a oni sa sve manjim brojem će se sve više odmicati od središta.



Slika 5. Stupanj centraliteta s obzirom na broj suradnje (raznolikost)

Dakle, možemo vidjeti da se u centru nalazi 3 čvora (znanstvenika) sa najbrojnijom (i raznolikom) suradnjom. Na krajnjim rubnim dijelovima nalaze se oni sa ni jednom ili samo jednom.

Na slici 6. dajemo prikaz stupnja centraliteta, ali s obzirom na frekventnost suradnje. Dakle, ovdje nije bitno da su suradnici raznovrsni nego da je broj suradnji veći (veća suma veza).

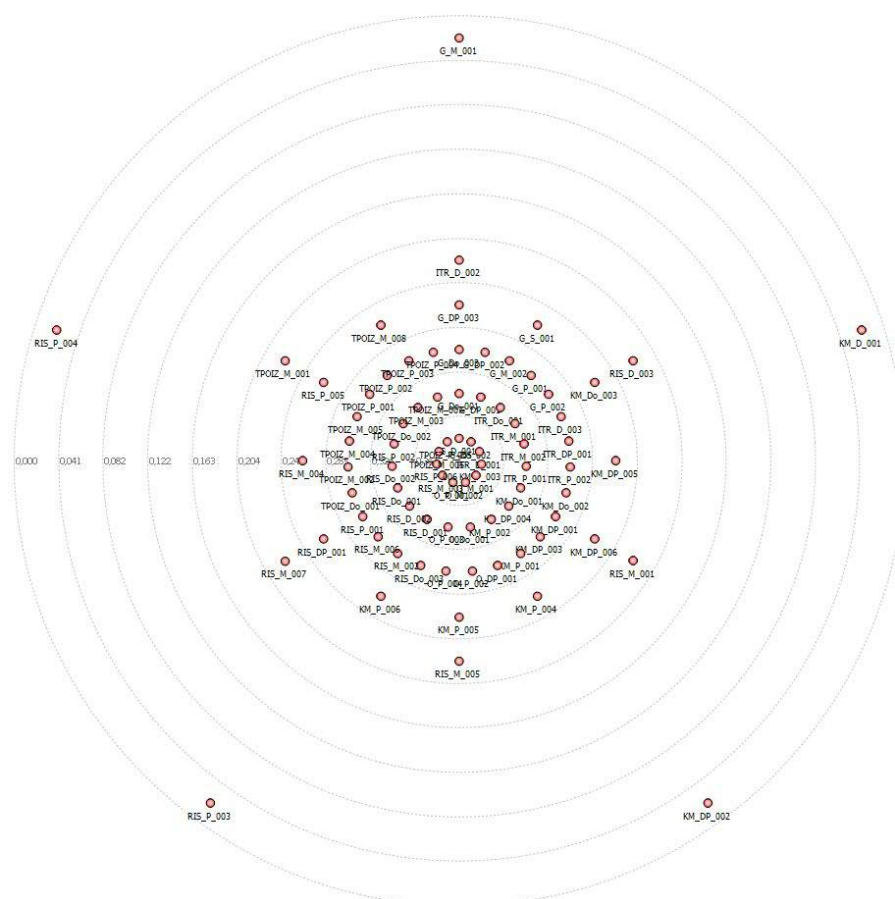


Slika 6. Stupanj centraliteta s obzirom na težinu veze (frekventnost)

Vidimo da je raspored čvorova drugačiji. Čvorovi koji su prije bili u središtu sada su udaljeniji. U sredini imamo samo jedan čvor. Na rubovima se nalaze čvorovi koji nisu nužno sudjelovali sa manjim brojem drugih čvorova, već manjom učestalošću.

6.5. Blizina centraliteta

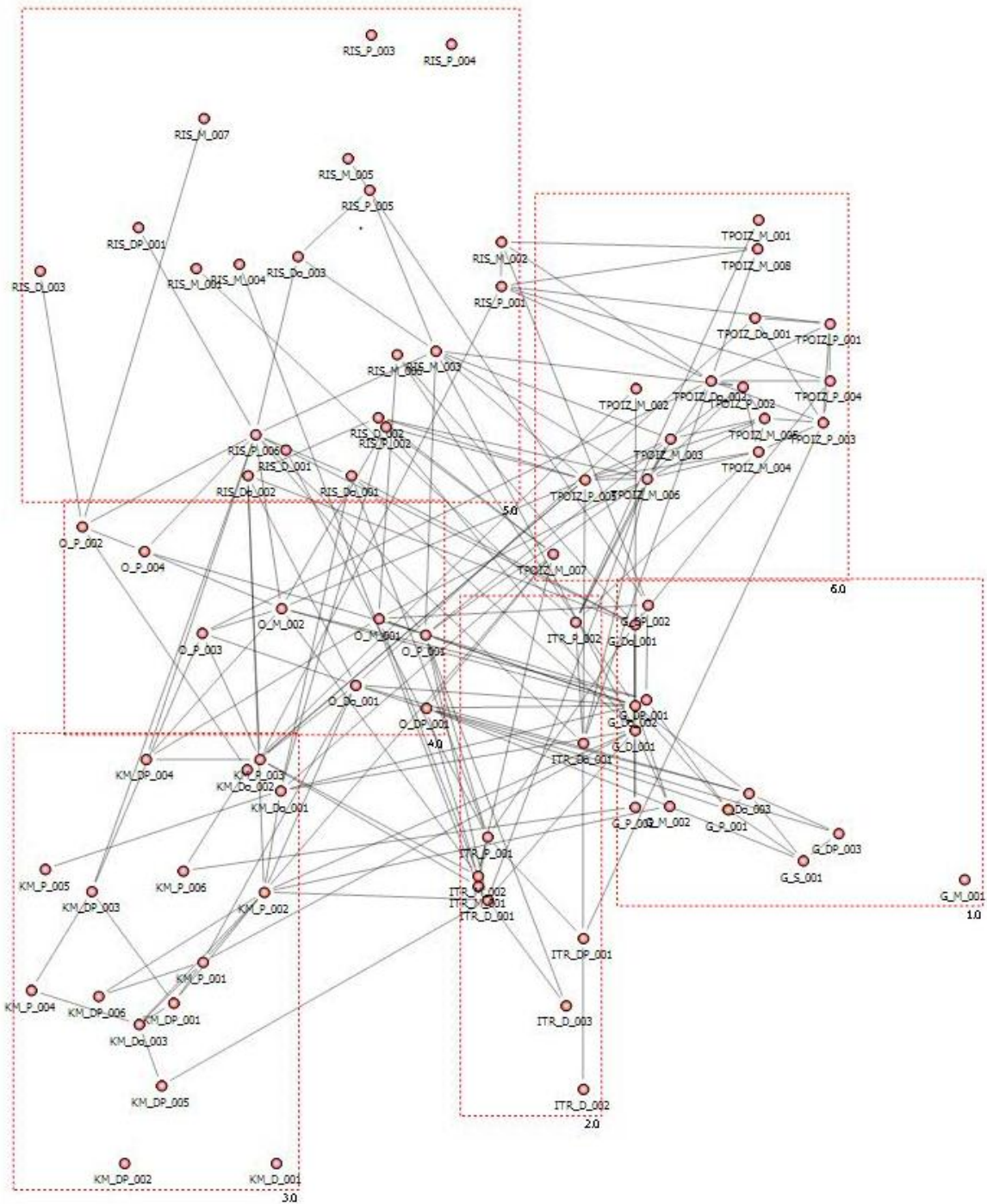
Blazinom centraliteta je pomoću tzv. geodetske udaljenosti vidljivo koji čvorovi mogu doseći druge čvorove i u kojoj mjeri. Gledaju se i neizravne veze, odnosno veze se mogu odvijati i preko posrednika. Na slici 7. vidimo da je povezanost i dostupnost čvorova dobra, osim 5 čvorova koji predstavljaju znanstvenike koji nisu ni u kojoj mjeri povezani sa ostalima.



Slika 7. Stupnjevi centraliteta

6.6. Klasteriranje

Klasteriranim prikazom prikazati ćemo suradnju, ali s obzirom na katedre. Pri tome treba napomenuti da su bliže postavljene čvorovi koji imaju raznolik i brojnu suradnju, od onih koji to imaju u nekoj manjoj mjeri. Dakako ovdje se prikazuju i 5 znanstvenika koji nemaju suradnju unutar fakulteta. Radi preglednosti graf ćemo prikazati na zasebnoj stranici na slici 8. Linije su prikazane sa nižom transparentnosti kako bi čvorovi i granice kadrova bile vidljivije.



Slika 8. Klaster prikaz

Katedre su označene brojevima: 1 – Katedra za gospodarstvo, 2 – Katedra za informatičke tehnologije i računarstvo, 3 – Katedra za kvantitativne metode, 4 – Katedra za organizaciju, 5 – Katedra za razvoj informacijskih sustava, 6 – Katedra za teorijske i primijenjene osnove informacijskih znanosti.

6.7. Karakteristike grupa (katedra)

Ovdje ćemo u tablici 2. prikazati rezultat analiza grupa odnosno katedri.

GROUP PROPERTIES

	External-Internal Index	Cohesion Index	Density
1.0	0,32	3,185	0,258
2.0	0,5	2,958	0,25
3.0	0,304	2,276	0,133
4.0	0,796	1,169	0,179
5.0	0,621	0,739	0,058
6.0	0,2	3,095	0,248

Tablica 2. Rezultat analize grupa (katedri)

Katedre su označene brojevima: 1 – Katedra za gospodarstvo, 2 – Katedra za informatičke tehnologije i računarstvo, 3 – Katedra za kvantitativne metode, 4 – Katedra za organizaciju, 5 – Katedra za razvoj informacijskih sustava, 6 – Katedra za teorijske i primijenjene osnove informacijskih znanosti.

Externo-interni indeks uzima u obzir broj veza između članova grupa i članova van nje. Od ukupnog broja vanjskih veza, oduzima se broj veza prema unutarnjim članovima i rezultat se podjeli ukupnim brojem veza. Interval rezultata kreće se od vrijednosti -1 (sve veze su unutar grupe) do 1 (sve veze su van grupe).¹⁴ Tako vidimo da katedra za gospodarstvo ima (u odnosu na broj članova) najveći broj veza prema vanjskim članovima.

Indeks kohezije prikazuje povezanost unutar grupe, koja je jedino malo niža na katedri za razvoj informacijskih sustava. Gustoća (density) prikazuje proporciju mogućih linija koje su prisutne unutar grupe, odnosno omjer prisutnih linija u omjeru na maksimalni mogući broj.¹⁵ Pokazuje frekvenciju unutarnje povezanosti u odnosu na vanjsku povezanost. Među katedrama se ističu katedre za gospodarstvo i teorijske i primjenjene osnove informacijskih znanosti.

¹⁴ Scott J., Carrington P.; *The SAGE Handbook of Social Network Analysis*; 2011; str. 348

¹⁵ Wasserman S. i Faust K. (1994.); *Social Network Analysis: methods and applications*; Cambridge University Press; Str. 143

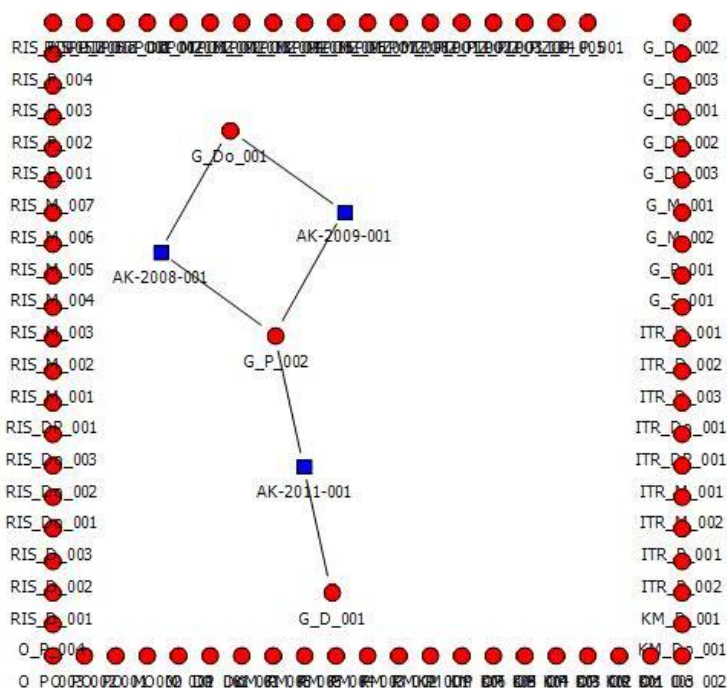
6.8. Grafički prikaz suradnji s obzirom na tip rada

U nastavku ćemo prikazati suradnje s obzirom na vrste radova prema klasifikaciji na stranicama Hrvatske znanstvene bibliografije. Gledaju se radovi za razdoblje 2008.-2013.

Zbog ograničenosti licence programa kod pojedinih elemenata je analiza napravljena u više dijelova.

6.8.1. Grafički prikaz elementa: autorske knjige

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

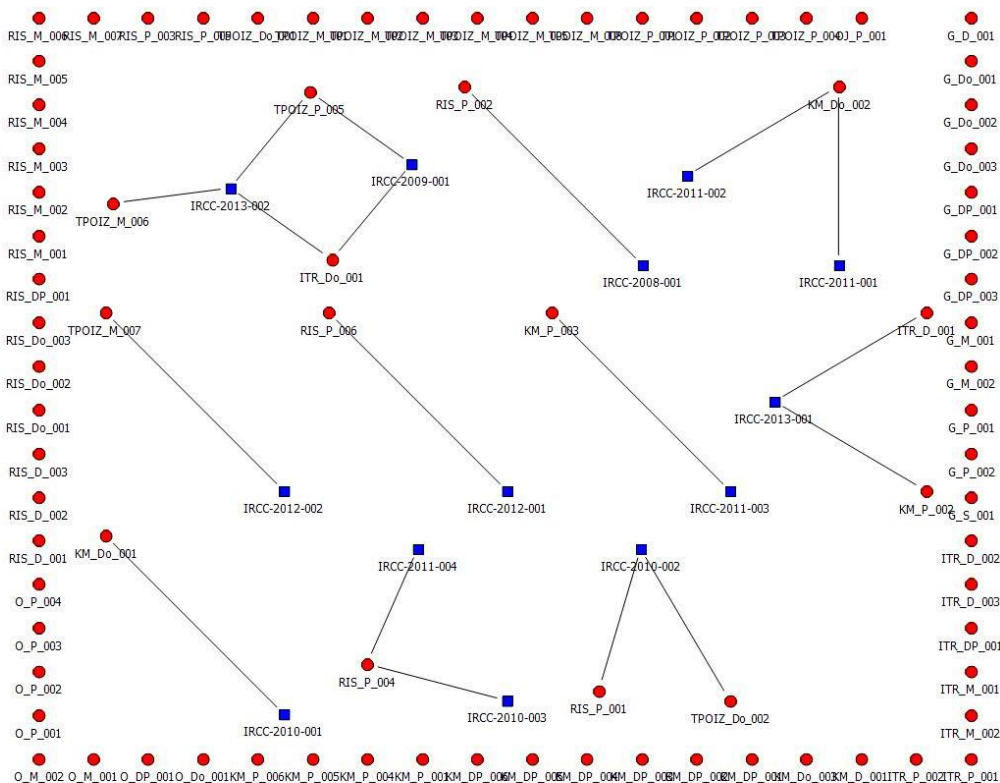


Slika 9. Grafički prikaz elementa: autorska knjiga

Graf pokazuje suradnju autora pri izradi autorskih knjiga. Vidimo da u promatranom periodu nije bilo intenzivne suradnje među autorima Fakulteta organizacije i informatike. Postojeću suradnju ne možemo definirati otvorenom ili zatvorenom, zbog manjeg broja veza.

6.8.2. Grafički prikaz elementa: izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

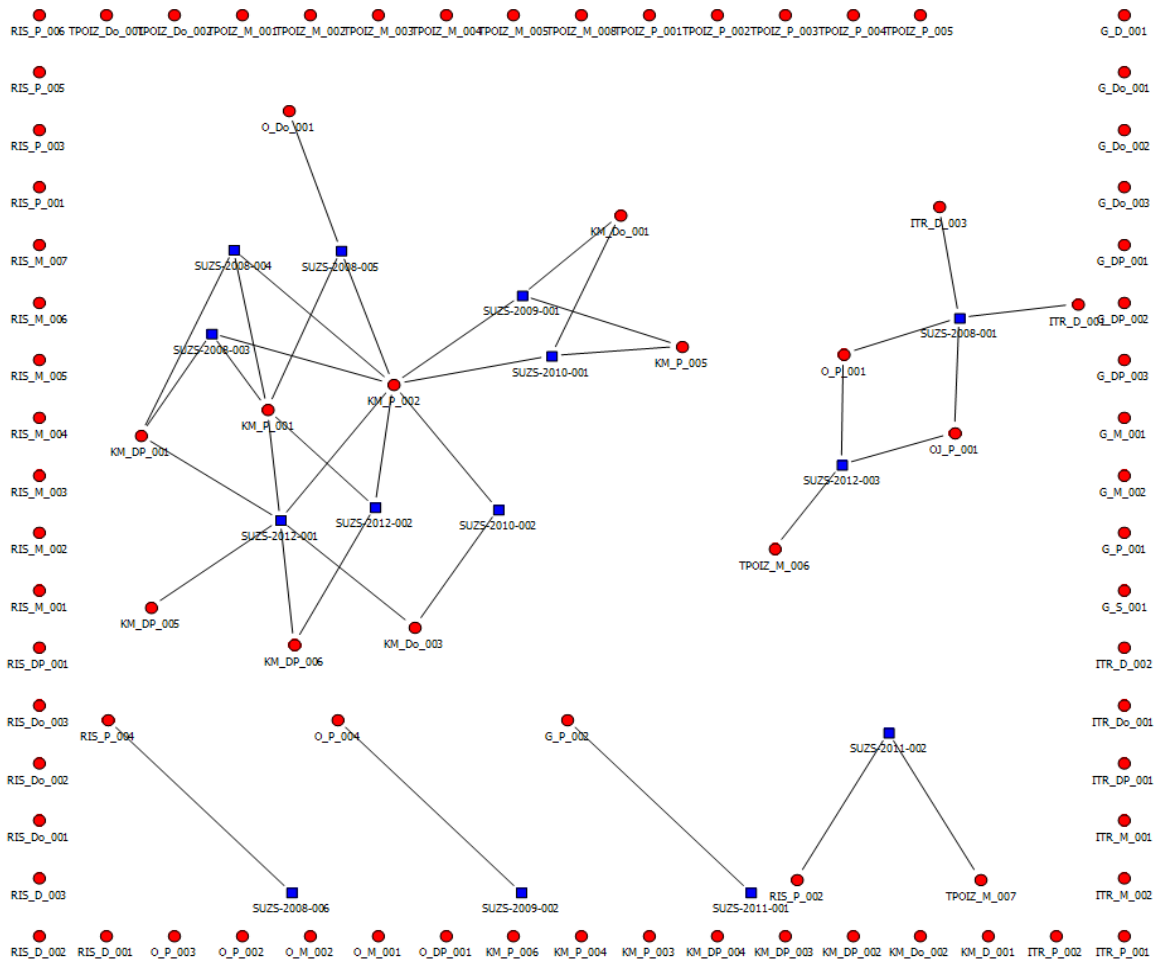


Slika 10. Grafički prikaz elementa: izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima

U segmentu izvorni i pregledni znanstveni radovi u CC časopisima, možemo vidjeti da postoji suradnje među znanstvenicima. Također možemo i zaključiti da je suradnja zatvorenog tipa, iz razloga što nema velike međusobne povezanosti. Isto tako možemo vidjeti da postoje autori sa više radova, ali bez prisutnosti drugih autora sa fakulteta. Taj slučaj ukazuje na strogu suradnju tog znanstvenika sa vanjskim suradnikom (vidljivo i na slici 2., sa pregledom svih autora koji imaju radove napravljene u suradnji sa isključivo vanjskim suradnicima).

6.8.3. Grafički prikaz elementa: sažeci u zbornicima skupova

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

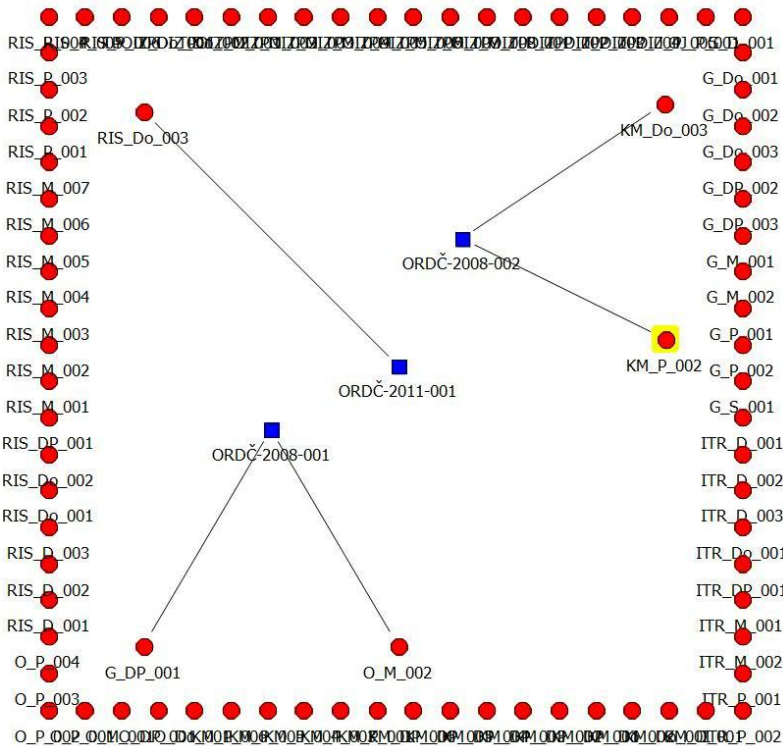


Slika 11. Grafički prikaz elementa: sažeci u zbornicima skupova

U segmentu sažeci sa zbornicima skupova vidimo zantnu interakciju pojedinih znanstvenika. Možemo slobodno reći da je vidljiva djelomično otvorena strukutra. Također vidimo prisutnost znanstvenika koji nemaju direktne veze sa drugim znanstvenicima fakulteta, što upućuje da je rad napravljen isključivo u suradnji sa vanjskim suradnicima.

6.8.4. Grafički prikaz elementa: ostali radovi u drugim časopisima

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

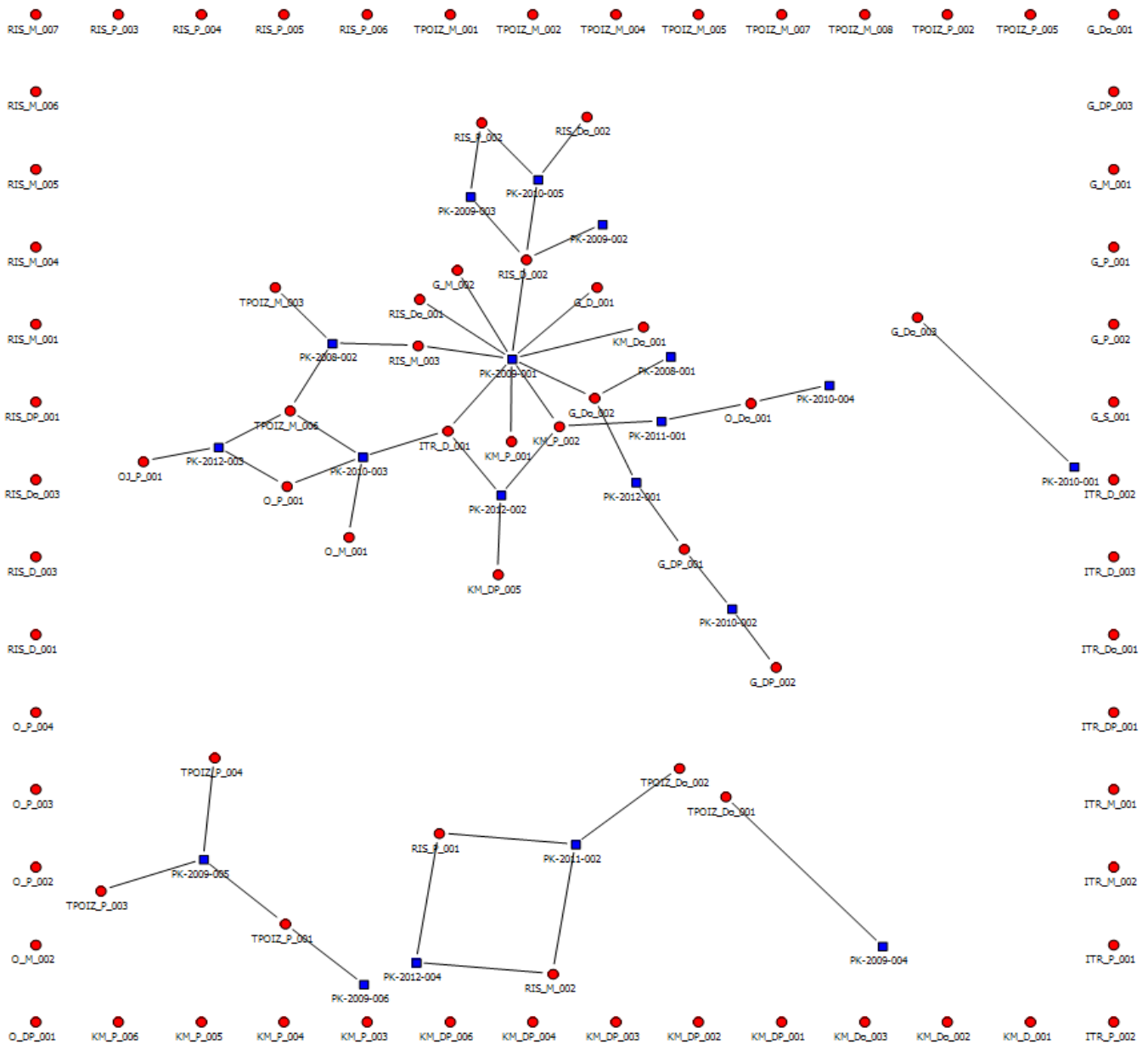


Slika 12. Grafički prikaz elementa: ostali radovi u drugim časopisima

Prikaz ostalih radova u drugim časopisima daje uvid u salbu suradnju znanstvenika na fakultetu. Također su prisutni znanstvenici koji su surađivali isključivo sa vanjskim suradnicima.

6.8.5. Grafički prikaz elementa: poglavlja u knjizi

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.



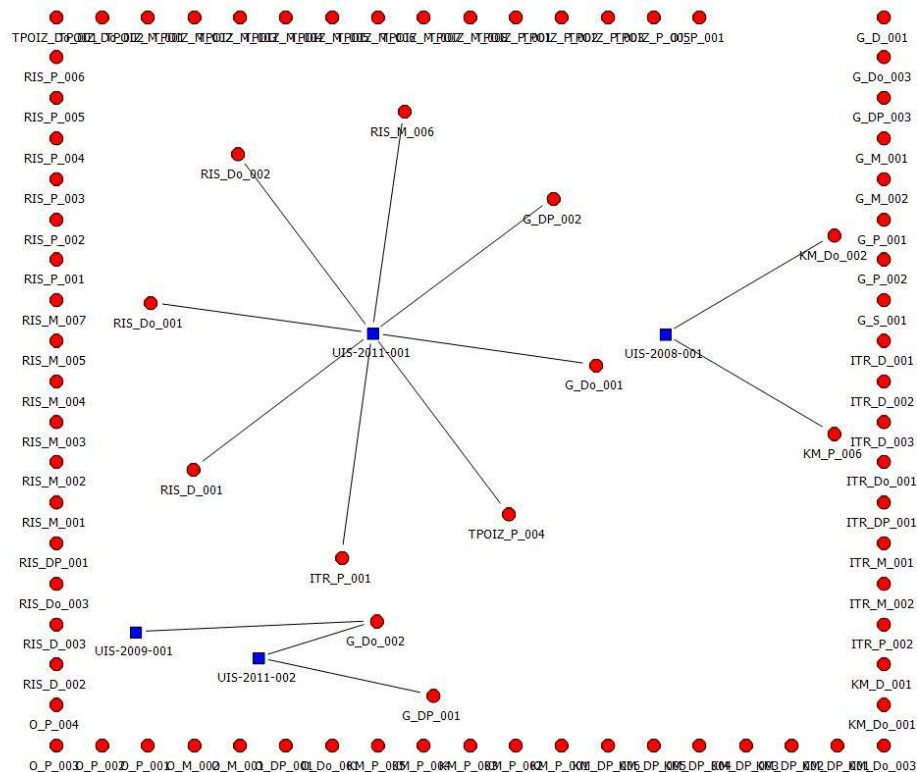
Slika 13. Grafički prikaz elementa: poglavlja u knjizi

U ovom djelu možemo vidjeti veću povezanost znanstvenika. Formiraju se kompleksnije strukture otvorenog karaktera. I dalje su prisutni pojedini znanstvenici sa isključivo vanjskim suradnjama, ali su takvi zastupljeni u manjoj mjeri.

6.8.6. Grafički prikaz elementa: udžbenici i skripta

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

Slika 14. Grafički prikaz elementa: udžbenici i skripta

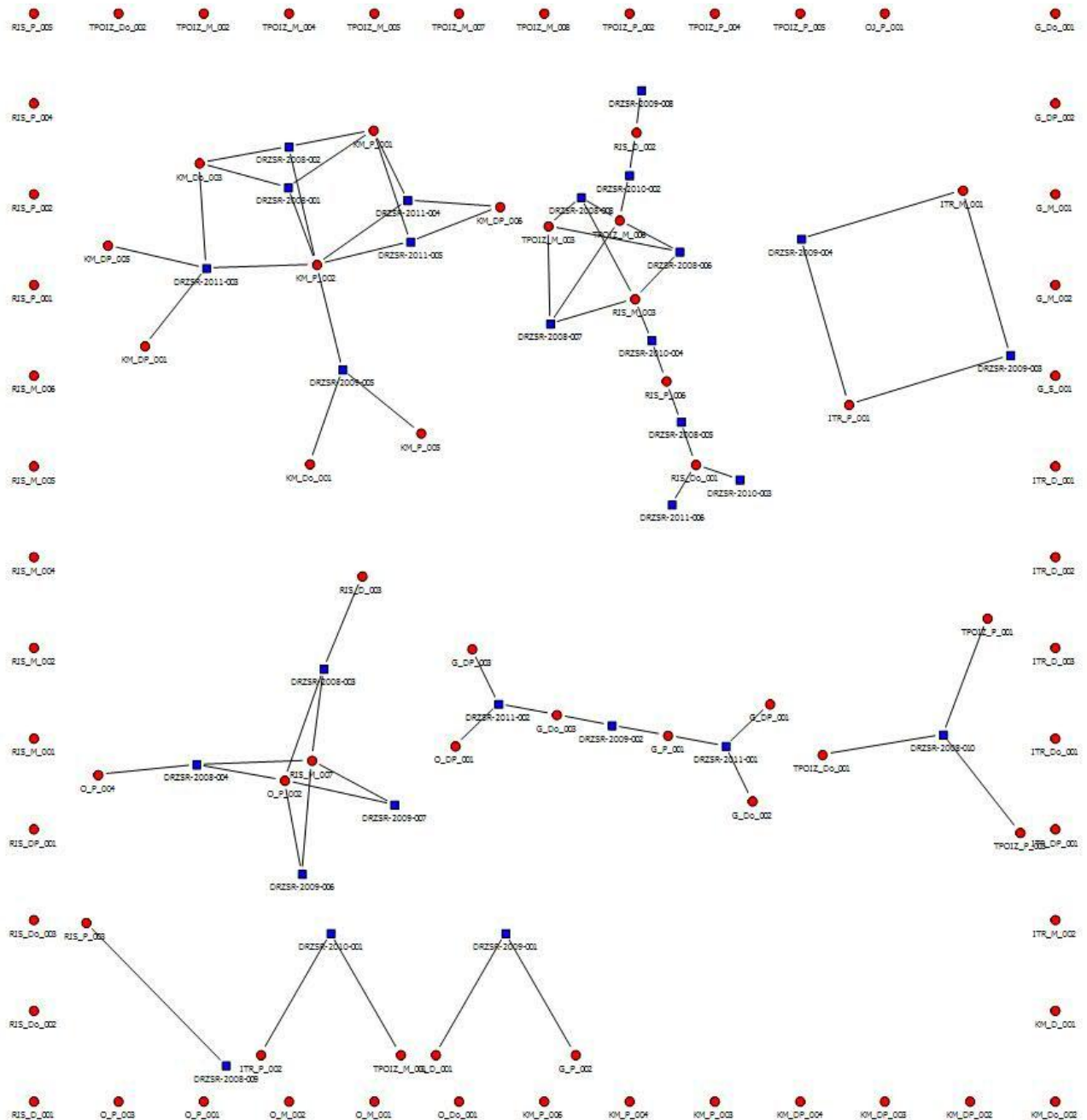


Povezanost u slučaju suradnje na izradi udžbenika i skripta je kod jednog djela relativno dobra, dok veći dio znanstvenika u promatranom razdoblju nije imao zabilježenu suradnju.

6.8.7. Grafički prikaz elementa: drugi radovi u zbornicima skupa s recenzijom

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

Slika 15. Grafički prikaz elementa: drugi radovi u zbornicima skupa s recenzijom

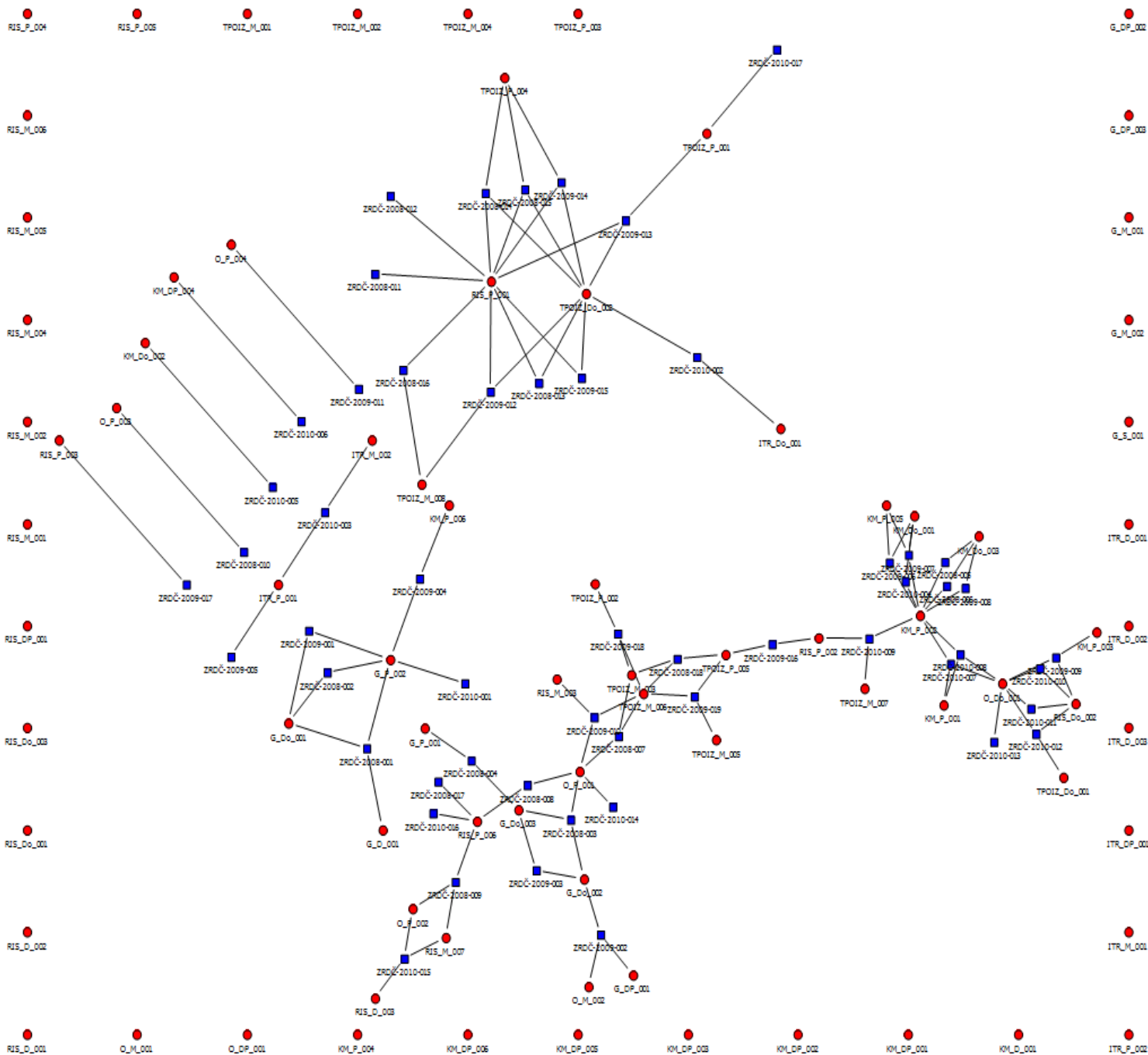


U ovom djelu ističu se jasnije stukture. Suradnji je puno više i dobrim djelom su otvorenog tipa.

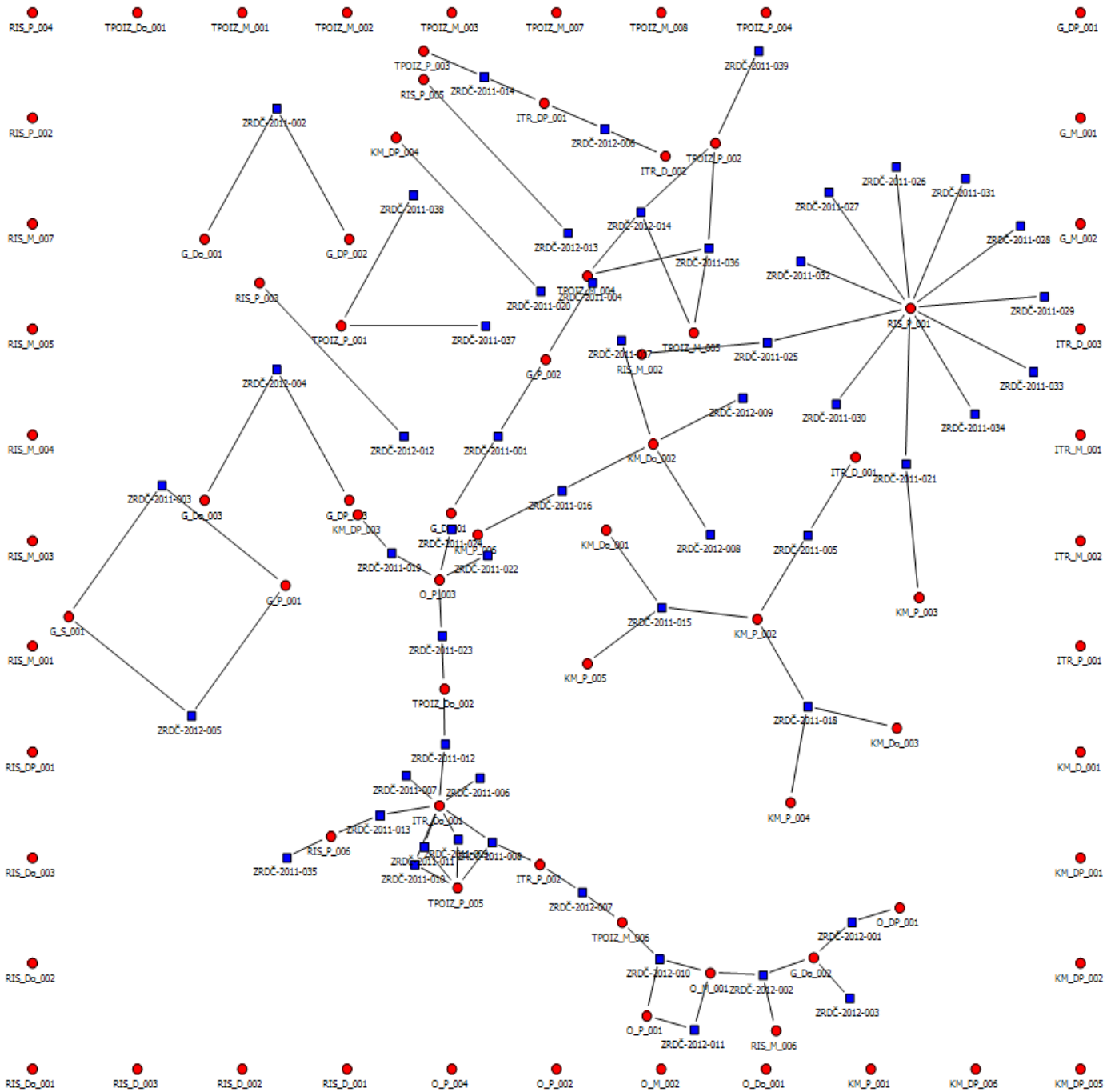
6.8.8. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u drugim časopisima

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

Slika 16. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u drugim časopisima 2008-10.



Slika 17. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u drugim časopisima 2011-13.



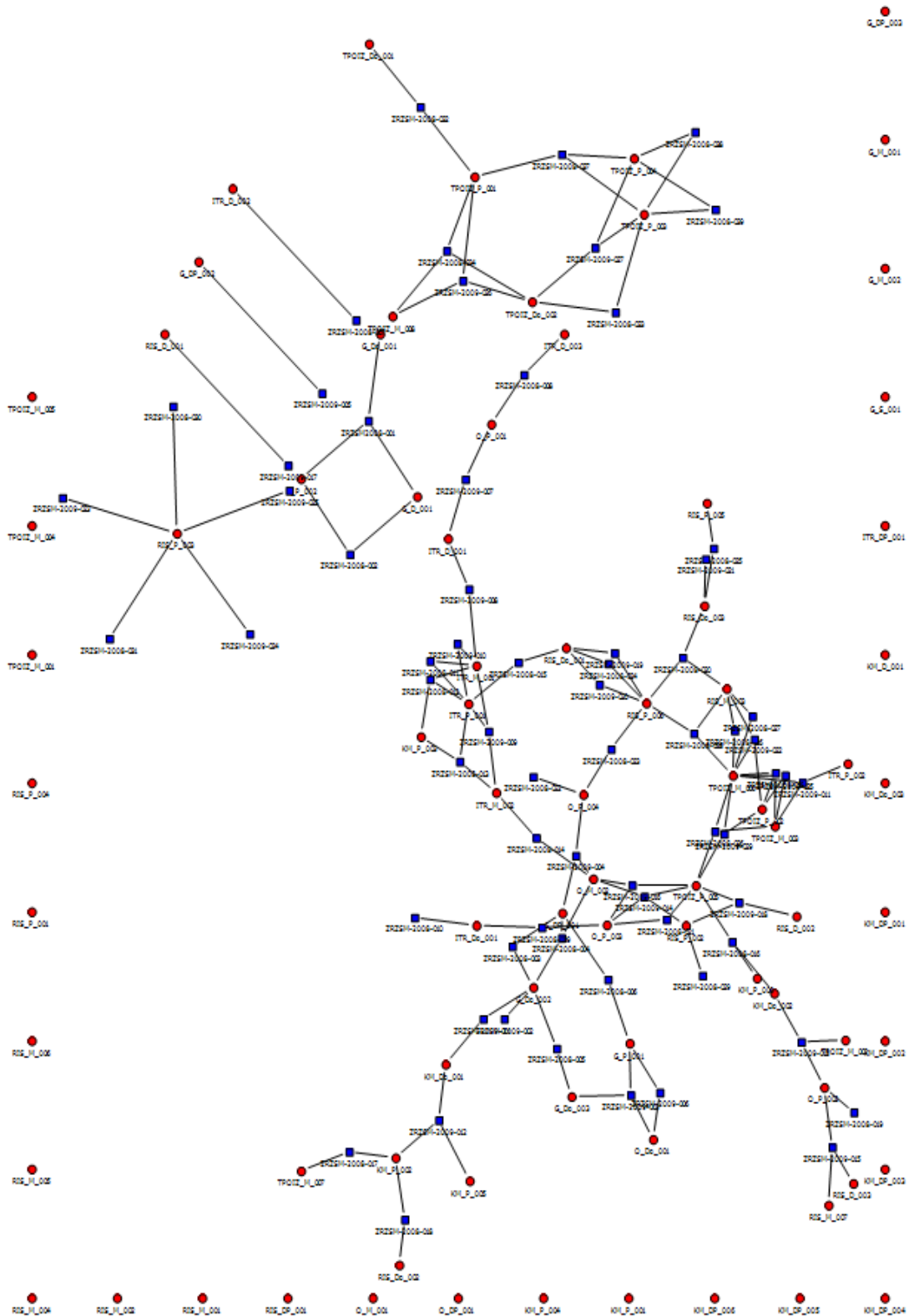
Zbog ograničenosti licence programa prikaze za znanstvene radove u drugim časopisima dajemo u dva djela.

Strukture su znatno kompleksnije od svih do sad. One su otvorenijeg karaktera sa brojnim slučajevima suradnje. Javlaju se slučajevi u kojima poneki znanstvenici i dalje sudjeluju isključivo sa vanjskim suradnicima.

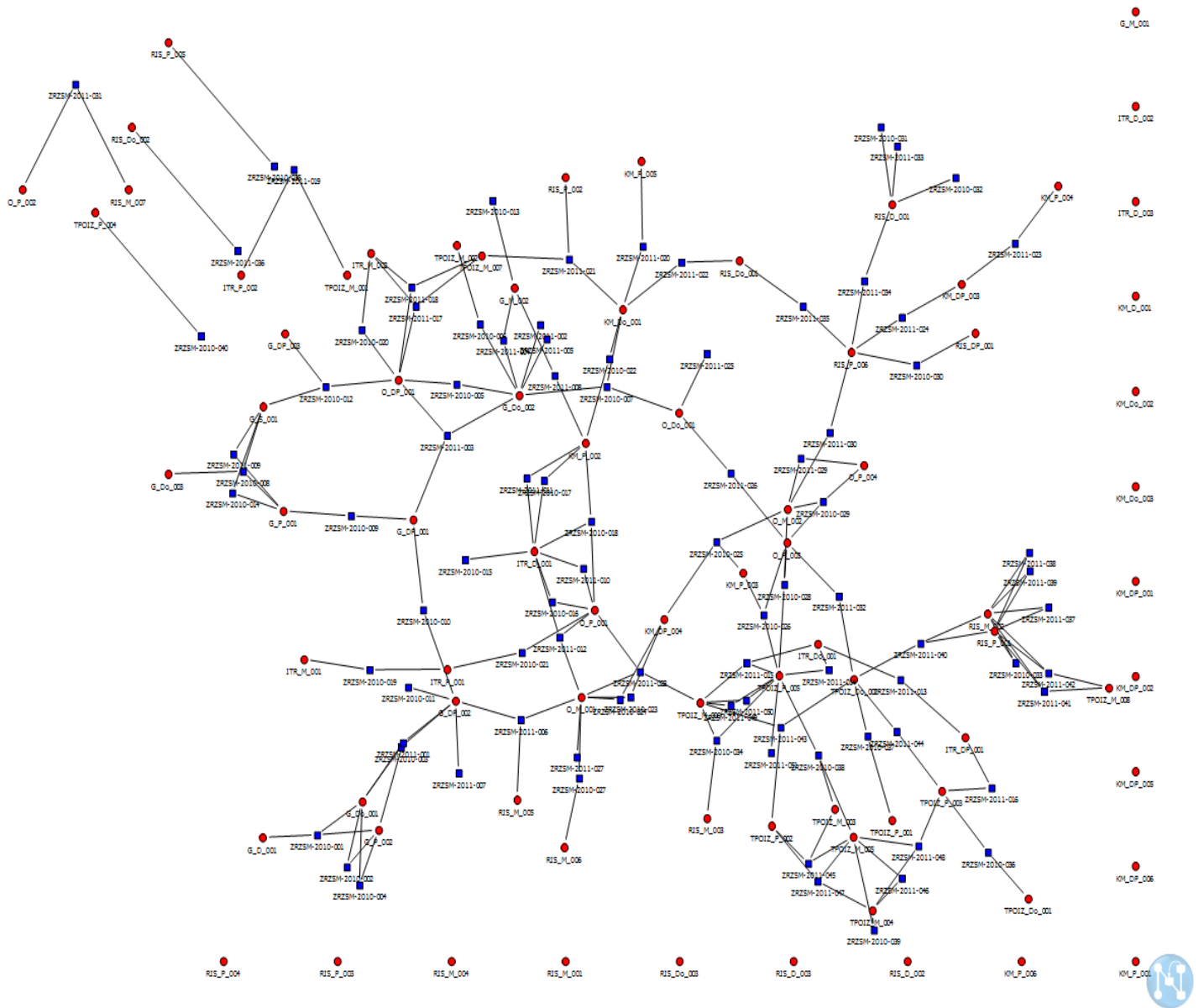
6.8.9. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom

U grafičkom prikazu radovi su označeni plavim kvadratima, a znanstvenici crvenim točkama. Na rubnim dijelovima nalaze se znanstvenici koji u tom periodu nisu surađivali sa ostalim članovima.

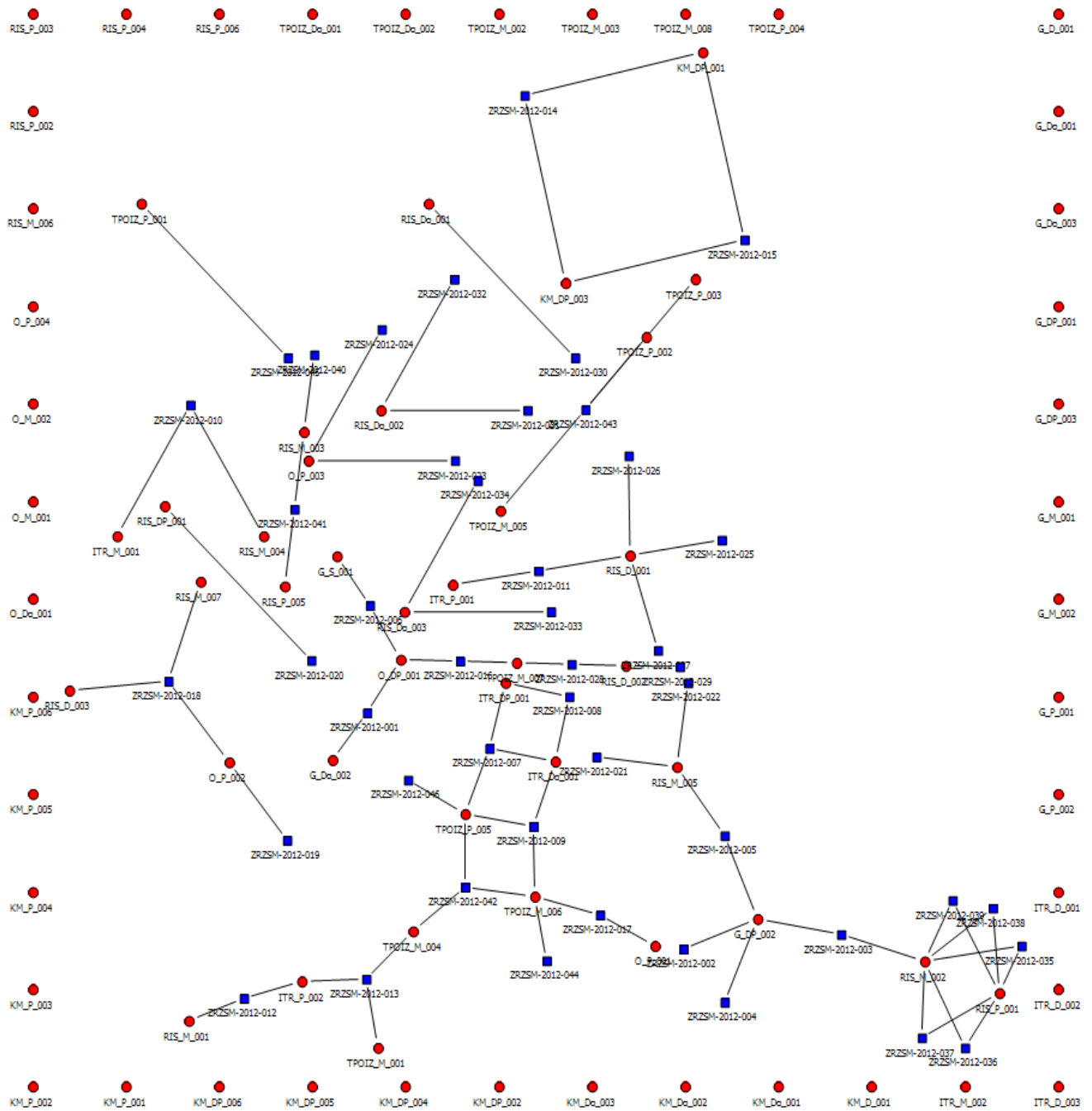
Slika 18. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom 2008-09.



Slika 19. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom 2010-11.



Slika 20. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom 2012-13.



Zbog ograničenosti licence programa prikaze za znanstvene radove u drugim časopisima dajemo u tri djela.

U svim djelovima radi se o kompleksnim strukturama, gotovo sve otvorenog tipa sa izrazito visokim stupnjem međusobne suradnje. Isto tako je vrlo malo slučajevima u kojima je znanstvenik radio isključivo sa vanjskim suradnicima.

7. Zaključak

U početku smo definirali određene hipoteze i na temelju rezultata istraživanja možemo zaključiti sljedeće.

Povezanost u suradnji pri izradi znanstvenih radova unutar fakulteta jako je dobra, što potvrđuje veliki broj veza unutar mreža (iznimka nekolicina znanstvenika koji ne surađuju sa kolegama unutar fakulteta ili nemaju nikakvih suradnji u promatranom razdoblju – njih oko 5%). Suradnja unutar katedri je na relativno visokoj što pokazuju indeksi kohezije (malo slabija suradnja u odnosu na ostale je zabilježena na katedri za razvoj informacijskih sustava). Tako da možemo reći da se hipoteza H1 (o visokom stupnju suradnje) definirana na početku rada potvrđuje. Povezanost među katedrama je na visokoj razini što znači da je potencijal za stvaranje kvalitetnih znanstvenih radova velik. Upitna je frekventnost suradnje, jer unatoč dobroj povezanosti, neki znanstvenici sudjeluju mali broj puta sa svojim kolegama.

Povezanost sa vanjskim suradnicima nije jednako jaka kao unutar fakulteta. Oko 20% znanstvenika nije u promatranom razdoblju surađivalo sa vanjskim suradnicima. Ovdje onda moramo reći da se hipoteza H2 (o jednako frekventnoj suradnji kao što je to u slučaju unutar fakulteta) odbacuje. Gotovo polovica (ne uključujući 20% znanstvenika koji nisu surađivali sa vanjskim suradnicima) je sudjelovala u kombinaciji sa ostalim kolegama sa fakulteta i vanjskim suradnicima, a druga polovica je, uz to, čak izrađivala radove isključivo u suradnji sa vanjskim suradnicima.

Hipotezu H3 ne možemo niti potvrditi niti odbaciti. Razlog tome je, globalno gledajući, činjenica da katedre imaju podjednake suradnje unutar sebe, ali i sa ostalim katedrama.

Na kraju treba napomenuti da ima nekoliko pojedinih znanstvenika koji uvelike dominiraju u mreži, i kao takvi, čine mostove koji mogu povezati članove koji inače možda ne surađuju, a za to postoji potencijal.

Dakle, tehnike analiza društvenih mreža imaju veliki potencijal za interpretiranje stanja znanstvene produkcije i znanstvene suradnje u akademskim krugovima. Potencijalne buduće analize bilo bi zanimljivo provesti na razini sveučilišta u Republici Hrvatskoj, kako bi se identificirali ključni čvorovi koji mogu povezati više znanstvenih institucija i pružiti priliku suradnje na visokoj razini. Također bi bilo zanimljivo napraviti usporedne analize sadašnjeg stanja sa stanjem unazad desetak i više godina.

Zahvale

Zahvaljujem se mentorima prof.dr.sc. Božidaru Kličeku i mag.inf. Dijani Oreški na pomoći i poticaju u izradi ovog rada.

Popis literature

1. Abraham A. et. al; Computational Social Network Analysis; London; 2010; str. 85
2. Divjak B, Peharda P; Relation between student academic performance and their position in a social network; 2010.
3. Divjak B, Peharda P; Social Network Analysis of Study Environment; JIOS, Vol. 34. No.1(2010)
4. Divjak B, Peharda P, Begičević N.; Social network analysis of EUREKA project partnership. International Journal of Project Management; 2009
5. Hanneman, Robert A. and Mark Riddle (2005.); Introduction to social network methods. Riverside, CA: University of California, Riverside – dostupno na stranicama <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>, pristupano 30.4.2013
6. Krebs V.; Social network analysis, a brief introduction; 2011.; <http://www.orgnet.com/sna.html>, pristupano 30.4.2013.
7. Peharda P; Diplomski rad (2009.); Analiza društvene mreže; str. 18.
8. Ploszaj A. i Wojnar K.; Network analysis of co-operation between research institutions - example of ESPON Programme; Sveučilište u Varšavi (EUROREG); 2009.

9. Popis djelatnika Fakulteta organizacije i informatike sa web stranica fakulteta - <http://www.foi.unizg.hr/djelatnici>
10. Popis znanstvenih radova sa stranica Hrvatske znanstvene bibliografije – dostupno na stranicama <http://bib.irb.hr/>
11. Scott J., Carrington P.; The SAGE Handbook of Social Network Analysis; 2011; str. 348
12. Sveučilište u Zagrebu; Pravilnik o sustavu osiguravanja kvalitete na Sveučilištu u Zagrebu – dostupno na stranicama http://www.unizg.hr/fileadmin/rektorat/dokumenti/pravilnici/PRAVILNIK_KVALITE_TA_final.pdf - pristup 30.4.2013.
13. Pomoć programa „NetMiner 4“, dostupno unutar programa
14. Wasserman S. i Faust K. (1994.); *Social Network Analysis: methods and applications*; Cambridge University Press; Str. 143
15. Zelnio R.; Exploring International Scientific Cooperation Using Social Network Analysis: A Case Study in Nanotechnology; School of Public Policy; George Mason University; Virginia, SAD; 2009.

Sažetak

Autor: Mitrović Ivan

Naslov rada: Primjena društvenih mreža za istraživanje znanstvene produkcije institucije

Sažetak: U današnje vrijeme, kada je tehnologija doživjela drastičan razvoj, mogućnosti za interakciju su praktički neograničene. Samim time, mogućnosti za suradnju u polju znanstvenih istraživanja također su velike. Metode i alati s područja analize društvenih mreža omogućuju da se istraži frekventnost interakcije i povezanost između pojedinaca unutar i izvan znanstvenih institucija.

Cilj ove studije je primjeniti analizu društvenih mreža u svrhu analiziranja znanstvene produktivnosti institucije. Metodologija se vrednuje na studiji slučaja Fakulteta organizacije i informatike. Kroz studiju slučaja utvrđuje se kakvo je stanje suradnje u izradi znanstvenih radova unutar Fakulteta organizacije i informatike s obzirom na podatke prikupljenim na stranicama Hrvatske znanstvene bibliografije (za radove u periodu 2008.-2013. godine). Predočeno je stanje suradnje u vidu broja surađivanja i brojnosti veza između znanstvenika unutar institucije, kao i s vanjskim suradnicima. Napravljene su analize surađivanja s obzirom na vrste radova, prema klasifikaciji Hrvatske znanstvene bibliografije. Na kraju su dani i prijedlozi za buduće oblike istraživanja suradnji na većoj razini.

Ključne riječi: društvena mreža, suradnja, znanstveni produktivnost, potencijal suradnje

Summary

Author: Mitrović Ivan

Title: Application of Social Network Analysis in Analysing Research Production of a Scientific Institution

Summary: The rapid technological developments in all fields of science today present us with virtually limitless opportunities for interaction. Scientific cooperation and communication largely benefits from these trends as well. Available methods and tools for social networks analysis make it possible to examine the frequency of interaction and interconnectivity between individuals working within and outside the scientific institutions.

The aim of this study was to determine the current state and levels of cooperation in scientific paper presentation within a scientific institution. The methodology was applied to the case of the Faculty of organization and Informatics. The case study is conducted through use of data collected from Web site of the Croatian scientific bibliography (for the papers published between 2008 and 2013). The data represents the cooperation in terms of the number of connections and collaborations between the scientists within the college, and outside it - with external partners and institutions. Analyses of cooperation were made according to the type of paper, using the Croatian scientific bibliography classification. Suggestions for future forms of research of cooperation at a higher level are given at the end of the paper.

Key words: social network, cooperation, scientific productivity, cooperation potential

Popis tablica

Tablica 1. Analiza ego mreže	10
Tablica 2. Rezultat analize grupa (katedri).....	15

Popis slika

Slika 1. 2D prikaz suradnje među znanstvenicima na fakultetu	7
Slika 2. 2D prikaz sudjelovanja sa vanjskim suradnicima	8
Slika 3. 2D prikaz ego mreže	9
Slika 4. Klika sa najvećim indeksom kohezije	10
Slika 5. Stupanj centraliteta s obzirom na broj suradnje (raznolikost)	11
Slika 6. Stupanj centraliteta s obzirom na težinu veze (frekventnost).....	12
Slika 7. Stupnjevi centraliteta.....	13
Slika 8. Klaster prikaz	14
Slika 9. Grafički prikaz elementa: autorska knjiga.....	16
Slika 10. Grafički prikaz elementa: izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima	17
Slika 11. Grafički prikaz elementa: sažeci u zbornicima skupova	18
Slika 12. Grafički prikaz elementa: ostali radovi u drugim časopisima	19
Slika 13. Grafički prikaz elementa: poglavlja u knjizi	20
Slika 14. Grafički prikaz elementa: udžbenici i skripta.....	21
Slika 15. Grafički prikaz elementa: drugi radovi u zbornicima skupa s recenzijom	22
Slika 16. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u drugim časopisima 2008-10.	23
Slika 17. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u drugim časopisima 2011-13.	24
Slika 18. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom 2008-09. .	25
Slika 19. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom 2010-11. .	26
Slika 20. Grafički prikaz elementa: znanstveni radovi u zbornicima skupova s recenzijom 2012-13. .	27