

UNIVERZITET U BEOGRADU
MASTER AKADEMSKE STUDIJE PRI UNIVERZITETU
RAČUNARSTVO U DRUŠTVENIM NAUKAMA

MASTER RAD

**PRIMENA RAČUNARSKE ANALIZE DRUŠTVENIH MREŽA U
PROUČAVANJU STRUKTURE *HAZARSKOG REČNIKA* MILORADA PAVIĆA**

Student:
Stefan Milosavljević

Mentor:
Prof. dr Jelena Jovanović

Beograd, 2019.

Sadržaj

1. Uvod	6
1.1. Predmet rada.....	6
1.2. Ciljevi rada i polazne hipoteze	7
1.3. Organizacija rada.....	8
2. Pregled relevantnih oblasti	8
2.1. SNA: osnovni pojmovi i termini	8
2.2. SNA i književnost	13
2.2.1. Kako su čvorovi povezani?.....	15
2.2.2. 'Realistične' i 'fiktionalne' mreže.....	17
2.2.3. Statičke i dinamičke mreže, ili: između prostora i vremena	18
2.3. Kompozicioni modeli Pavićevog <i>Hazarskog rečnika</i> i motivacija za primenu SNA	19
2.3.1. Roman i(li) rečnik/enciklopedija	19
2.3.2. Transformacije vremena u prostor: od hiperteksta ka prizmi	20
2.3.3. Kvantitativna proučavanja Hazarskog rečnika	24
3. Materijal i metode.....	25
3.1. Modelovanje mreže	25
3.2. Ekstrakcija informacija za kreiranje mreža	27
3.3. SNA metode i metrike.....	27
3.4. SNA analiza u programskom jeziku R.....	29
4. Rezultati i diskusija	29
4.1. Povezanost u mreži.....	29
4.1.1. Povezanost na globalnom nivou	30
4.1.2. Povezanost na nivou pojedinačnih čvorova.....	34
4.1.3. Fenomen malog sveta	36
4.1.4. Džinovska komponenta i klike.....	36
4.1.5. Zajednice u mreži.....	37
4.1.6. Homofilija	39
4.2. Mere centralnosti čvorova.....	40
4.2.1. Centralnost stepena [CS].....	40

4.2.2.	Centralnost bliskosti [CB].....	46
4.2.3.	Centralnost intermedijarnosti [CI]	48
4.2.4.	<i>Page Rank</i> [PR].....	51
4.2.5.	Rezime i korelacija između različitih mera centralnosti.....	53
4.2.6.	Centralnost i dužina odrednica.....	55
4.3.	Tip mreže i dinamika čitanja <i>Hazarskog rečnika</i>	58
4.4.	Ograničenja rada i dalja istraživanja	60
5.	Zaključak	61
	Reference	66
	Prilog.....	76

Lista tabela

Tabela 1.	Tipovi veza u radovima posvećenim primeni SNA u izučavanju književnih dela	16
Tabela 2.	Razlike između <i>realističnih</i> i <i>fikcionalnih</i> mreža	18
Tabela 3.	Trojke odrednica sa srodnom funkcijom u <i>Hazarskom rečniku</i>	24
Tabela 4.	Globalne metrike u mreži odrednica i podmrežama	30
Tabela 5.	Cenzus dijada u mreži odrednica i podmrežama	32
Tabela 6.	Cenzus trijada u mreži i podmrežama.....	33
Tabela 7.	Cenzus trijada u mreži odrednica i u nasumično generisanoj mreži iste gustine.....	33
Tabela 8.	Podaci u vezi sa fenomenom malog sveta	36
Tabela 9.	Najveće klike u (neusmerenoj) mreži	37
Tabela 10.	Zajednice u (neusmerenoj) mreži odrednica (sa težinama)	38
Tabela 11.	Koeficijent asortativnosti	39
Tabela 12.	Prvih 10 odrednica po centralnosti stepena.....	42
Tabela 13.	Poređenje 'trojki' odrednica prema centralnosti stepena.....	43
Tabela 14.	Prvih 10 odrednica prema centralnosti bliskosti	46
Tabela 15.	Prvih 10 odrednica prema centralnosti bliskosti u neusmerenoj mreži	47

Tabela 16. Prvih 10 odrednica prema centralnosti intermedijarnosti	49
Tabela 17. Poređenje 'trojki' odrednica prema centralnosti intermedijarnosti.....	51
Tabela 18. Prvih 10 odrednica prema <i>Page Rank</i> -u	52
Tabela 19. 10 najbolje rangiranih odrednica (1).....	54
Tabela 20. 10 najbolje rangiranih odrednica (2).....	54
Tabela 21. Dužina odrednica prema broju tokena	56
Tabela 22. Korelacija između mera centralnosti i dužine odrednica (prema broju tokena)	57
Tabela 23. Spisak odrednica sa atributima	76
Tabela 24. Dosežnost čvorova: ukupna dosežnost čvorova od svih ostalih čvorova i ka svim ostalim čvorovima u mreži odrednica i podmrežama zasnovanim na knjigama	77
Tabela 25. Geodezici svih čvorova u mreži odrednica i podmrežama zasnovanim na knjigama	78
Tabela 26. Ekscentičnost svakog čvora u mreži odrednica i podmrežama zasnovanim na knjigama.....	79
Tabela 27. Poređenje 'trojki' odrednica prema centralnosti bliskosti	80
Tabela 28. Poređenje 'trojki' odrednica prema <i>Page Rank</i> -u.....	81

Lista slika

Slika 1. Cenzus trijada	11
Slika 2. Mreža odrednica	31
Slika 3. Centralnost stepena prema ulaznim vrednostima stepena	40
Slika 4. Centralnost stepena prema izlaznim vrednostima stepena	41
Slika 5. Centralnost stepena – korelacije	42
Slika 6. Centralnost bliskosti – korelacije.....	48
Slika 7. Centralnost intermedijarnosti.....	49
Slika 8. Centralnost intermedijarnosti – korelacije.....	50
Slika 9. <i>Page Rank</i>	52

Slika 10. <i>Page Rank</i> u neusmerenoj mreži	52
Slika 11. <i>Page Rank</i> – korelacije	53
Slika 12. Korelacija među različitim merama centralnosti	54
Slika 13. Geodezici za svaki čvor u mreži odrednica	82
Slika 14. Ekscentričnost svakog čvora u mreži odrednica.....	83
Slika 15. Uporedni prikaz centralnosti stepena prema ulaznim i izlaznim vrednostima stepena .	84
Slika 16. Uporedni prikaz centralnosti bliskosti po ulaznim i izlaznim vrednostima	85

Skraćenice korišćene u radu:

CB – centralnost bliskosti; CI – centralnost intermedijarnosti; CK – Crvena knjiga; CS – centralnost stepena; O – odrednica; PR – *Page Rank*; SNA – analiza društvenih mreža [ustaljena skraćenica prema engl. terminu *Social Network Analysis*]; ŽK – Žuta knjiga; ZK – Zelena knjiga; DžK – džinovska komponenta;

_iz – izlazne vrednosti (centralnosti stepena, bliskosti); _u – ulazne vrednosti (centralnosti stepena, bliskosti); _neusm – vrednosti u neusmerenoj mreži; _t – vrednosti sa težinama; _usm – vrednosti u usmerenoj mreži.

1. Uvod

1.1. Predmet rada

U radu se primenom računarske analize društvenih mreža (*Social Network Analysis* – SNA) istražuje struktura *Hazarskog rečnika* Milorada Pavića. *Hazarski rečnik* je roman u obliku rečnika: podeljen je na odrednice (leksikonske/enciklopedijske članke), koje su međusobno umrežene po modelu HIPERTEKSTA – u njima se nalaze znakovi kojima se čitalac upućuje na druge odrednice, čime on može, poput korišćenja hiperteksta na internetu, birati svoj put čitanja sledeći 'linkove'. Time se postiže NELINEARNOST u čitanju, što je jedna od najpoznatijih osobina postmoderne književnosti (v. npr. Radin Sabadoš, 2006; Татапенко, 2013; Апсеп, 2015). Pri tome, centralna ideja (analogija, model) u (post)strukturalističkoj teoriji vezanoj za hipertekst podrazumeva postojanje *mreže* kao ishodišta hiperteksta, čiji najveći potencijal leži u mogućnosti varijacije kroz mnoštvo međusobnih veza koje omogućuju interakciju između delova mreže (Radin Sabadoš, 2006; up. i Eco, 1996). Sem organizovanja u *mrežu putem hiperteksta*, Pavićev roman pretenduje i na druge prostorne transformacije, budući da ima gotovo geometrijsku strukturu: sastoji se iz tri knjige – Crvene, Zelene i Žute (boje metonimijski označavaju hrišćanstvo, islam i judaizam), i tri vremenska sloja – srednjovekovnog, sedamnaestovekovnog i dvadesetovekovnog, zbog čega je u literaturi interpretativni model ovog romana nazvan *hazarskom prizmom* (Delić, 1991). Različite knjige i slojevi povezani su dinamičnim vezama, kako eksplicitnim (hipertekstualnim), tako i implicitnim (preko motiva, tema, likova). Skicirana 'arhitektonika' *Hazarskog rečnika* u vezi je sa Pavićevom željom da književnost učini 'reverzibilnom' umetnošću, koja dopušta, poput skulpture ili arhitekture, da se umetičko delo osmotri sa svih strana (Павић, 2005). Ovako neobična kompozicija čini ovo delo vrlo pogodnim za SNA analizu, koja nam može pomoći da detaljno sagledamo osobine mreža u *Hazarskom rečniku*, te da ih, u skladu sa Pavićevom poetikom, sagledamo 'sa različitih strana'.

Predmet analize u ovom radu biće mreža čiji su čvorovi odrednice *Hazarskog rečnika*, a ivice njihove međusobne veze, pri čemu su dve odrednice povezane ukoliko se ime jedne odrednice pominje u drugoj odrednici.

1.2. Ciljevi rada i polazne hipoteze

Jedna grupa ciljeva može se odrediti kao **literarna**: analiza strukture književnog dela – *Hazarskog rečnika* Milorada Pavića. Najopštiji cilj ove grupe podrazumeva različite uvide u kompoziciju i poetiku *Hazarskog rečnika* do kojih se može doći pomoću SNA. Izdvajamo i nekoliko specifičnijih ciljeva.

- 1) Imajući u vidu predočenu neobičnu kompoziciju *Hazarskog rečnika*, cilj je razmotriti da li se, i kako, analizirana mreža u ovom romanu razlikuje od književnih mreža opisanih u literaturi.
- 2) Ispitati da li se grupisanje odrednica na osnovu mrežne strukture i karakteristika podudara sa načinom na koji su one organizovane u samom Pavićevom delu.
- 3) Utvrditi koje odrednice zauzimaju značajna (centralna) mesta u mrežnoj strukturi romana – što je važno s obzirom na to da se u literaturi obično ističe da sve tri knjige (posledično i odrednice u njima) imaju podjednak status u strukturi i poetici dela, tj. da se nijednoj od njih ne daje „za pravo” u odnosu na ostale (npr. Delić, 1991).

Ciljevi iz druge grupe jesu **metodološki**: da se pokaže primena računarskih tehnika u izučavanju strukture i poetike književnog dela, i to kroz sledeće aspekte: a) priprema materijala za SNA analizu; b) sprovođenje same SNA analize; c) prezentacija rezultata analize.

U skladu sa postavljenim ciljevima, polazne **hipoteze** rada jesu sledeće.

- SNA analiza omogućuje značajne uvide u kompoziciju i poetiku *Hazarskog rečnika* Milorada Pavića.
- SNA analiza mreže odrednica pogodan je pristup za istraživanje strategija čitanja *Hazarskog rečnika*.
- Grupe dobijene analizom zajednica podudaraju se sa načinom na koji su one organizovane u Pavićevom delu (prema knjigama *Hazarskog rečnika* odn. vremenskim slojevima u romanu).
- Pojedine odrednice uticajnije su od drugih, pri čemu su uticajne odrednice ravnomerno raspodeljene u odnosu na knjige / vremenske slojeve.

Pregledom relevantnih oblasti datih u poglavlju 2, sem što definišemo osnovne pojmove i termine i dajemo pregled literature, dodatno obrazlažemo i motivišemo navedene ciljeve i hipoteze.

1.3. Organizacija rada

Ostatak rada je organizovan na sledeći način. Poglavlje 2 posvećeno je pregledu oblasti relevantnih za naš rad: osnovnim pojmovima iz oblasti SNA i njenoj primeni u proučavanju književnosti, kao i kompozicionim i poetičkim modelima *Hazarskog rečnika*. U poglavlju 3 predstavljamo materijal i metode: modelovanje mreže, ekstrakciju informacija za kreiranje mreže, SNA metrike i metode, kao i aspekte njihove primene u programskom jeziku *R* koji su korišćeni u radu. Poglavlje 4 donosi objedinjene rezultate, (književnu) analizu i diskusiju u vezi sa povezanošću u mreži i merama centralnosti, nakon čega sledi zaključak (poglavlje 5). Na kraju rada, nakon referenci, dati su i prilozi.

2. Pregled relevantnih oblasti

U ovom poglavlju predstavljeni su neki ključni pojmovi i termini kojima operiše SNA, kao i njena primena u proučavanju književnosti, a zatim je dat i kratak osvrt na one kompozicione i poetičke elemente *Hazarskog rečnika* Milorada Pavića koji su najrelevantniji za literarne ciljeve ovog rada.

2.1. SNA: osnovni pojmovi i termini

ANALIZA DRUŠTVENIH MREŽA (*Social Network Analysis* – SNA) predstavlja istraživačku i praktičnu oblast koja obezbeđuje metode i metrike pomoću kojih se analiziraju društvene mreže, kao i druge strukture i pojave koje se mogu predstaviti u formi grafa (up. Buch-Hansen, 2014). U literaturi se kao njen glavni cilj ističe uočavanje i tumačenje obrazaca društvenih veza među članovima mreže (akterima) (de Nooy, Mrvar, & Batagelj, 2005). Neki tipični primeri društvenih mreža jesu grupe ljudi povezane prijateljstvom, rodbinskom ili poslovnom vezom, ali SNA se primenjuje i u izučavanju mreža čiji akteri nisu ljudi – poput umreženosti sajtova na internetu, naučnih radova povezanih međusobnim citiranjem ili likova u filmovima¹. O kakvoj god mreži

¹ Za detaljan pregled tipova mreža u kojima se SNA primenjuje, od ličnih poznanstava do medicine i fizike, v. u: da Fontoura Costa et al., 2008.

da je reč, SNA nam pomaže da odgovorimo na neka od sledećih pitanja: ko je najuticajni član mreže? kako je mreža povezana? kako se akteri grupišu u okviru mreže?

Pošto je u našoj sredini već pregledno pisano o značaju i praktičnoj primeni SNA u društvenim naukama (Galjak, 2017), mi ćemo u nastavku rada predstaviti glavna istraživanja koja se tiču njene primene u književnosti. Najpre ćemo, ipak, predstaviti osnovne pojmove i termine u okviru SNA, koji će nam biti značajni kako za kasniju analizu i diskusiju, tako i da bismo omogućili lakše praćenje literature o primeni SNA u književnosti.

Skup društvenih veza koje povezuju određenu grupu aktera čini DRUŠTVENU MREŽU (*social network*), čija se struktura predstavlja pomoću DRUŠTVENOG GRAFA (*social graph*). (U kontekstu SNA, termini DRUŠTVENI GRAF i DRUŠTVENA MREŽA obično se upotrebljavaju kao sinonimi, pa ćemo mi u nastavku uglavnom govoriti o MREŽI). Mrežu čini skup ČVOROVA (*vertices, nodes*) i njihove međusobne VEZE – IVICE grafa (*edges, ties*). Čvorove u mrežama mogu predstavljati različiti akteri čija se povezanost ispituje – osobe, organizacije, heštagovi, postovi na blogu itd. Veze među akterima, takođe, mogu biti različite, npr. međusobna komunikacija, prijateljstvo, 'praćenje' na Tviteru, lajkovanje na Fejsbuku (Tsvetovat & Kouznetsov, 2011). U tipu mreže kakav razmatramo u ovom radu svi akteri su istog tipa, npr. likovi u književnom delu, a veze među njima imaju istu semantiku – npr. kao veza se definiše pojavljivanje dva lika u istom paragrafu (v. npr. Sack, 2012). Ivice mogu imati TEŽINU (*weight*), najčešće određenu intenzitetom veze među akterima, što je u književnim delima obično frekvencija zajedničkog pojavljivanja aktera u nekom delu teksta (v. Tabelu 1 u t. 2.2.1). VELIČINA MREŽE odnosi se na ukupan broj čvorova u mreži. Mreža može biti USMERENA (*directed*) ili NEUSMERENA (*undirected*), u zavisnosti od toga da li su ivice, odn. relacije između aktera, usmerene ili neusmerene. Ivica je usmerena ukoliko se za relaciju koju predstavlja može tvrditi da važi u jednom smeru, a neusmerena ukoliko relacija važi u oba smera (Newman, 2003). U književnom delu usmerene veze imamo npr. onda kad jedan lik razmišlja ili govori o nekom drugom (koji toga nije svestan), a neusmerene onda kada likovi stupaju u međusobnu interakciju, ili kada se pominju u istom kontekstu (v. odeljak 2.2 za pregled literature).

PUTANJA (*path*) predstavlja niz čvorova u mreži takav da je svaki uzastopni par povezan ivicom. DUŽINA putanje (*length*) određena je brojem ivica koje povezuju uzastopne čvorove. Ukoliko dva čvora nisu povezana, kaže se da je putanja između njih beskonačna (Easley & Kleinberg, 2010; Tsvetovat & Kouznetsov, 2011). GEODEZIK (*geodesic*) je najkraća putanja

između dva čvora. PROSEČNA (KARAKTERISTIČNA) PUTANJA MREŽE (*average path length / characteristic path length*) izračunava se na osnovu geodezika, odn. kao prosek najkraćih putanja između svaka dva čvora (Jackson, 2008). DIJAMETAR (*diameter*) je najduži geodezik između bilo koja dva čvora u mreži (Newman, 2003). Čvor je DOSEŽAN (*reachable*) od drugog čvora ako postoji neki skup veza koji možemo pratiti od izvornog do ciljnog čvora (tj. ako postoji putanja između njih), bez obzira na broj čvorova koji se nalaze između (up. Hanneman & Riddle, 2005). EKSCENTRIČNOST čvora (*eccentricity*) jeste najkraća putanja između datog čvora i njemu najudaljenijeg čvora u mreži (Csárdi & Nepusz, 2006).

STEPEN čvora (*degree*) određen je brojem direktnih veza u koje stupa dati čvor. U slučaju usmerenih mreža, ukoliko je reč o vezama koje se „ulivaju” u taj čvor, govorimo o ’ulaznom’ stepenu (*in-degree*), a ukoliko iz čvora kreću veze ka drugim čvorovima, reč je o ’izlaznom’ stepenu (*out-degree*) (Newman, 2003). DISTRIBUCIJA STEPENA (*degree distribution*) jeste raspodela relativnih frekvencija čvorova koji imaju različite vrednosti stepena (Jackson, 2008). Distribucija stepena razlikuje se kod nasumično generisanih mreža (*random networks*) i realnih mreža (*real networks*). U prvom slučaju raspodela je Puasonova (*Poisson distribution*), kao dobra aproksimacija binomne raspodele (*binomial distribution*), dok se u realnim mrežama² najčešće javlja *POWER-LAW* raspodela. Puasonova raspodela podrazumeva da svaki čvor ima približan stepen, dok kod *power-law* raspodele postoje brojni čvorovi sa niskim stepenom (koji čine dugačak ’rep’) uporedo sa malim brojem visoko povezanih čvorova – HABOVA (*hubs*). Mreže koje prate *power-law* raspodelu nazivaju se NESRAZMERNIM MREŽAMA (*scale-free networks*) (Barabási & Albert, 1999; Barabasi, 2018).³ Ove razlike odražene su u proučavanju književnih dela kroz poređenje ’realističnih’ i ’fiktionalnih’ mreža (v. Tabelu 2 u t. 2.2.2).

GUSTINA MREŽE (*density*) određena je odnosom broja postojećih i broja potencijalnih veza u mreži (Tsvetovat & Kouznetsov, 2011) i jedan je od indikatora povezanosti mreže. U vezi sa povezanošću mreže (*connectivity*) treba skrenuti pažnju na sledeće pojmove i termine. Većina društvenih mreža pokazuje „STRUKTURU ZAJEDNICA” (*community structure*) – postoje grupe čvorova sa visokom gustinom veza, dok je gustina veza između *različitih* grupa slabija. To odgovara iskustvenom znanju da se ljudi obično grupišu po sličnim interesovanjima, godinama ili drugim karakteristikama (Newman, 2003). Kako se gustina i uočavanje grupa primenjuju u

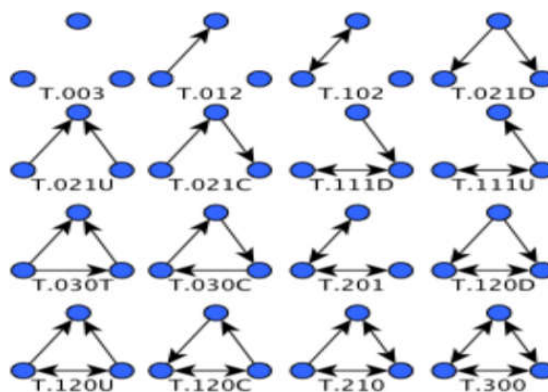
² Tj. onim koje nisu nasumično generisane – od *www* do povezanosti ćelija u organizmu (v. Barabasi, 2018 za mnogobrojne primere).

³ Za detaljan postupak utvrđivanja *power-law* raspodele v. Clauset, Shalizi, & Newman, 2009.

izučavanju književnih dela? Na primer, Kydros, Notopoulos i Exarchos, posmatrajući gustinu mreže različitih grupa (Grka, Trojanaca i ostalih) u Homerovoj *Ilijadi*, zaključuju da su Grci koherentnija grupa od Trojanaca, što je, možda, jedan od razloga njihove pobeđe u Trojanskom ratu. Dalje, povezanost ove dve grupe sa bogovima je približno jednaka, na osnovu čega se može pretpostaviti da Homer božanskom elementu ne daje presudnu ulogu (Kydros, Notopoulos, & Exarchos, 2015).

Kod usmerenih mreža važna metrika jeste i RECIPROCITET (*reciprocity*). Čvorovi A i B su recipročni ako postoji veza u oba smera između njih, a reciprocitet mreže se tipično definiše kao proporcija parova u mreži koji su recipročni (za različite pristupe definisanju reciprociteta v. npr. Hanneman & Riddle, 2005). U vezi sa reciprocitetom jeste pojam DIJADE (*dyad*), kao oblika povezanosti dva čvora. U usmerenoj mreži, dijada može imati tri oblika: čvorovi A i B nisu povezani, povezani su jednosmerno, ili pak obostrano. U neusmerenoj mreži, prirodno, postoje dva moguća oblika: povezano ili nepovezano (Hanneman & Riddle, 2005).

TRANZITIVNOST (*transitivity*) meri verovatnoću da su susedi čvorova međusobno povezani, i često se izjednačuje sa LOKALNIM KOEFICIJENTOM GRUPISANJA (*local clustering coefficient*) (v. npr. Csárdi & Nepusz, 2006 [<https://igraph.org/r/doc/transitivity.html>]). U HIJERARHIJSKI organizovanim mrežama, koeficijent grupisanja je u međuzavisnosti sa stepenom: $C(k) \sim k^{-1}$ (C – koeficijent grupisanja, k – stepen) (Ravasz & Barabási, 2003). U vezi sa tranzitivnošću jeste tzv. CENZUS TRIJADA (*triad census*), kao skup mogućih relacija između tri čvora. U usmerenoj mreži postoji 16 različitih cenzusa trijada: od onog gde uopšte nema povezanosti čvorova do slučaja gde su sva tri međusobno povezana u oba smera (v. Sliku 1). Cenzusi trijada u ispitivanoj mreži obično se, radi evaluacije dobijenih rezultata, porede sa onima u nasumično generisanoj mreži iste gustine (npr. Bearman & Hoffman, 2017; Zvereva, 2016).



Slika 1. Cenzus trijada [navedeno prema: Alhazmi, Gokhale, & Doran, 2015]

KOEFICIJENT ASORTATIVNOSTI (*assortativity coefficient*) označava stepene sličnosti između susednih čvorova (Kydos & Anastasiadis, 2015), i jedna je od glavnih metrika za merenje HOMOFILJE (*homophily*; označava se i kao *assortative mixing*) – pojave da se ljudi povezuju sa drugim ljudima koji imaju neku zajedničku karakteristiku (vera, pol, rasa, kao i slična interesovanja u najširem smislu) (up. npr. Newman, 2003). Koeficijent asortativnosti je pozitivan u realnim društvenim mrežama, a negativan u većini drugih realnih mreža (npr. internet, *www*, neuralna mreža) (Newman, 2002).

KLIKA (*clique*) je maksimalno kompletno povezana podmreža u okviru razmatrane mreže – odn. podgraf u kome su svi čvorovi međusobno povezani, pri čemu ih mora biti najmanje tri. DŽINOVSKA KOMPONENTA (*giant component*) označava jedinstvenu *najveću* komponentu mreže (Jackson, 2008). U velikim književnim delima, poput Homerove *Ilijade*, može biti aktera koji se pominju samo uzgred, u digresijama, te se glavne analize uglavnom vrše samo nad džinovskom komponentom (v. npr. Kydos & Anastasiadis, 2015).

FENOMEN MALOG SVETA (*small world phenomenon*) odnosi se na činjenicu da je većina čvorova u mreži međusobno povezana kratkim putanjama.⁴ Pošto većina realnih društvenih mreža ima ovu osobinu, efekat malog sveta implicira da će se informacije kroz mrežu veoma brzo širiti. Fenomen malog sveta nalazi primenu u mnogobrojnim situacijama – od razmatranja broja „skokova” potrebnih informaciji da se proširi na internetu, do vremena potrebnog nekoj bolesti da se raširi u okviru neke populacije (Newman, 2003). Jedan od načina da se testira da li određena mreža u književnom delu ima osobine malog sveta jeste da se ispita zadovoljenost sledeća dva uslova: 1) dužina prosečne putanje približno je jednaka dužini prosečne putanje nasumične mreže iste veličine; 2) koeficijent grupisanja je značajno veći od koeficijenta grupisanja date nasumične mreže (Miranda et al., 2013).

Još jedna važna osobina mreža u vezi sa njihovom povezanošću jeste ROBUSTNOST (*robustness*) odn. OTPORNOST (*resilience*) na NAPADE (*attacks*). Postavlja se pitanje šta se dešava ako iz mreže nasumično uklonimo neke čvorove (*random attacks*), a šta ako ciljano uklonimo neke čvorove (npr. visoko povezane ili one koji se nalaze na velikom broju putanja drugih čvorova) (*targeted attacks*): da li će se mreža raspasti? Pokazuje se da su realne društvene mreže

⁴ Ova ideja postala je poznata nakon studije S. Milgrama (1967), u kojoj je pokazano da poslatoj poruci u proseku treba šest koraka da stigne od pošiljaoca do primaoca. Ona je postala poznata pod nazivom 'razdvojenost u šest koraka' (*six degrees of separation*), a odražena je i kroz poznatu svakodnevnu frazu *Kako je svet mali!*.

otporne na nasumične, a 'ranjive' na ciljane napade (Miranda et al., 2013; Barabasi, 2018).

Sada ćemo predstaviti osnovne mere centralnosti, koje nam pomažu da utvrdimo najvažnije aktere u mreži. CENTRALNOST STEPENA (*degree centrality*) jedna je od najjednostavnijih mera centralnosti i odnosi se na stepen povezanosti čvora sa ostalim čvorovima preko direktnih veza. Jedan od glavnih nedostataka ove mere jeste što gubi iz vida aspekte 'dobre pozicije' datog čvora u mreži – moguće je npr. da čvor ima veoma mali broj veza, ali da se nalazi na kritičnom mestu u mreži (Jackson, 2008). CENTRALNOST BLISKOSTI (*closeness centrality*) meri koliko je dati čvor blizu svih ostalih čvorova u mreži. Računa se kao recipročna vrednost prosečne dužine najkraćih putanja od datog čvora do svih ostalih (Jackson, 2008). Ideja je da je akter centralan ako može *brzo* da stupi u interakciju sa ostalim čvorovima. Akteri koji zauzimaju centralna mesta po *bliskosti* veoma su produktivni u prenošenju informacija drugim akterima (Wasserman & Faust, 1994). CENTRALNOST INTERMEDIJARNOSTI (*betweenness centrality*) jeste mera centralnosti koja ukazuje na to koliko je dobro pozicioniran dati čvor uzimajući u obzir putanje čiji je deo (Jackson, 2008). Pozicioniranost čvora na najkraćim putanjama između drugih čvorova mreže otvara mogućnost za 'kontrolu' komunikacije između nesusednih aktera, tj. ulogu posrednika među njima (Wasserman & Faust, 1994), te bi njegovim uklanjanjem moglo doći do raspada mreže. CENTRALNOST SVOJSTVENOG VEKTORA (*eigenvector centrality*) zasniva se na ideji da je važnost čvora određena važnošću njegovih suseda. Centralnost svojstvenog vektora određenog čvora proporcionalna je sumi vrednosti ove metrike svih direktnih suseda datog čvora. Drugim rečima, da bismo videli koliko je neki čvor važan, treba, sem broja veza i blizine drugih čvorova, videti da li je on povezan sa velikim brojem „važnih” čvorova. Na ovoj metrici zasnovana su npr. rangiranja po citatnosti ili *Google Page Rank*. Poteškoća sa ovakvom merom je u tome što je 'samoreferencijalna': centralnost čvora zavisi od toga koliko su centralni njegovi susedi, što zavisi od centralnosti njihovih suseda, itd. (Jackson, 2008).

2.2. SNA i književnost

U literaturi se ističe da SNA nije mnogo primenjivana u istraživanju književnosti (Kydos et al., 2015), te se njene primene u ovom polju često nazivaju 'pionirskim' (Jarynowski & Boland, 2013). Kao razlozi takvog stanja u literaturi se pominju, s jedne strane, barijera između

različitih naučnih polja⁵ i, s druge strane, to što se moramo, da bismo dobili što relevantnije rezultate, baviti obimnim delima, sa velikim brojem aktera (Kydos et al., 2015). Primena SNA u književnosti, kako ističu Kydos & Anastasiadis (2015), seže u devedesete godine XX veka. U jednoj od prvih primena SNA u književnosti istraživana je interakcija između 'materijalnih' mreža, koje čine pozicije autora i kritičara (u smislu ugleda) u časopisima i izdavačkim kućama, i 'simboličkih' mreža, zasnovanih na poređenjima, vrednovanju i klasifikaciji književne kritike (de Nooy, 1991).⁶ Slično tome, istraživan je odnos između prestiža časopisa i prestiža autora koji u njima objavljuju (de Nooy, 2002). Poslednjih godina SNA je primenjivana u analizi nekih klasika svetske književnosti – npr. Homerove *Ilijade* (Kydos et al., 2015) i *Odiseje* (Miranda et al., 2013), *Biblije* (i to Mojsijevog *Petoknjižja*) (Massey, 2016), antičkih drama (Rydberg-Cox, 2011), Šekspirovih drama (Moretti, 2011; Stiller & Hudson, 2005; Stiller, Nettle & Dunbar, 2003; Lee & Lee, 2017; Grandjean, 2015; Yau, 2015; Masías et al., 2015; Masías et al., 2016), Miltonovih dela (Greteman, 2015; Ruegg & Lee, 2019), itd., uz komparativna proučavanja, na primer, Šekspira i Miliona (Herman, 2018) ili ruske i engleske drame (npr. Čehova i Šekspira) (Voloshinov & Gozhanskaya, 2008). Odabir dela koja su proučavana zasnovan je, s jedne strane, na njihovoj vrednosti i univerzalnosti, i, s druge strane, na specifičnim interesovanjima i ciljevima samih istraživača. Dobar deo istraživanja za cilj ima otkrivanje razlike između 'realističnih' i 'fiktionalnih' mreža u književnim delima (v. t. 2.2.2), pri čemu se uglavnom analiziraju najvažniji likovi u mreži⁷ i odnosi među različitim grupama u okviru mreže. Komparativno se proučavaju i mreže likova u romanima i filmovima (npr. Bonato et al., 2016). Neka istraživanja imaju i dalekosežnije ciljeve značajne za teoriju žanra i naratologiju – npr. da razviju metode za komparativno izučavanje mitologije (čemu je posvećena i doktorska teza Mac Carron, 2014)⁸, ili pak da uz pomoć analize društvenih mreža različitih dela razviju model za

⁵ Zanimljivo je u tom smislu primetiti da većina autora koji su se bavili primenom SNA u književnosti, makar sudeći po literaturi u koju smo imali uvid, dolazi sa 'računarske' strane, dok je malo istraživača čije je primarno polje interesovanja književnost. Redak izuzetak jeste npr. Franko Moretti, književni kritičar i istraživač, koji je primenom SNA istraživao Šekspirove drame (Moretti, 2011). On je, kao jedan od osnivača, angažovan u Stenfordovoj laboratoriji za književnost (*Stanford Literary Lab*), u kojoj se i inače književnost proučava iz digitalne i kvantitativne perspektive (<https://litlab.stanford.edu/>; v. i Carolina Sparavigna, 2013).

⁶ Analizirane su različite mreže čiji su čvorovi autori i/ili kritičari, a veze među njima formirane su npr. na osnovu objavljivanja u istom časopisu, kod istog izdavača, na osnovu međusobnih evaluacija dela i dr.

⁷ Analizi (centralnosti) likova iz književnih dela pomoću SNA posvećena je i doktorska disertacija (Rochat, 2014).

⁸ Mitovi i sage su i inače među najčešće ispitivanim žanrovima uz pomoć SNA (bar sudeći prema literaturi u koju smo imali uvid) – v. npr. Choi & Kim, 2007; Mac Carron & Kenna, 2012; Tangherlini, 2011; Mac Carron & Kenna, 2013a; Mac Carron & Kenna, 2013b; Miranda et al., 2013; Yose et al., 2018; Yose et al., 2016. Objavljen je, u tom duhu, i zbornik radova indikativnog naslova *Maths Meets Myths: Quantitative Approaches to Ancient Narratives*

automatsku klasifikaciju dela po žanru (Ardanuy & Sporleder, 2015; Holanda et al., 2018), pa čak i da uoče obrasce koji će omogućiti veštačko generisanje narativa (Sack, 2012; Sack, 2014). U nastavku se osvrćemo na neke specifičnije analize koje će za naše razmatranje biti relevantne.

2.2.1. Kako su čvorovi povezani?

Većina autora koji su primenjivali SNA u književnosti analizirali su mreže likova. Iako mi razmatramo mrežu odrednica, u ovom odeljku ukratko, bez pretenzija na iscrpnost, predstavljamo načine na koje su u literaturi definisane veze među likovima, kako zbog potpunijeg pregleda primene SNA u izučavanju književnosti, tako i zbog činjenice što je većina odrednica u mreži odrednica posvećena upravo likovima.

Odrediti vezu među likovima koja će predstavljati ivicu grafa jedno je od najvažnijih kako teorijskih tako i metodoloških pitanja. Od tipa veza, naime, zavisice svojstva mreže, a samim tim i njen doprinos u proučavanju strukture i poetike dela. Već i letimičan pogled na Tabelu 1 otkriva da postoje dva osnovna načina na koji su određivane veze: (1) na osnovu pojave u istom delu teksta, čime se formiraju tzv. *saradničke mreže* (*collaborative networks*); (2) na osnovu nekog vida *interakcije*, od najšire shvaćenog do sasvim konkretnog. Neki autori su uzimali u obzir i težinu veze – određenu brojem zajedničkih pojavljivanja odn. interakcija.

Dela [i autori]	Žanr	Autori rada	Veze
'Marvelov svet komike' [različiti autori]	Knjige komi- ke	Alberich & Rossello, 2002	Tip: <i>pojava dva lika u istoj komičnoj knjizi</i>
		Gleiser, 2007	Tip: <i>pojava dva lika u istoj komičnoj knjizi</i> Težina: prema broju pojavljivanja u istoj knjizi
Šekspirove drame	Drama	Stiller, Nettle & Dunbar, 2003; Stiller & Hudson, 2005	Tip: (makar jedna) <i>zajednička pojava na sceni</i> (bilo razgovor, bilo samo prisustvo)
Različiti romani	Roman	Ardanuy & Sporleder, 2015	Tip: <i>pominjanje u istom paragrafu</i> Težina čvora: broj pojavljivanja lika; težina veze: broj paragrafa u kojima se likovi zajedno pojavljuju
<i>Pikvikov klub</i> [Č. Dikens]; <i>Midlmarč</i> [Dž. Eliot]; <i>Ambasadori</i> [H. Džejms]	Roman	Sack, 2012	Tip: <i>pominjanje u istom paragrafu makar 3 puta</i> Težina: određena brojem pojavljivanja u istom paragrafu

(Kenna, MacCarron, & MacCarron, 2017), koji sadrži radove u vezi sa primenom SNA u izučavanju mitologije (Kenna & MacCarron, 2017), međuodnosa srednjovekovnih istorijskih, hagiografskih i biografskih mreža (Gramsch et al., 2017) i dr. (za koncizan a informativan prikaz tog zbornika v. Fang, 2018).

<i>Don Kihot</i> [Servantes]; <i>Dejvid Koperfeld</i> [Č Dikens]; <i>Gospođa Dolovej</i> [V. Vulf]	Roman	Sack, 2014	Tip: <i>pominjanje u istom delu teksta</i> (10-word window) <i>makar 3 puta</i> Težina: određena frekvencijom pojavljivanja u istom delu teksta
<i>O Μέγας Ανατολικός</i> [A. Emirikos]	Roman	Kydros et al., 2015	Tip: <i>interakcija</i> u najširem smislu – fizička interakcija, razgovor, posmatranje, srodstvo i dr. Težina: određena brojem interakcija
<i>Ilijada</i> [Homer]	Ep	Kydros & Anastasiadis, 2015	Tip: <i>interakcija</i> u najširem smislu – fizička interakcija, razgovor, posmatranje, srodstvo i dr.
<i>Odiseja</i> [Homer]	Ep	Miranda et al., 2013	Tip: <i>interakcija</i> – likovi se susreću, razgovaraju, pominju jedan drugog, ili je jasno da se poznaju
<i>Alisa u Zemlji Čuda</i> [L. Kerol]	Roman	Agarwal et al., 2012	Tip: (1) <i>interakcija</i> – oba lika su svesna interakcije; (2) <i>posmatranje</i> – samo jedan lik je svestan veze (npr. kad razmišlja ili govori o nekome)
<i>Beowulf</i> [stengl. ep]; <i>Ilijada</i> [Homer]; <i>Tain</i> [staroirski ep]	Ep	Mac Carron & Kenna, 2012	Tip: (1) <i>prijateljske veze</i> – ako su likovi u vezi, pričaju jedan sa drugim, jedan o drugom, prisutni su zajedno i jasno je da se poznaju [nije uzimano u obzir ako samo jednom stupaju u vezu]; (2) <i>neprijateljske veze</i> – likovi se sreću u konfliktnoj situaciji, ili se lik eksplicitno izjašnjava negativno o nekom drugom liku a jasno je da se poznaju
Islandske sage	Saga	Mac Carron & Kenna, 2013	Tip: (1) <i>prijateljske veze</i> – prijateljstvo, porodične veze i sl.; (2) <i>neprijateljske veze</i> – fizički sukob
<i>Hari Poter i kamen mudrosti</i> [Dž. K. Rouling]	Roman	Carolina Sparavigna, 2013	Tip: <i>dijalog i/ili interakcija</i>
Antičke drame	Drama	Rydberg-Cox, 2011	Tip: <i>razgovor (dijalog)</i>
<i>Hamlet</i> [Šekspir]	Drama	Moretti, 2011	Tip: <i>razgovor (dijalog)</i>

Tabela 1. Tipovi veza u radovima posvećenim primeni SNA u izučavanju književnih dela

Drugačiji način određivanja veza dovodi do različitih mogućnosti analize dela. Tako, na primer, na osnovu najšire shvaćene *interakcije* može se posmatrati mreža nastala povezivanjem dva lika na *bilo koji način* (fizička interakcija, razgovor, srodstvo itd.), i na osnovu nje se mogu donositi neki opštiji zaključci o centralnosti likova, povezanosti mreže, grupisanju itd. Na drugoj strani, definisanje različitih tipova odnosa, npr. *interakcije* naspram *posmatranja*, omogućuje neke suptilnije uvide, poput praćenja različitih *tački gledišta* kroz roman (Agarwal et al., 2012). Neki istraživači poseban fokus stavljaju na uočavanje veza među likovima i njihovo vizuelno predstavljanje (Rydberg-Cox, 2011).⁹ Zbog složenosti shvatanja samih veza, u gotovo svim radovima one su ekstrahovane (makar delimično) ručno. Međutim, razvijaju se i algoritmi za automatsku ekstrakciju (Agarwal & Rambow, 2010; Elson, Dames & McKeown 2010; Celikyilmaz et al., 2010; Wohlgenannt et al., 2016). Ima i autora koji istražuju sličnosti i razlike

⁹ Primeri se mogu videti na sledećoj adresi: <https://daedalus.umkc.edu/VisualExplorer/>.

između ljudskog (subjektivnog) i računarskog (automatskog) prepoznavanja veza u književnom delu (Jarynowski & Boland, 2013; Edwards et al., 2018).

2.2.2. 'Realistične' i 'fiktionalne' mreže

Jedan od prvih autora koji se bavio proučavanjem veza između društva i narativa iz perspektive *društvenih struktura* jeste De Noy (2001). On se oslanja na činjenicu što je i za društvo i za narativ ključni aspekt upravo *struktura*, pri čemu priču treba videti kao društvenu akciju i *model* za društvenu akciju. Iz te perspektive, društvene teorije i društvene metode treba, smatra ovaj autor, primenjivati na karaktere, događaje i radnje u književnom delu (de Noy, 2001). Ovakav pogled na poređenje *društvene* i *narativne* strukture otvorio je vrata jednoj od dominantnih tema u primeni SNA u proučavanju književnosti, a to je odnos između *fiktionalnog* i *realističnog* u književnom delu. Pod *realističnošću* se, pri tome, podrazumeva sličnost narativnih mreža *realnim* društvenim mrežama. Tako, na primer, u seriji radova posvećenih Šekspirovim dramama proučavana je struktura grupa koje čine likovi u okviru jedne scene u odnosu prema celini posmatrane drame. Cilj je bio, između ostalog, da se uoči koliko grupe karaktera na sceni – njihov broj, međusobna povezanost i sl. – liče na tipične organizacije grupa zabeležene u različitim sociološkim studijama, te kako to utiče na koherentnost dramskog toka i na kognitivni napor čitalaca da taj tok isprate. (Stiller, Nettle & Dunbar, 2003; Stiller & Hudson, 2005). Cilj takvih istraživanja bio je, dakle, da se dođe do *posrednih* podataka o tome da li je osmišljavanje dramske radnje, pre svega karaktera i njihovih odnosa, bilo u vezi sa tim koliko i kako čitaoci (gledaoci) tu dramsku radnju mogu da isprate. U proučavanju klasičnih epova jedan od ciljeva bio je da se utvrdi njihova *realističnost*, koja bi išla u prilog tezi da je njihov fiktivni svet u nekim aspektima pozajmljivao od 'stvarnih' istorijskih događaja, pa su tako upoređivane tzv. *realne / realistične*¹⁰ *društvene mreže* (*real social networks*) i *fiktionalne društvene mreže* (*fictional social networks*) (Mac Carron & Kenna, 2012; Mac Carron & Kenna, 2013a; Miranda et al., 2013). U literaturi se ističe, takođe, da čak i ona dela koja se profilisu kao izrazito fiktivna, kakav je skup knjiga sa elementima komike Marvelovog sveta (*Marvel's Universe*) (Alberich et al., 2002) ili *Hari Poter* (Carolina Sparavigna, 2013), imaju neke tipične osobine *realnih* društvenih mreža – posebno to da su obično *mali svetovi*, ali da ipak po nekim

¹⁰ Smatramo da treba praviti razliku između *realnih* i *realističnih* mreža, pri čemu su *realistične* mreže veštačke, jer ih je konstruisao određeni autor, ali sa osobinama *realnih* mreža. Pojam *realističnog* u ovom smislu razlikuje se, naravno, od istoimenog pojma u uobičajenom književnoteorijskom smislu.

parametriziraju odstupaju od njih (Gleiser, 2007). Razlike između real(istič)nih i fikcionalnih mreža rezimirane su Tabelom 2.¹¹

<i>Real(istič)ne mreže</i>	<i>Fikcionalne mreže</i>
Mali svetovi	Mali svetovi
Hijerarhijski organizovane	Hijerarhijski organizovane
Grupisane u visokoj meri	Grupisane u (pre)visokoj meri
Asortativno mešovite po stepenu [homofilične]	Ne pokazuju asortativnost po stepenu [nehomofilične]
Prate <i>power-law</i> raspodelu stepena – nesrazmerne	Prate eksponencijalnu raspodelu stepena – nisu nesrazmerne
Imaju <i>džinovsku komponentu</i> sa manje od 90% od ukupnog broja čvorova u celoj mreži	<i>Džinovska komponenta</i> sadrži više od 90% svih čvorova u mreži
Ranjive na <i>ciljane napade</i>	Otporne na <i>ciljane napade</i>
Otporne na <i>nasumične napade</i>	Otporne na <i>nasumične napade</i>

Tabela 2. Razlike između *realističnih* i *fikcionalnih* mreža
[prema: Miranda et al., 2013; Mac Carron & Kenna, 2012]

2.2.3. Statičke i dinamičke mreže, ili: između prostora i vremena

Većina autora kreira i analizira mreže na osnovu dela kao celine. Takve mreže Agarwal et al. (2012) nazivaju *statičkim*. Prema ovim autorima, time se gubi iz vida jedna od definišućih komponenti narativa – *vreme*, pa predlažu da se razmatraju *dinamičke* mreže, tj. mreže koje prate odnose likova iz poglavlja u poglavlje (celine u celinu). Ističu, na primer, da u statičkoj mreži kao manje centralni mogu biti prepoznati neki likovi koji imaju izuzetan značaj u povezivanju različitih poglavlja, te da sagledavanje dinamičkih mreža potpunije ističe značaj takvih aktera. Iako ima autora koji prihvataju i primenjuju distinkciju *statička : dinamička mreža* (npr. Ardanuy & Sporleder, 2015)¹², neki autori upravo *sagledavanje vremena kao prostora* ističu u prvi plan, i ukazuju na *prednosti* takvog pristupa. Šta dobijamo ako 'pretvorimo' vreme u prostor? Po Moretiju (2011), proučavaocu Šekspirovih drama pomoću SNA, prednosti se ogledaju, pre svega, u sledećem: što je na bini, to 'nestaje' iz scene u scenu, dok u mreži pred nama ne nestaje ništa – prošlost postaje prošlost, a ipak ostaje u našoj percepciji zapleta. Drugim rečima: *učiniti da prošlost bude jednako vidljiva kao sadašnjost* – to je glavna promena koju dobijamo

¹¹ Možda je zanimljivo pomenuti i činjenicu da su i jezičke interakcije, prema nekim istraživanjima, organizovane po principu realnih mreža, a zavisnost od društvene strukture navodi se kao jedna od ključnih osobina (prirodnog) jezika kao složenog adaptabilnog samoorganizujućeg sistema (Beckner et al., 2009). Takođe, mnogi jezički (pod)sistemi (npr. povezanost reči po semantičkim kriterijima) organizovani su po principu realnih mreža; o jeziku iz ugla analize društvenih mreža v. npr. Beckage & Colunga, 2016; Ferrer i Cancho & Sole, 2001; Lanza & Svendsen, 2007; Scarinci Zabaleta, 2016; Sole et al., 2010; Holovatch & Palchykov, 2017; Dorogovtsev & Mendes, 2001; Holovatch & Palchykov, 2007; Sigman & Cecchi, 2002; za pregled v. Cong & Liu, 2014; Mehler et al., 2016.

¹² O različitim aspektima dinamičkih (= temporalnih) mreža u književnim delima v. i Luczak-Roesch, Grener, & Fenton, 2018; Prado et al., 2016; Fischer et al., 2017.

korišćenjem mreža; *videti sve najednom, tu, pred nama; razmišljati kroz prostor pre nego kroz vreme*. Moretti, istina, ističe da je ono što imamo pred nama *model*, odvojen od mnogih aspekata koji delo čine vrednim, ali da se time ne obezvređuju uvidi koje nam dati model omogućuje (Moretti, 2011). Model *vremena kao prostora*, kako ćemo videti, jedan je od ključnih u strukturi *Hazarskog rečnika*.

2.3. Kompozicioni modeli Pavićevog *Hazarskog rečnika* i motivacija za primenu SNA

O kompoziciji i poetici *Hazarskog rečnika* pisano je dosta.¹³ U ovom odeljku vrlo ugrubo i pojednostavljeno predstavljeni su neki aspekti kompozicije i poetike ovog romana – oni koje smatramo najrelevantnijim za našu analizu.

2.3.1. Roman i(li) rečnik/enciklopedija

Hazarski rečnik je roman u OBLIKU REČNIKA. To je jasno već na osnovu naslova, kao i podnaslova („Roman-leksikon u 100.000 reči”). Čim čitalac otvori korice ovog romana, uverava se da on zaista liči na rečnik i/ili enciklopediju: njegov „glavni” deo sastoji se od odrednica (enciklopedijskih članaka) poređanih azbučnim ili abecednim redom – u zavisnosti od jezika i pisma na kome je štampan; sem toga, sadrži predgovor, uputstvo čitaocu za korišćenje literature, apendikse i sl., a odrednice su praćene i citiranjem naučne literature. Kako ističe A. Jerkov (1996), *Hazarski rečnik* se od duge istorije enciklopedizma razlikuje upravo po tome što pored enciklopedijske *sadržine* uzima i enciklopedijski *oblik*. U nastavku ukratko predstavljamo ideju enciklopedizma (= enciklopedičnosti) u književnosti, a zatim i odnos SNA prema ovoj ideji.¹⁴

Ideal enciklopedizma kao dostupnosti svekolikog ljudskog znanja postoji od antičkih vremena. Danas se ideja enciklopedizma ne vezuje samo za uređene naučne leksikone i rečnike, već i oblike poimanja celine sveta zastupljene u mitovima, filozofskim učenjima, srednjovekovnim sumama, naučnim teorijama, katalozima i registrima od antičkog do savremenog doba. U tim različitim oblastima ispoljavanja ljudskog duha enciklopedičnost, kao integralistički koncept, ne zasniva se na jednostavnom gomilanju znanja, simbola, slika – nego na povezivanju pojedinačnih fragmenata u smislaonu celinu koja treba da predstavi čitav univerzum i čovekovu poziciju u njemu (Петровић, 2012). Enciklopedičnost se, s jedne strane,

¹³ Za detaljne informacije v. sajt posvećen Pavićevom životu i delu: <http://www.khazars.com/sr-YU/>.

¹⁴ Pasus koji sledi najvećim delom zasnovan je na Милосављевић, 2018: 68–69.

povezuje sa idejom totaliteta, zaokruženosti, sveobuhvatnosti, kakvu, na primer, ilustruje opis Ahilovog štita u *Ilijadi* (ili, na žanrovskom nivou – ep i roman), a s druge – sa otvorenošću, beskrajnošću, suštinskom neizrecivošću, kakve ilustruju mnogobrojni spiskovi (registri) kroz istoriju književnosti (up. Петровић, 2012; v. i Eko, 2011). Iako postoji težnja da se epski totalitet i sveobuhvatnost veže za Homerov svet, *Bibliju*, ili, recimo, Danteovu *Božanstvenu komediju*, dok se za epohe od baroknog do postmodernog doba vezuje znatno haotičnije i grotesknije gomilanje činjenica koje često prevazilazi svaku suvislost, P. Petrović (2012) skreće pažnju da se mnogi aspekti poetike enciklopedičnosti ne mogu sagledati ograničeni samo kontekstom određene epohe. Kako ističe ovaj autor, tenzija između zatvorene i otvorene forme postoji kako u Homerovoj *Ilijadi*, tako i kroz dela koja obiluju haotičnim (besmislenim) spiskovima. Enciklopedičnosti je imanentna tenzija između celovitosti i zaokruženosti kojoj teži književna forma i otvorenosti prema mnoštvu značenjskih odnosa i kompozicionih mogućnosti proizvedenih čitanjem kao uspostavljanjem intratekstualnih i intertekstualnih veza. U „sukobu” između holističkog zahteva za celinom i pluralističkog za razlikama, enciklopedičnost, ističe Petrović, donosi spasonosnu mogućnost: ostvarivanje celine pozicijom pluraliteta. Kako se SNA uklapa u ideju enciklopedizma? Videli smo (t. 2.2.3) da F. Moreti kao jednu od prednosti primene SNA u književnosti navodi to što nam ona omogućuje da *vidimo sve* – u smislu svih aktera i njihovih veza. *Videti sve* ideja je koja je u potpunom saglasju sa idejom enciklopedizma. Međutim, jasno je da se to *sve* odnosi na *intratekstualne* ali ne i *intertekstualne* veze, pa čak i tada je ograničeno tipom veza među akterima na kome je zasnovana mreža, uz zanemarivanje mnoštva relevantnih činjenica iz sveta dela. Ipak, mislimo da SNA, i uz takvu ograničenost *svega*, može doprineti proučavanju poetike enciklopedizma. Takođe, ideja o *povezanosti u šest koraka svega u svetu* enciklopedijska je po svojoj prirodi.

2.3.2. Transformacije vremena u prostor: od hiperteksta ka prizmi

2.3.2.1. Hipertekst(ualnost)

Zahvaljujući rečničkoj (enciklopedijskoj) strukturi, čitalac ne mora *Hazarski rečnik* čitati „uobičajeno”, od početka do kraja, već može birati kojim će redom čitati odrednice. Čak i ako čitaoci roman čitaju od početka do kraja, putevi čitanja će se razlikovati u zavisnosti od jezika i pisma na kojima je roman štampan. O tome sam Pavić kaže:

На пример, „Хазарски речник” има структуру лексикона: то је „роман-лексикон у 100 000 речи” и у зависности од азбуке на различитим језицима роман се различито завршава. Оригинална верзија „Хазарског речника” штампана ћирилицом завршава се једним латинским цитатом: „...sed venit ut illa impleam et confirmem, Mattheus.” Мој роман у преводу на грчки завршава се реченицом: „Одмах сам приметио да су у мени три страха а не један.” [...] Јапанска верзија коју је објавио „Токуо Согенсха” завршава се реченицом: „Девојка беше родила брзу кћер – своју смрт; њена лепота била се у тој смрти поделила на сурутку и згрушано млеко, а на дну видела су се једна уста што држе корен трске (Павић, 2005: 17–18).

I ne samo to: različite odrednice u romanu su i bukvalno „linkovane”: u svim odrednicama se određenim znakovima kod odgovarajućih pojmova upućuje na odrednice u kojima se ti pojmovi „obrađuju”.¹⁵ Тако аутор *Hazaruskog rečnika* „пomaže” читаоцу да се сналази кроз текст и бира путање читања, у исто време избегавajući *linearnost* читања. Ево шта о таквој идеји у књижевности каже сам Павић у аутопоетичким есејима:

Радећи на CD-ROM-у „Хазарског речника” компјутерски стручњаци су израчунали да постоји око два и по милиона начина читања ове књиге. Тек преко те бројке читалац ће моћи да се врати на нечију раније већ коришћену стазу читања. То је, наравно, само један пример „нелинеарног писма” – дакле књижевног поступка који избегава линеарност језика. [...] Књижевни језик сабија наше мисли и снове, осећања и сећања у једнолинијски систем који је најблаже речено споровозан и сада већ сувише тром за време у којем живимо. Отуда се јављају напори да се оствари нелинеарно приповедање, нешто као спас књижевног дела од линеарности језика. Зато компјутерски, или ако хоћете, електронски писци, стварају интерактивне романе где се језик измешта из своје линеарности, а читалац креира сопствену мапу читања (Павић, 2005: 19–20).

Показало се да је та нова књижевна техника нарочито примењива у дигиталном окружењу, у делима која су писана тако да се читају са компјутерских монитора, са CD-ROM-а, или да се објављују на Интернету. На низу означених места, читалац је у таквим делима могао да притиском на дугме мења и бира даљи пут своје читалачке авантуре (Павић, 2005: 15).

Ovakva organizacija teksta uveliko podseća na *hipertekst*. *Hipertekst* se obično definiše kao tekst koji je povezan sa drugim tekstovima na takav način da korisnik klikom na linkove može brzo i lako doći do željenih informacija pohranjenih u drugim tekstovima. Iako se mahom odnosi na tekstove na internetu, mnoge enciklopedije i rečnici su podržani softverom koji čitaocima omogućuje prelaz sa jednih odrednica na druge uz pomoć hiperlinkova (Hypertext, 2018). Primenjen na proučavanje književnosti, *hipertekst* se definiše, između ostalog, kao informacioni medij koji omogućuje *elektronske* veze (blokova) teksta ili prema drugim blokovima teksta ili prema slikama, mapama, dijagramima, zvuku i drugim tipovima podataka (npr. Landow, 2006), ili, slično tome, kao *elektronsko* izdanje koje sadrži multimedijalni sadržaj

¹⁵ Koriste se četiri osnovne vrste znakova – krstić, polumesec, Davidova zvezda (koji, kao simboli hrišćanstva, islama i judaizma, znače da odrednicu treba tražiti u Crvenoj, Zelenoj odn. Žutoj knjizi), te trougao, koji upućuje na to da se određeni pojam obrađuje u sve tri knjige. Pored toga, javlja se i znak „A”, koji upućuje na Appendix. O tome autor daje i eksplicitno uputstvo u odeljku „Način korišćenja rečnika” u okviru „Prethodnih napomena” (podsetimo: ti odeljci *jesu* sastavni deo romana).

i omogućuje čitaocima interaktivni odnos pri čitanju (Popović, 2010, s. v. *hipertekst*). Ipak, ovaj termin primenjuje se i na neelektronska (štampana) dela organizovana tako da podsećaju na hipertekstove. Tako, A. Tatarenko adekvatnim smatra tretiranje *hipertekstualnosti* kao *karakteristike književnog dela koje je obeleženo oznakama hiperteksta (nelinearnost, unutrašnje korelacijske veze itd.)* (Татаренко, 2013), a takav tekst je, nesumnjivo, i Pavićev *Hazarski rečnik*. Takva organizacija Pavićevog teksta čini ovo delo idealnim za primenu SNA. Uostalom, u vezi sa idejom hiperteksta kod Pavića još devedestih godina prošlog veka čuli su se pozivi književnih kritičara upućeni informatici. Tako, A. Jerkov kaže:

Извесну помоћ пружа идеја хипертекста јер указује на тај виши ниво обраде текстуалности. Разумевање нове текстуалности може се ослонити, са једне стране, на савремену лингвистику текста_[1] која ће показати да „текст од текстова” представља ново поље израза. Са друге стране, иако је Павић читање своје прозе упоредио са бејзиком, компјутерским језиком који се у исто време чита у свим правцима, тек треба видети каква је теоријска корист од кибернетике и информатичке теорије (Јерков, 1996: 116).

Sem toga, upravo je hipertekst, prema Ž. Klemanu, rođen iz „нелинеарне књижевности са новим средством читања: рачунаром”, pri čemu u hipertekstu priču konstruiše prostor, a ne vreme – „она, дакле, прелази из *хронологије* ка *картографију*” (cit. prema: Татаренко, 2013: 143). Navedeni prelaz iz hronologije ka kartografiji ogleda se i u viđenju *mreže kao ishodišta hiperteksta*, o čemu smo govorili u uvodnom odeljku (1.1). SNA i Pavić 'susreću' se upravo u okvirima takvog topološkog pristupa: prema F. Moretiju, kako smo videli u t. 2.2.3, suština primene SNA u književnosti jeste mogućnost *sagledavanja vremena kao prostora*, a ovakva promena 'perspektive' jedan je od najvažnijih Pavićevih ciljeva, izražen kroz želju da se književno delo približi arhitekturi i skulpturi:

По мом осећању уметности се деле на „реверзибилне” и „нереверзибилне.” Постоје уметности које кориснику (реципијенту) омогућују да делу приђе са различитих страна, или да га чак обиђе и осмотри мењајући смер разгледања по сопственом нахођењу, као што је случај са архитектуром, скулптуром, или сликарством, који су реверзибилни. Постоје такође оне друге, нереверзибилне уметности, као што су музика или књижевност, које личе на једносмерне улице, по којима се све креће од почетка ка крају, од рођења ка смрти. Ја сам одавно желео да књижевност, која је нереверзибилна уметност, начиним реверзибилном. Отуда моји романи немају почетак и крај у класичном значењу речи. Они су саздани у нелинеарном писму („nonlinear narratives”) (Павић, 2005: 17).

U vezi sa odnosom hiperteksta i prostora jeste i sagledavanje hiperteksta kao *lavirinta*, što je jedan od postmodernističkih toposa. Prema V. Rudnevu, „хипертекст је линеарни лавиринт, својеврсна слика света, и изаћи из њега, кад се једном уђе, теже је него што се може учинити на први поглед” (cit. prema Татаренко, 2013: 168). Za pomoć pri „izlaženju iz

lavrinta” SNA se nameće kao idealan kandidat, budući da nam omogućuje da sagledamo čitavu mrežu. Na neka pitanja odnosa hiperteksta i SNA osvrćemo se i u odeljku 4.3.¹⁶

2.3.2.2. Hazarska prizma

Hipertekstualnost nije jedina osobina koja vreme u *Hazarskom rečniku* „transformiše” u prostor. Njegova kompozicija, naime, gotovo je geometrijska, pa su neki književni kritičari iskoristili metaforu hazarske *prizme* kao interpretativni model (Delić, 1991), ili čak kao bazični princip konstrukcije romana i njegov poetički model (Татаренко, 2013). Zašto *prizma*? *Hazarski rečnik* podeljen je na tri knjige – Crvenu, Zelenu i Žutu (boje simbolišu hrišćanstvo, islam i judaizam). Svaka od knjiga pripoveda svoju priču o Hazarima i njihovom nestanku. One čine tri strane prizme. Sem toga, roman je organizovan kroz tri vremenska sloja – srednji vek, barokno doba (17. vek) i savremeno doba (20. vek). J. Delić (1991) na sledeći način opisuje dati model:

Ma koliko izgledalo neobično, Pavićevo poređenje *Hazarskog rečnika* sa skulpturom ima smisla, i to ne samo sa stanovišta čitaoca. Matematički princip trougla i broja tri omogućava nam da roman zamislimo [...] kao ravnostranu trostranu prizmu, gdje bi vrijeme bilo zamišljeno kao prostor. [...] Ta prizma je presječena trim ravnim, gdje srednjovekovna i savremena ravan predstavljaju dva tematska sloja romana, odnosno gornju i donju osnovicu prizme, a srednja ravan bi bila sedamnaestovekovna. [...] Sasvim strog matematički red i sasvim stroga matematička „konstrukcija” vlada u *Hazarskom rečniku*, gdje je – na prvi pogled – sve haotično izmiješano. [...]

Prizma nam se čini iz još jednog razloga pogodna kao interpretativni model Pavićevog *Hazarskog rečnika*. Poznato je da prizma ima sposobnost prelamanja i razlaganja svetlosti: zrak koji izlazi iz prizme nije više onaj isti što je u nju ušao: on je postao duga.

Nešto slično se događa s dokumentarnim, naučnim materijalom koji ulazi u Pavićevu hazarsku prizmu: on se „razlaže” u hazarsku duhu, u niz fantastičnih priča o Hazarima, koje je moguće različito kombinovati. Kao što prizma u sebi sjedinjuje matematičku strogost i pravilnost s igrom svetlošću i dugom, tako i Pavićeva hazarska prizma spaja matematičku strogost, naučnu formu i najneobičniju fantastiku.

Delić (1991) ističe kako sve tri knjige postoje paralelno, u međusobnoj polemici, ali *nijedna nije dobila pravo na konačnu istinu*: tri knjige su tri ravnopravna „glasa” u neobičnoj „polifonijskoj” strukturi: svaki može biti nosilac konačne istine, ali nijedan to uistinu nije.

Kao pomoć u analizi odnosa unutar hazarske prizme, mogu nam poslužiti sledeće ’trojke’ odrednica, koje autor *Hazarskog rečnika* izdvaja u odeljku „Način korišćenja rečnika” (up. Pavić, 1997: 20–21). Odrednice se mogu porediti ’horizontalno’: npr. one posvećene učesnicima

¹⁶ Opširnije o značaju hipertekstualnosti i nelinearnosti u (postmodernoj) književnosti v. npr. u: Eco, 1996; Landow, 2006; Radin Sabadoš, 2006; Gordić Petković, 2012; Арсет, 2015; Јоцић, 2015; Гордић Петковић, 2015. Nelinearnost Pavićevog dela i dinamičnost koju ona unosi u interpretaciju dela kao kompleksne i dinamične strukture dovođena je u vezu sa uticajem koje nova otkrića o mrežnim komunikacijama izazivaju počev od 60-ih godina prošloga veka, i to kroz poređenje sa uticajima koje je kvantna fizika imala na tekstove modernizma početkom 20. veka (Ђурић, 2017).

u hazarskoj polemici u sve tri knjige (Tabela 3/b); slično i za ostale navedene 'trojke' iz tabele. Poređenje može biti i vertikalno – mogu se, recimo, porediti glavni predstavnici Crvene, Zelene i Žute knjige (Tabela 3: b, d, e) u trima vremenskim slojevima.

Tip „trojki” za poređenje		Crvena knjiga	Zelena knjiga	Žuta knjiga
a)	Isti naziv odrednice u sve tri knjige	Ateh [O1] Kagan [O4] Hazari [O12] Hazarska polemika [O13]	Ateh [O17] Kagan [O20] Hazari [O29] Hazarska polemika [O30]	Ateh [O31] Kagan [O34] Hazari [O41] Hazarska polemika [O42]
b)	Učesnici u hazarskoj polemici	Ćirilo [O11]	Kora [O21]	Sangari [O39]
c)	Hroničari hazarske polemike	Metodije [O6]	Al Bekri [16]	Halevi [O44]
d)	Istraživači hazarskog pitanja u XVII veku	Branković A. [O2]	Masudi [O23]	Koen [O35]
e)	Istraživači hazarskog pitanja u XX veku	Suk [O10]	Muavija [O25]	Šulc [O45]
f)	Đavoli	Sevast [O7]	Akšani [O15]	Efrosinija [O37]

Tabela 3. Trojke odrednica sa srodnom funkcijom u *Hazarskom rečniku*

2.3.3. Kvantitativna proučavanja Hazarskog rečnika

Pavićev *Hazarski rečnik* bio je predmet kvantitativne analize kod nas, kao jedno od dela koje je ušlo u frekvencijski opis srpske proze s kraja XX veka (Васић, 1998).¹⁷ Pri osmišljavanju koncepcije frekvencijskog rečnika *Hazarskog rečnika* [dalje: FRHR] S. Vasić takođe je imala na umu njegove osobene kompozicione modele i načine čitanja:

У обради фреквенцијског речника Павићевог романа поступили смо онако како нас је саветовао и сам писац, и посматрали смо Павићев *Речник* „као отворену књигу која када се склопи мође се дописивати: као што има свога негдашњег и садашњег лексикографа, може стећи у будућности нове списатеље, настављаче и дописиваче”. Радећи на фреквенцијском речнику овог романа, ми смо поступили као настављач-истраживач који методом фреквенцијских речника покушава да одгонетне структуру и природу Павићевог језика и речника у роману и да добије одговор на питање да ли је и језик, а не само садржина, допринео популарности књиге [...] (Васић, 1998: 20).

FRHR sadrži, između ostalog, podatke o frekvenciji svih leksema, *svih oblika* reči, *različitih* reči (uključujući i one koje se ponavljaju više puta i one koje se javljaju samo jednom [hapaksi]), koje su razvrstane i u različite vrste reči. Ti podaci omogućili su npr. da se računaju mere poput koeficijenta raznovrsnosti, kao količnika broja različitih reči sa ukupnim brojem reči, i obrnuto – srednje frekvencije kao količnika ukupnog broja reči i broja različitih reči. Liste reči

¹⁷ Za detaljnije informacije o frekvencijskim rečnicima v. npr. Јакић, 2018.

sa frekvencama organizovane su azbučno, pa čitalac može lako tražiti reči koje ga posebno zanimaju.

3. Materijal i metode

U ovom poglavlju predstavljamo način modelovanja mreže koja je predmet analize (3.1), način pripreme materijala (3.2), SNA metrike i metode korišćene u analizi (3.3), kao i alate pomoću kojih su te metrike računane (3.4).

3.1. Modelovanje mreže

Čvorove mreže predstavljaju odrednice u romanu – njih 45. Ivica grafa formira se na osnovu veze koja se ostvaruje pominjanjem imena jedne odrednice u drugoj odrednici. To znači da je ova mreža *usmerena*. Takav tip mreže nameće se kao poetički najopravdaniji, s obzirom na to da je za poetiku *Hazarskog rečnika* važan *smer* čitanja odrednica. Međutim, proučavanje samo usmerenih mreža može, bar kada je reč o nekim metrikama (npr. centralnost bliskosti ili intermedijarnosti), 'prikriti' značaj nekih odrednica kod kojih postoji značajna nesrazmera između vrednosti ulaznih i izlaznih metrika, pa se centralnost odrednice drastično menja u zavisnosti od toga da li se posmatra (ne)usmerena mreža. Uz to, za neke metrike, npr. kod izdvajanja klika i zajednica, iz metodoloških razloga neophodno je posmatrati neusmerenu mrežu. Zbog toga smo u nekim situacijama, kao sekundarne za našu analizu, navodili i rezultate proizašle iz analize neusmerene mreže. Rezultati analize neusmerene mreže, naročito u vezi sa centralnošću, mogu biti i posredno značajni, iz sledećeg razloga: većina odrednica posvećena je likovima u romanu, a mreže likova se, kad se njihove veze identifikuju na osnovu zajedničkih pojavljivanja u delovima teksta, uglavnom posmatraju kao neusmerene, što može poslužiti kao osnov za bolje poređenje mreže odrednica i mreže likova u budućim istraživanjima (v. odeljak 4.4).

Proučavali smo, pre svega, mrežu *bez težina*, jer smatramo da ona bolje odslikava prirodu *eksplicitnog* linkovanja odrednica u *Hazarskom rečniku* – tj. predstavlja bolju aproksimaciju veza koje je sam pisac uspostavio, budući da se pomenutim znacima (krstić, polumesec, Davidova zvezda, trougao) obično (mada ne nužno) samo jednom (pri prvom pominjanju) upućuje na odgovarajuću drugu odrednicu. Međutim, iz poetičkih razloga, u nekim analizama (pre svega kad je reč o centralnosti odrednica) korišćena je i težinska mreža, pri čemu je težina

ivica određena na osnovu frekvence pojavljivanja jedne odrednice u drugoj. Naime, veze sa težinom omogućuju da se razmotri eventualna *implicitna* značajnost veza, koja proizilazi iz broja pominjanja jedne odrednice u drugoj, s obzirom da se može očekivati da pominjanje jedne odrednice u drugoj npr. 40 puta (u odnosu na, recimo, samo jedno pominjanje) označava njihovu jaču vezu. Dakle, posmatranje odnosa između mrežnih metrika *bez težina* i onih *sa težinama* moglo bi ilustrovati razliku između *eksplicitne* značajnosti veza (koje autor naznačava posebnim znacima) i *implicitne* značajnosti veza (o kojima svedoči *broj* odn. *učestalost* njihovog pojavljivanja).

U nekim analizama korišćeni su atributi odrednica zasnovani na njihovoj pripadnosti različitim knjigama i vremenskim slojevima (v. Tabelu 23 u Prilogu).

Kad je reč o načinu na koji su u ovom radu tretirana imena odrednica, treba posebno istaći sledeće činjenice.

- Pod imenom nekih odrednica smatrana je ključna reč u okviru odrednice, na osnovu koje je ona prepoznatljiva u romanu: npr. *Masudi* za odrednicu *Masudi Jusuf*, ili *Avram* za odrednicu *Branković Avram*, budući da u romanu ima drugih Brankovića, a Avram se odnosi jedino na Avrama Brankovića. Preciznije o tome v. na sl. adresi: https://github.com/StefannMilosavljevic/SNA_Hazarski_recnik/blob/master/1_Ekstrakcija_veza_HR.R.
- Pod pominjanjem odrednice *Hazari* podrazumevamo pominjanje svih reči koje se odnose na Hazare, uključujući i prisvojni pridev *hazarski*; samim tim, veze sa odrednicama koje sadrže ovaj pridev (npr. *Hazarska polemika*) ujedno znače i vezu sa odrednicama pod nazivom *Hazari*.¹⁸
- Ako se u nekoj odrednici, npr. *Ćirilo*, pominje odrednica koja ima isti naziv u sve tri knjige, npr. *Ateh*, to znači da je odrednica *Ćirilo* povezana sa tri odrednice – *Ateh* u svakoj od tri knjige.

¹⁸ Takvo metodološko rešenje sledi iz činjenice što je pridev *hazarski*, kao relaciono-prisvojni pridev, semantički i gramatički približni ekvivalent genitivu imenice *Hazar(i)*, up. *hazarska princeza* \approx *princeza Hazarâ*, pa njegovo pominjanje smatramo indikatorom upućivanja i na *Hazare*. Ako je taj pridev indikator pominjanja Hazara u primerima poput *hazarska princeza*, smatramo da ga treba smatrati takvim indikatorom i kad je deo sintagme *hazarska polemika*. Primetimo da obrnuto ne važi: upućivanje na odrednicu *Hazarska polemika* na snazi je samo kad se pominju oba dela sintagme. To nam se čini i poetički opravdanim: kad se govori o *Hazarskoj polemici*, uvek se želi nešto reći i o *Hazarima*, dok obrnuto ne mora biti slučaj.

3.2. Ekstrakcija informacija za kreiranje mreža

Za potrebe analize, korišćen je tekst romana dostupan na internetu – Pavić, 1997 (ženski primerak¹⁹)²⁰. Priprema teksta za SNA analizu izvršena je delimično ručno, a delimično korišćenjem programskog jezika R²¹. Ručnom pripremom delovi teksta prilagođeni su kako bi se tekst u R-u mogao obrađivati na način koji predlaže M. Jockers (2014),²² što je podrazumevalo, pre svega, da se u tekst *Hazarskog rečnika* pred početak svake odrednice doda oznaka tipa Odrednica + broj odrednice. Dodatno, u dokumentu nad kojim je vršena analiza srpska latinična slova zamenjena su, radi lakše analize, sledećim digramima:²³

ć	Ć	č	Č	đ	Đ	š	Š	ž	Ž	Nj	nj	Lj	lj
cx	Cx	cy	Cy	dx	Dx	sx	Sx	zx	Zx	Nx	Nx	Lx	Lx

Ostatak pripreme za SNA analizu, koji je podrazumevao podelu teksta na poglavlja, formiranje listi odrednica i ekstrakciju veza između odrednica, izvršen je pomoću programskog jezika R, pre svega korišćenjem paketa *quanteda* (Benoit et al., 2018).²⁴ Kod sa pratećim objašnjenjima i drugim korišćenim paketima dostupan je na sledećoj adresi: https://github.com/StefannMilosavljevic/SNA_Hazarski_recnik/blob/master/1_Ekstrakcija_veza_HR.R.

3.3. SNA metode i metrike

Za najopštiji uvid u 'mrežnu' strukturu *Hazarskog rečnika*, korišćene su osnovne mrežne metrike, pre svega one kojima se ispituje struktura i povezanost mreže: broj čvorova, broj ivica,

¹⁹ Jedna od najistaknutijih kompozicionih i poetičkih odlika ovog romana jeste i to što on ima „pol”: od prvog izdanja (1984) na njegovim koricama stoji podatak da li je reč o „ženskom primerku” ili „muškom primerku”, dok je u XXI veku roman dobio i „androgino izdanje”. Muški i ženski primerak razlikuju se po kratkom delu teksta u romanu (i implikacijama koje on donosi), dok androgino izdanje donosi obe varijante – tako što je 'muški organ knjige', kako ga Pavić naziva, naveden u predgovoru. Međutim, muški i ženski primerak romana ne razlikuju se u meri koja bi uticala na našu analizu, pa ćemo za potrebe ovog rada te razlike zanemariti.

²⁰ Preuzet sa sledeće adrese: https://tuxdoc.com/download/milorad-pavi-hazarski-renikpdf_pdf (pristupljeno 23.11.2018).

²¹ V. <https://www.r-project.org/> (R: The R Project for Statistical Computing).

²² Ovaj autor predstavlja neke aspekte analize književnih tekstova pomoću R-a metodologijom prilagođenom studentima književnosti (naslov knjige glasi: *Text Analysis with R for Students of Literature*). Pri tome se koristi elektronskim izdanjima dela na engleskom jeziku dostupnih u okviru projekta „Gutenberg” (www.gutenberg.org), koja su već u izvesnoj meri prilagođena potencijalnim analizama: npr. svako poglavlje počinje naslovom Chapter + broj poglavlja, čime se, između ostalog, olakšava identifikacija poglavlja u tekstu.

²³ To je način beleženja u *Korpusu savremenog srpskog jezika*, koji se razvija na Matematičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu (<http://www.korpus.matf.bg.ac.rs/korpus/korpus2013adv.php>, pristupljeno 20.10.2019.)

²⁴ Dodatnu pogodnost pruža činjenica što je dostupna replikacija pomenute knjige M. Jockersa zasnovana na paketu *quanteda* (Benoit, Müller, & Nulty, 2018).

gustina mreže, geodezici, karakteristična putanju mreže, dijametar mreže, dosežnost, ekscentričnost, reciprocitet, tranzitivnost, klike. Navedene metrike, omogućile su, u skladu sa najopštijim literarnim ciljem rada, bazični uvid u poetiku i strukturu *Hazarskog rečnika* iz ugla SNA.

Da bismo uporedili mrežu odrednica sa drugim (književnim) mrežama opisanim u literaturi, pre svega kad je reč o pozicioniranju duž kontinuuma između 'realističnih' i 'fiktionalnih' mreža, što je jedan od literarnih ciljeva rada, utvrdili smo – u skladu sa mrežnim karakteristikama navedenim u Tabeli 2 – sledeće:

- dužinu prosečne putanje i koeficijent grupisanja – kako bi procenili da li se mreži odrednica može pripisati svojstvo malog sveta;
- korelaciju stepena i koeficijenta grupisanja – za utvrđivanje (ne)hijerarhizovanosti mreže;
- koeficijent asortativnosti – kao meru homofilije u mreži;
- otpornost na ciljane napade – da bi se proverilo da li je mreža ranjiva ili otporna na uklanjanje centralnih članova;
- postojanje i veličinu džinovske komponente.²⁵

Drugi literarni cilj rada podrazumeva identifikovanje zajednica u mreži, radi proučavanja njihovog odnosa prema kompoziciji romana. U tu svrhu korišćen je algoritam *walktrap*, koji se zasniva na ideji da kratki nasumični koraci imaju tendenciju da budu unutar iste zajednice (Walktrap community / R documentation). Dati algoritam je već korišćen u identifikovanju zajednica u književnim delima (Miranda et al., 2013), a u našoj analizi pokazao je najveću vrednost modularnosti (kao mere kvaliteta podele unutar mreže, up. Newman & Girvan, 2004).²⁶

U skladu sa trećim literarnim ciljem rada, ispitivali smo centralnost odrednica, i to:

- centralnost stepena, pri čemu ulazna centralnost omogućuje identifikaciju *habova* u mreži odn. odrednica na koje direktno upućuje najveći broj drugih odrednica, dok je izlazna centralnost stepena važan pokazatelj za određivanje odrednica koje su najbolje 'polazne tačke' za čitanje romana kroz praćenje direktnih 'linkova';

²⁵ Zbog izuzetno male mreže (45 čvorova), nije moguće pouzdano utvrditi tip raspodele na osnovu distribucije stepena, kao pokazatelj (ne)srazmernosti mreža, što je važan parametar za status mreža kao (ne)real(ističnih).

²⁶ U literaturi su predloženi mnogi načini za identifikaciju zajednica, od kojih je jedan od najpoznatijih *hijerarhijsko grupisanje* (*hierarchical clustering*), pomoću kojeg se na osnovu sličnosti iterativno grupišu čvorovi na osnovu sličnosti u sve veće i veće zajednice. O različitim metodama i algoritmima za izdvajanje zajednica v. npr. Blondel et al., 2008; Newman & Girvan, 2004; Pons & Latapy, 2005; Radicchi et al., 2004; Chen, Chen, & Chen, 2019.

- centralnost intermedijarnosti, koja nam pokazuje koje su odrednice važni posrednici između drugih odrednica, te čijim uklanjajem može doći do pucanja mreže;
- centralnost bliskosti, na osnovu koje smo identifikovali odrednice koje omogućuju da se od/do njih pri čitanju putem (praćenja) linkova vrlo brzo stigne;
- *Page Rank*, koji nam pruža uvid u to koje su odrednice u ispitivanim mrežama važne na osnovu toga što imaju važne susede – budući da je ova metrika zasnovana na centralnosti svojstvenog vektora.

3.4. SNA analiza u programskom jeziku R

S obzirom na to da je za pripremu teksta za analizu korišćen programski jezik R, kao i da on pruža niz mogućnosti za SNA analizu (kako je, na primer, pokazano u Galjak, 2017), i mi smo koristili ovaj programski jezik za SNA analizu. Pri tome, najviše smo se oslonili na biblioteku *igraph* (<http://igraph.org/r/>), koja omogućuje proračun svih metrika navedenih u prethodnom odeljku, kao i vizualizaciju grafova. Reč je o biblioteci koja se najviše koristi u primeni R-a u SNA analizama; ostale popularne biblioteke su *network*, *sna*, *statnet* i dr. (Galjak, 2017). Kod je dostupan na sl. adresi: https://github.com/StefannMilosavljevic/SNA_Hazarski_recnik. On je u velikoj meri zasnovan na kodu sa sledećih adresa: <https://sna.stanford.edu/rlabs.php> (McFarland et al., 2010), https://github.com/jeljov/SNALabs_at_UB (Jovanović, 2019), https://www.markanthonyhoffman.com/social_network_analysis/ (Bearman & Hoffman, 2017).

4. Rezultati i diskusija

Ovo poglavlje donosi rezultate u vezi sa povezanošću unutar mreže odrednica (4.1) i centralnošću odrednica (4.2). Rezultate sve vreme prate elementi književne analize i diskusija, zaključno sa razmatranjem odnosa tipa mreže i dinamike čitanja *Hazarskog rečnika* (4.3).

4.1. Povezanost u mreži

U ovom odeljku predstavljamo rezultate koji se odnose na povezanost razmatranih mreža. Sem cele mreže odrednica, razmatramo i tri podmreže – one koje sadrže čvorove i veze

zasnovane na njihovoj pripadnosti jednoj od triju knjiga *Hazarskog rečnika* – Crvenoj, Zelenoj ili Žutoj.

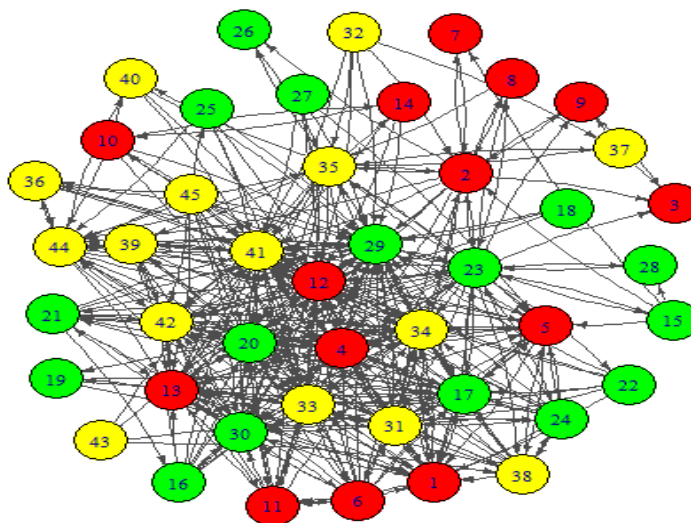
4.1.1. Povezanost na globalnom nivou

Tabelom 4 rezimirane su neke od osnovnih metrika u vezi sa povezanošću u celoj mreži i podmrežama zasnovanim na pripadnosti odrednica Crvenoj (CK), Zelenoj (ZK) i Žutoj knjizi (ŽK). S obzirom da dosežnost, ekscentričnost i stepen nemaju normalnu raspodelu, kao sumarne statistike navedene su vrednosti medijane i prvog i trećeg kvartila, u formatu Mdn (Q1, Q3).

Metrika	Cela mreža	CK	ZK	ŽK
Broj čvorova u mreži	45	14	16	15
Broj ivica u mreži	402	44	47	64
Gustina mreže	0.20	0.24	0.20	0.30
Povezanost čvorova	0	0	0	0
Dosežnost_u	44.0 (44.0, 44.0)	8.5 (4.0, 13.0)	14.0 (10.5, 14.0)	14.0 (14.0, 14.0)
Dosežnost_iz	38.0 (38.0, 38.0)	7.0 (6.0, 11.0)	11.0 (11.0, 11.0)	11.0 (11.0, 11.0)
Prosečna putanja mreže	2.15	1.88	2.04	1.88
Dijametar mreže	5	4	4	4
Ekscentičnost_u	4.00 (3.00, 4.00)	3.00 (2.00, 3.75)	2.50 (1.50, 3.00)	2.00 (2.00, 3.00)
Ekscentičnost_iz	4.00 (3.00, 4.00)	3.00 (2.00, 3.00)	3.00 (2.75, 3.00)	3.00 (3.00, 4.00)
Stepen_u	4.00 (2.00, 15.0)	2.50 (1.25, 4.00)	2.00 (0.75, 4.50)	3.00 (2.00, 7.50)
Stepen_iz	10.0 (4.00, 13.0)	2.50 (2.00, 4.00)	2.00 (1.00, 4.00)	5.00 (2.00, 6.00)
Reciprocitet	0.47	0.64	0.51	0.53
Tranzitivnost	0.62	0.65	0.58	0.65

Tabela 4. Globalne metrike u mreži odrednica i podmrežama

Podaci iz Tabele 4 ukazuju, između ostalog, na sledeće činjenice. Gustina cele mreže jednaka je ili manja od gustine pojedinačnih mreža, pri čemu je najveća gustina u Žutoj knjizi (dakle, u njoj su odrednice najgušće povezane). Međutim, iako, srazmerno gledano, cela mreža nema veću gustinu, sa aspekta čitaoca *Hazarskog rečnika* važan je podatak što cela mreža sadrži 402 ivice, dok je zbirni 'unutarknjiški' broj veza 154 (43+47+64). S tim u vezi je i veći stepen na nivou cele mreže u odnosu na tri podmreže. Navedeni podaci impliciraju da čitalac mora 'kombinovati' odrednice iz različitih knjiga kako bi uočio sve relevantne veze među njima. To se vidi i sa Slike 2.



Slika 2. Mreža odrednica

[Boje čvorova označavaju pripadnost knjizi, a strelice usmerenost relacija.]

Povezanost čvorova jednaka je 0 u svim (pod)mrežama, što znači da postoje odrednice koje bar u jednom od smerova (pošto se podaci odnose na usmerenu mrežu) nisu povezane sa drugim odrednicama (tj. da su 'izolovane'). Već ti podaci ukazuju na činjenicu da nisu sve odrednice dosežne iz svih drugih odrednica. Podaci o dosežnosti iz Tabele 4 ne dozvoljavaju nam previše zaključaka, ali je zato uvid u dosežnost pojedinačnih čvorova dosta informativniji, o čemu govorimo u t. 4.1.2.

Prosečna dužina putanja mreže kreće se oko vrednosti 2 u svim (pod)mrežama, što znači da su u proseku potrebna oko dva koraka da se dođe od jedne do druge odrednice u svakoj od (pod)mreža. Najkraća putanja između dva najudaljenija čvora na nivou cele mreže (dijametar) jeste 5; u podmrežama taj je put za korak kraći (4). Slično stoje stvari i kad se pogledaju medijane i kvartili kao sumarne karakteristike za najkraće putanje do najudaljenijih čvorova (vrednosti ekscentričnosti): putanja je malo duža u čitavoj mreži nego u trima podmrežama – i kad je reč o ulaznim, i kad se radi o izlaznim vrednostima. Podaci o dijametru i ekscentričnosti sugerišu, između ostalog, da, iako su odrednice u proseku srazmerno blizu (oko 2 koraka), ima i onih koje su značajnije udaljene u odnosu na prosek. U t. 4.1.2 detaljnije razmatramo vrednosti geodezika i ekscentričnosti na nivou pojedinačnih čvorova-odrednica.

Reciprocitet je veći u podmrežama nego u celoj mreži, što znači da postoji veća šansa za dvosmernu vezu kad je reč o vezama unutar svake od knjiga nego kad je reč o vezama među

odrednicama koje pripadaju različitim knjigama. To možemo videti i ako uporedimo tipove dijada u celoj mreži i one u podmrežama, kao u sledećoj tabeli:

Oznake cenzusa dijada	Cela mreža	Cela mreža (%)	CK	CK (%)	ZK	ZK (%)	ŽK	ŽK (%)
Obostrane veze	95	9.60	14	15.38	12	10.00	17	16.19
Asimetrične veze	212	21.41	16	17.58	23	19.17	30	28.57
Bez veza	683	68.99	61	67.03	85	70.83	58	55.24

Tabela 5. Cenzus dijada u mreži odrednica i podmrežama

Tranzitivnost (koeficijent grupisanja) približno je jednaka u svim (pod)mrežama. Lokalna tranzitivnost čvorova pozitivno je korelirana sa recipročnom vrednošću stepena ($p=0.44$), što sugeriše da ispitivana mreža, poput drugih realnih *društvenih*, ali i fikcionalnih mreža (up. Tabelu 2), jeste hijerarhijski organizovana. Ove zaključke treba shvatiti uslovno, zbog izuzetno malog uzorka.

Pošto se tranzitivnost računa nad mrežom u kojoj se veze tretiraju kao neusmerene, da bismo detaljnije utvrdili kako stoje stvari sa usmerenim vezama, pomoći će nam cenzus trijada (Tabela 6). Za nas je najzanimljiviji slučaj sa oznakom 300, koji označava tip trijade u kome su sve tri odrednice međusobno povezane u oba smera. Procentualno gledano, taj broj je najveći u Žutoj knjizi. Međutim, ako podatke opet osmotrimo iz ugla čitaoca *Hazarskog rečnika*, činjenica što u celoj mreži takvih trijada ima 106, dok ih u Crvenoj, Zelenoj i Žutoj knjizi ima, redom, 2, 1, 6, govori nam da čitalac mora pažljivo 'odmeravati' odnose pre svega na nivou cele knjige. Kad je reč o odnosu među knjigama, kao što je to bio slučaj i sa gustinom, i ovi podaci sugerišu da je povezanost odrednica najveća u Žutoj knjizi.

Oznake cenzusa	Cela mreža	Cela mreža (%)	CK	CK (%)	ZK	ZK (%)	ŽK	ŽK (%)
3	5714	40.27	117	32.14	240	42.86	95	20.88
12	3378	23.81	76	20.88	128	22.86	121	26.59
102	1596	11.25	89	24.45	63	11.25	58	12.75
021D	177	1.25	3	0.82	7	1.25	6	1.32
021U	1010	7.12	12	3.30	29	5.18	36	7.91
021C	133	0.94	3	0.82	6	1.07	7	1.54
111D	632	4.45	15	4.12	20	3.57	39	8.57
111U	230	1.62	13	3.57	17	3.04	13	2.86
030T	267	1.88	5	1.37	4	0.71	13	2.86
030C	2	0.01	0	0.00	1	0.18	0	0.00
201	97	0.68	5	1.37	9	1.61	10	2.20
120D	382	2.69	6	1.65	9	1.61	17	3.74

120U	149	1.05	4	1.10	7	1.25	9	1.98
120C	50	0.35	3	0.82	7	1.25	3	0.66
210	267	1.88	11	3.02	12	2.14	22	4.84
300	106	0.75	2	0.55	1	0.18	6	1.32

Tabela 6. Cenzus trijada u mreži i podmrežama

U Tabeli 7 uporedo su dati rezultati za cenzus trijada u mreži odrednica i u nasumično generisanoj mreži sa istom gustom:

	Oznake cenzusa	Cenzus trijada u mreži odrednica	Prosečna vrednost cenzusa trijada 100 puta nasumično generisane mreže
1	003	5714	3630.17
2	012	3378	5566.94
3	102	1596	697.94
4	021D	177	709.69
5	021U	1010	712.08
6	021C	133	1426.19
7	111D	632	356.39
8	111U	230	357.66
9	030T	267	362.2
10	030C	2	120.68
11	201	97	44.51
12	120D	382	46.02
13	120U	149	45.71
14	120C	50	89.86
15	210	267	22.87
16	300	106	1.09

Tabela 7. Cenzus trijada u mreži odrednica i u nasumično generisanoj mreži iste gustine

Vidimo da se rezultati cenzusa trijada mreže odrednica i nasumično generisane mreže prilično razlikuju. Na primer, u mreži odrednica postoje samo dve trijade tipa 030C (jednosmerne veze tipa A->B, B->C, C->A), dok ih u nasumično generisanoj mreži ima 50 puta više. Nasuprot tome, i za nas mnogo važnije – cenzus sa oznakom 300 (br. 16) u mreži odrednica javlja se 106 puta, što znači da postoji 106 trijada u kojima su sve tri odrednice međusobno povezane u oba smera; to je 100 puta veći broj nego u nasumičnoj mreži. Ovo sugerise da je grupisanje u mreži odrednica značajno, te da mreža odrednica verovatno jeste tipa malog sveta (v. t. 4.1.3).

4.1.2. Povezanost na nivou pojedinačnih čvorova

U Tabeli 24 (u Prilogu) sumirani su podaci o dosežnosti svakog čvora u celoj mreži i trima podmrežama. U celoj mreži svaka odrednica se ili može doseći iz svake druge odrednice (vrednost 44), ili se ne može uopšte doseći (vrednost 0); jedini izuzetak jeste O25 (*Muavija*), koja se doseže iz samo jedne druge odrednice. Ove podatke detaljnije analiziramo u odeljku 4.2, gde ih dovedimo u vezu sa centralnošću stepena. Kad je reč o izlaznoj dosežnosti, od svih odrednica može se dopreti do većine drugih odrednica. To, između ostalog, implicira da je svaka odrednica dobra 'početna tačka' za dalje čitanje romana – barem kad se radi o čitanju putem praćenja 'linkova'.

Postoje odrednice koje se na nivou cele mreže dosežu iz svih drugih odrednica, ali ne i iz svih odrednica u podmreži zasnovanoj na knjizi kojoj pripadaju; od važnijih odrednica takva je npr. ona o Avramu Brankoviću iz CK, koja je u podmreži dosežna iz samo 4 od 13 odrednica. Tu je i odrednica posvećena lovcima snova, koja, ako bi se posmatrala samo CK, ne bi bila uopšte dosežna, ali je na nivou cele mreže dosežna iz svih odrednica. Ovakvi podaci sugerišu da nikako nije dovoljno osloniti se na samo jednu knjigu da bi se razumela uloga neke odrednice, već se sve tri knjige moraju 'ukrstiti'.

Na nivou podmreža postoje odrednice koje generalno imaju (a) veću ulaznu nego izlaznu dosežnost i (b) obrnuto. Ako CK uzmemo za primer, u grupu (a) spadaju *Ateh*, *Kagan*, *Metodije*, *Suk*, *Ćirilo*, *Hazari*, *Hazarska polemika* i *Čelarevo*, a u grupu (b) *Branković A.*, *Branković G.*, *Lovci snova*, *Sevast*, *Skila* i *Stolpnik*. Takva situacija mogla bi sugerisati da su odrednice iz grupe (a) u 'centru interesovanja' – budući da do njih vode svi ili većina 'puteva', dok odrednice iz grupe (b) pre svega imaju ulogu da bliže obrazlože i upute na odrednice iz grupe (a). Na nivou cele mreže ova svojstva su još više izražena – (a) odrednice su ili apsolutno dosežne (većina njih) ili se (b) do njih ne može nikako stići. Po analogiji sa pojedinačnim mrežama, to bi značilo da su u 'centru interesovanja' samo dosežne odrednice. Iako ovakvo sagledavanje može delovati intuitivno prihvatljivo, može se ispostaviti da se iza takvog stanja stvari kriju neki važniji kompozicioni i/ili poetički razlozi (detaljnije o tome v. u odeljku 4.2).

Na slikama u Prilogu prikazane su vrednosti geodezika (Slika 13) odn. ekscentičnosti (Slika 14) za svaki čvor. Ovde ćemo se zadržati na nekoliko osnovnih zapažanja na nivou cele mreže (a podatke i za podmreže dajemo u tabelama 25 odn. 26 u Prilogu). Najveći prosečni ulazni geodezik ima O7 (*Sevast*), što znači da se do njega prosečno najduže 'putuje'. Teško je

nedvosmisleno odgovoriti zašto je to tako, ali evo nekoliko opaski koje mogu biti makar na tragu odgovora. Reč je o jednom od đavola, a oni su, generalno gledano, prilično izolovani u mreži (v. t. 4.1.5 za zajednice i odeljak 4.2 za status prema centralnosti); sem toga, dosta prostora u ovom romanu Sevastu je dato van samih odrednica, u jednom od apendiksa, koji nisu obuhvaćeni našom analizom (v. odeljak 4.4). S druge strane, ubedljivo najveću vrednost prosečnog izlaznog geodezika ima O3 (*Branković G.*). Tu činjenicu nije teško objasniti. Naime, to je jedina odrednica u romanu koja ne sadrži tekst nego samo uputnicu prema drugoj odrednici, koja glasi: „videti: Stolpnik”. To znači da se od ove odrednice ka drugima uvek putuje jedan korak duže: preko odrednice *Stolpnik*.

Pogled na sliku sa podacima o ekscentričnosti omogućava nam da vidimo koliko je dug put od datog čvora do njemu najudaljenijeg čvora u mreži. Kompatibilno sa podacima o geodezicima, najduži put do najudaljenijeg čvora ima O3 (*Branković G.*): 5 koraka. Imajući u vidu da je to jedini takav čvor, logično je da postoji samo jedan ulazni čvor sa ekscentričnošću 5; to je O16 (*Al Bekri*). Time smo dobili i par najudaljenijih čvorova u mreži. Proverili smo i kako tačno izgleda ta putanja: O3 (*Branković G.*) -> O9 (*Stolpnik*) -> O2 (*Branković A.*) -> O6 (*Metodije*) -> O30 (*Hazarska polemika / ZK*) -> O16 (*Al Bekri*). Evo i kratkog obrazloženja navedene putanje: *Branković G.* može upućivati jedino na odrednicu *Stolpnik* (pri čemu je *Stolpnik* nadimak Grgura Brankovića). Odatle ide veza ka Avramu Brankoviću, ocu Grgura Brankovića. Od Brankovića, kao hrišćanskog predstavnika baroknog doba, jedna od veza ide ka Metodiju, hrišćanskom hroničaru hazarske polemike. Iz te odrednice, prirodno, ide veza ka *Hazarskoj polemici* u sve tri knjige. Iz *Hazarske polemike* u ZK put vodi i do islamskog hroničara polemike, Al Bekrija Spanjarda, čijom odrednicom se završava najduža najkraća putanja koju smo naveli.

Napomena. Za svaku pojedinačnu odrednicu moguće je pratiti dosežnost, geodezike i putanje iz svih drugih odrednica. Na primer, ako nas zanima odrednica *Ćirilo* u *Hazarskom rečniku*, možemo pronaći odgovore na sledeća pitanja: iz kojih je sve odrednica ova odrednica dosežna? kolika je najkraća putanja od odrednice *Ateh* u Crvenoj knjizi do odrednice *Ćirilo*, i koje odrednice je čine? Itd. Ti podaci (npr. matrice sa dosežnošću i geodezicima) su priloženi kao prateći dokumenti uz master rad. Takav vid analize, koji pruža mnoge mogućnosti, u zavisnosti od toga koja odrednica se želi istražiti i iz kojih sve uglova, izlazi iz okvira ovoga

rada, ali dobijeni podaci svakako otvaraju vrata budućim istraživanjima usmerenim na pojedinačne odrednice.

4.1.3. Fenomen malog sveta

Da bismo utvrdili da li mreža odrednica ima svojstva malog sveta, upoređićemo njenu karakterističnu putanju i koeficijent grupisanja sa istim metrikama u nasumično generisanoj mreži koja ima isti broj čvorova i istu gustinu. Rezultate sumiramo Tabelom 8:

	Mreža odrednica	Nasumična mreža sa istom gustinom
Karakteristična putanja	2.15	1.93
Tranzitivnost	0.62	0.36
Prosečna lokalna tranzitivnost (koeficijent grupisanja)	0.5	0.3

Tabela 8. Podaci u vezi sa fenomenom malog sveta

Budući da je karakteristična putanja mreže odrednica približno jednaka karakterističnoj putanji nasumične mreže sa istom gustinom (odn. samo malo duža), te da je koeficijent grupisanja mreže odrednica gotovo duplo veći od koeficijenta nasumične mreže, zaključujemo da je mreža odrednica organizovana po principu malog sveta. To je osobina koja povezuje sve analizirane književne mreže sa realnim društvenim mrežama (up. Tabelu 2).

4.1.4. Džinovska komponenta i klike

Ukoliko posmatramo neusmerenu mrežu, svaka odrednica povezana je svim ostalim odrednicama makar u jednom od smerova. Drugim rečima, džinovska komponenta (DŽK) neusmerene mreže iste je veličine kao cela mreža (45/45 čvorova-odrednica). Ovako posmatrana, mreža bi spadala u fiktionalne mreže, koje su poznate po ogromnim povezanim komponentama (up. Tabelu 2). To je potkrepljeno i činjenicom što se DŽK ne raspada ni kada ciljano uklonimo čvor sa najvišom vrednošću centralnosti intermedijarnosti (v. t. 4.2.3 za CI). Ako redom uklanjamo sledeće najvažnije čvorove po CI, DŽK ostaje prilično velika; npr. nakon uklanjanja 4 najvažnija CI-čvora, DŽK se razbija na dve komponente, od kojih nova DŽK ima 40/41 čvorova. Dakle, mreža je poprilično otporna na ciljane napade. Ako pak posmatramo DŽK usmerene mreže, ona sadrži 39/45 čvorova (= 86.67%), što je vrednost koja ide uz realne mreže, ali vrlo blizu 'granice' (90%) za karakterizaciju fiktionalnih mreža (up. Tabelu 2). I ona je prilično otporna na ciljane napade, jer se ne raspada čak ni kad se ukloni centralni čvor po CI (a nova DŽK ostaje velika i kad se odstrane naredna dva čvora: 35/37 odn. 31/36). Ukupno gledano, po

veličini džinovske komponente i otpornosti na uklanjanje centralnih članova po CI, čini se da je mreža odrednica u *Hazarskom rečniku* bliža fikcionalnim nego real(istič)nim mrežama.

Kada je reč o klikama, one najveće (u neusmerenoj mreži²⁷) broje po 13 odrednica-čvorova; ukupno ih je tri i sumirane Tabelom 9:

Najveće klike	Odrednice
1	<i>Hazari</i> – sve tri knjige [O12, 29, 41], <i>Kagan</i> – sve tri knjige [O4, 20, 34], <i>Ateh</i> – sve tri knjige [O1, 17, 31], <i>Mokadasa</i> – u obe knjige [O24, 38] <i>Masudi</i> [O23], <i>Lovci snova</i> [O5]
2	<i>Hazari</i> – sve tri knjige [O12, 29, 41], <i>Kagan</i> – sve tri knjige [O4, 20, 34], <i>Hazarska polemika</i> – sve tri knjige [O13, 30, 42], <i>Ateh</i> – sve tri knjige [O1, 17, 31], <i>Metodije</i> [O6]
3	<i>Hazari</i> – sve tri knjige [O12, 29, 41], <i>Kagan</i> – sve tri knjige [O4, 20, 34], <i>Hazarska polemika</i> – sve tri knjige [O13, 30, 42], <i>Ateh</i> – sve tri knjige [O1, 17, 31], <i>Masudi</i> [O23]

Tabela 9. Najveće klike u (neusmerenoj) mreži

Sve tri najveće klike obuhvataju odrednice *Hazari*, *Kagan* i *Ateh* iz svih triju knjiga, a dve klike obuhvataju i odrednicu *Hazarska polemika*, koja se takođe javlja u sve tri knjige. Mogli bismo, stoga, reći da su sve centralne odrednice, tj. one odrednice koje svoja mesta nalaze u svim trima knjigama, međusobno dobro umrežene. Ako je to donekle očekivano, zanimljivo može biti pogledati koje to odrednice, van ovih 'troknjiških', čine deo najvećih klica. U dve takve klike to je odrednica *Masudi* [O23]; tu su, zatim, odrednice posvećene Mokadasi [O24 (ZK), O38 (ŽK)], Metodiju [O6] i lovcima snova [O5].

4.1.5. Zajednice u mreži

Zajednice identifikovane algoritmom *walktrap* u neusmerenoj mreži sa težinama prikazane su u Tabeli 10. Prikazane su zajednice na osnovu podataka sa težinama jer je tada veća vrednost modularnosti (0.19) nego kad se težine ne uzmu u obzir (0.13 – sa 3 koraka, što je broj koraka koji daje najveću vrednost). Takođe, to je veća vrednost modularnosti u odnosu na druge algoritme koje smo testirali: *Edge Betweenness* (0.01), *Louvain Method* (0.18), aglomerativno hijerarhijsko grupisanje (0.02). Rezultati algoritma koji je pokazao najveću vrednost modularnosti ispostavili su se i najpogodnijim za interpretaciju zajednica u kontekstu *Hazarskog rečnika*.

1	Akšani [15], Prstomet [28]
2	Branković G. [3], Stolpnik [9]
3	Lovci snova [5], Suk [10], Hazari/CK [12], Čelarevo [14], Al Bekri [16], Zidar muzike [18], Masudi [23], Muavija [25], Odlomak iz Basre [27], Hazari/ZK [29], Daubmanus [33], Liber Cosri [36], Jehuda Ibn [40],

²⁷ Ova metrika se ne može računati u usmerenoj mreži.

	Hazari/ŽK [41], Hazarski ćup [43], Halevi [44], Šulc [45]
4	Ateh/CK [1], Ateh/ZK [17], Ibn Hadraš [19], Ku [22], Mokadasa/ZK [24], Ateh/ŽK [31], Mokadasa/ŽK [38]
5	Branković A. [2], Skila A. [8]
6	Veridbeni ugovor Samuela Koena i Lidisije Saruk [32], Koen [35]
7	Kagan/CK [4], Metodije [6], Ćirilo [11], Hazarska polemika / CK [13], Kagan/ZK [20], Kora [21], Hazarska polemika / ZK [30], Kagan/ŽK [34], Sangari [39], Hazarska polemika / ŽK [42]
8	Sevast [7]
9	Sabljak [26]
10	Efrosinija [37]

Tabela 10. Zajednice u (neusmerenoj) mreži odrednica (sa težinama)
[Za svaku odrednicu naveden je u uglastim zagradaama njen jedinstveni identifikator u mreži.]

Kakve se pravilnosti u pripadnosti odrednica zajednicama mogu uočiti? Pokušaćemo da ih skiciramo makar u glavnim crtama. U zajednici (3) nalaze se Hazari iz sve tri knjige i već sama ta činjenica dosta pomaže u objašnjenju zašto su ostale odrednice iz ove zajednice baš tu – imajući u vidu njihovu povezanost sa Hazarima. Zanimljivo je da se u ovoj zajednici nalaze odrednice posvećene svim trima davedesetovekovnim istraživačima hazarskog pitanja (*Suk*, *Muavija*, *Šulc*), dok iz nje odsustvuju učesnici hazarske polemike (srednji vek). Od najvažnijih odrednica tu su i *Daubmanus* i *Masudi*. Čine je i dva od tri hroničara hazarske polemike: *Al Bekri* i *Halevi*. Manje važne odrednice uglavnom su ili u vezi samo sa Hazarima (*Hazarski ćup*) ili su (i) u posebnoj vezi sa nekim drugim važnim odrednicama iz zajednice: npr. *Čelarevo* kao arheološko nalazište koje proučava dr Suk, *Liber Cosri* kao Halevijevo delo (prevod knjige o Hazarima), čiji je prevodilac Jehuda Ibn, čija je odrednica takođe u zajednici. Zajednici (3) pripada i odrednica *Odlomak iz Basre*, u kojoj se govori o spisu za koji se pretpostavlja da je deo *Daubmanusovog* rečnika.

Zajednicu (4) mogli bismo okarakterisati kao 'zajednicu orijentisanu ka princezi Ateh'. U njoj se, naime, sem odrednica *Ateh* iz sve tri knjige, nalaze odrednice posvećene Mokadasi iz obeju knjiga u kojima se ona javlja (ZK i ŽK), a Mokadasa se u romanu pominje kao njen ljubavnik. U njoj su i Ibn Hadraš, demon koji je princezi Ateh oduzeo pol, te, najzad, *Ku* – odrednica koja sadrži povest o vrsti ploda koja se sa Ateh dovodi u vezu tako što se u njoj kaže da je 'ku' jedina reč koju Ateh može da izgovori nakon što joj je šejtan oduzeo hazarski jezik.

U zajednici (7) nalazi se *Hazarska polemika* iz sve tri knjige, *Kagan* iz sve tri knjige, učesnici u polemici iz sve tri knjige (*Ćirilo*, *Kora*, *Sangari*), kao i jedan od hroničara polemike, *Metodije* – verovatno zbog veze sa *Ćirilom*.

Zanimljivo je da su sva tri barokna predstavnika u različitim zajednicama: *Masudi* u zajednici (3), *Branković A.* u zajednici (2) (zajedno sa odrednicom *Skila*, posvećenom njegovom slugi), a *Koen* u zajednici (6), uz odrednicu *Veridbeni ugovor Samuela Koena i Lidisije Saruk*.

Svi demoni (*Akšani*, *Efrosinija*, *Sevast*) izolovani su, s tim što je Akšani 'u društvu' odrednice *Prstomet*, što je naziv za muzički izraz po kome je upravo Akšani poznat. Izolovane su i neke druge, (poetički) manje važne odrednice, npr. *Sabljak*.

4.1.6. Homofilija

U sledećoj tabeli naveden je koeficijent asortativnosti u mreži odrednica, i to (1) prema stepenu, (2) na osnovu pripadnosti odrednica određenoj knjizi (CK, ZK, ŽK), kao i (3) po pripadnosti vremenskim slojevima (srednjovekovni, barokni, dvadesetovekovni).

Tip homofilije		Koeficijent asortativnosti
1	Prema stepenu	-0.20
2	Prema pripadnosti istoj knjizi	0.09
3	Prema pripadnosti istom vremenskom sloju	0.29

Tabela 11. Koeficijent asortativnosti

Iz date tabele vidimo da je asortativnost po stepenu negativna odn. da nema korelacije među susednim odrednicama prema vrednosti stepena. To je osobina koja bi mrežu odrednica svrstala u fiktionalne mreže (v. Tabelu 2). Setimo se da je pozitivna asortativnost po stepenu karakteristika samo *društvenih* mreža, dok ostale realne mreže (npr. internet, *www* i dr.) gotovo bez izuzetka nisu asortativne (Newman & Park, 2003). Pošto mreža odrednica nije *društvena mreža*, pa čak ni *fiktionalna društvena mreža* (karaktera), to nije neočekivano – a naročito stoga što se odrednice sa niskim ili srednjim stepenom retko povezuju jedne s drugima, već se takve veze javljaju uglavnom sa onima koje imaju visok stepen.

Kada je reč o asortativnosti po atributima, ona je pozitivna za oba ispitivana atributa, ali mnogo veća kod vremenskog sloja. To znači da se odrednice mnogo više grupišu na osnovu sličnosti zasnovane na pripadnosti istom vremenskom sloju nego na pripadnosti istoj knjizi. Dakle, onaj kompozicioni okvir *Hazarskog rečnika* koji je na 'prvi pogled' istaknutiji (koji se može uočiti čim se otvori knjiga, odn. njen sadržaj), a to je podeljenost na tri knjige, manje je značajan za grupisanje odrednica nego vremenska organizacija odrednica odn. pojmova kojima su te odrednice posvećene. Nema sumnje da ovi podaci zaslužuju detaljniju pažnju i diskusiju, ali za sada ćemo ostati na sledećoj vrlo opštoj pretpostavci. U svakoj od knjiga postoje mnoge

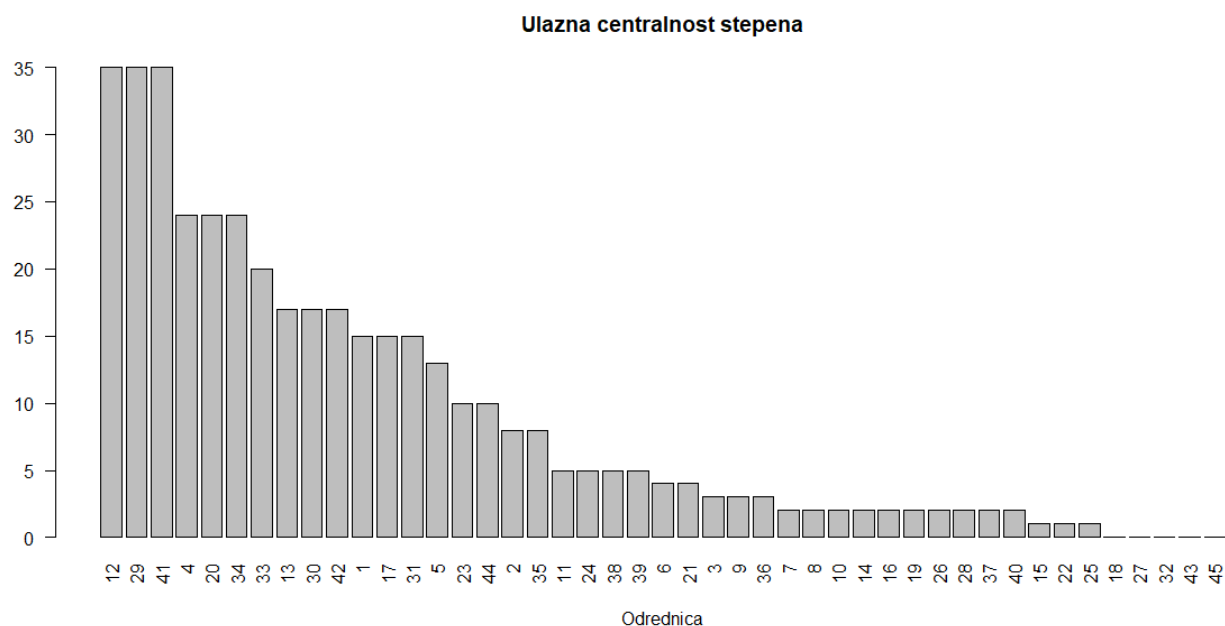
odrednice koje opisuju iste aktore (likove i događaje) u određenom vremenskom periodu, iako, naravno, na različit način. Recimo, u *Hazarskoj polemici* u sve tri knjige pojaviće se mnogi isti akteri iz srednjeg veka: Hazari, princeza Ateh, kagan, učesnici u polemici, hroničari polemike itd. Stoga, makar vrlo ugrubo sagledano, čini se očekivanim to što je homofilija izraženija prema vremenskom sloju nego prema pripadnosti određenoj knjizi.

4.2. Mere centralnosti čvorova

Centralnost čvorova računali smo samo za celu mrežu odrednica, budući da je upravo prethodna analiza povezanosti unutar mreže pokazala da su veze među različitim knjigama ključne za razumevanje strukture romana.

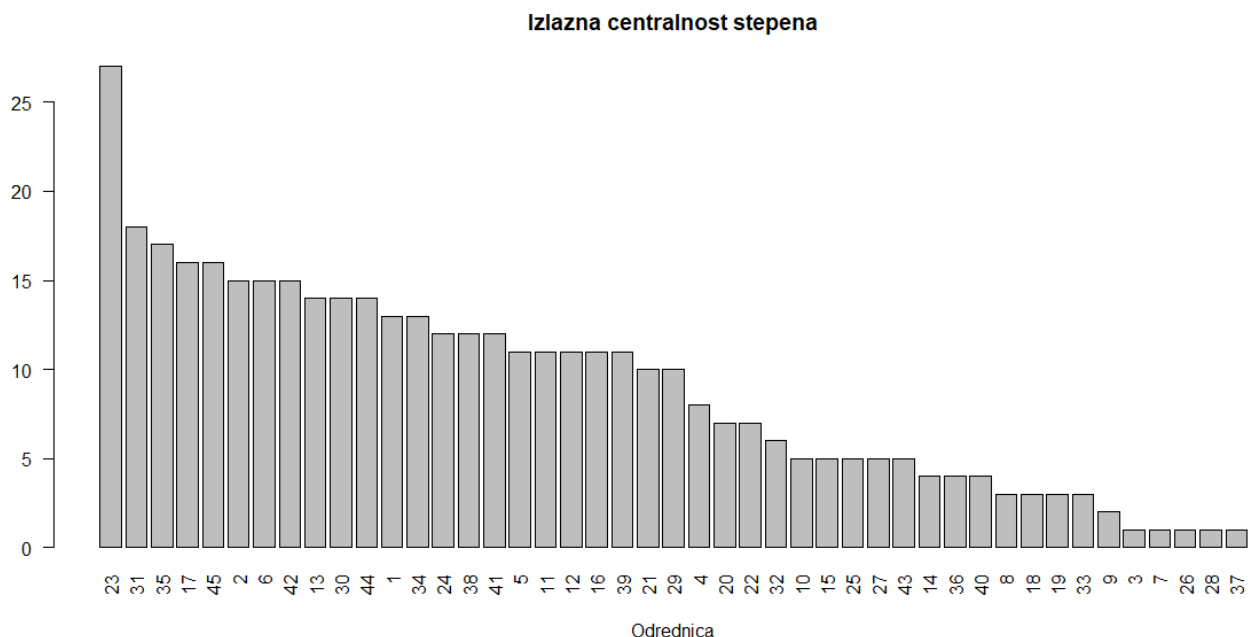
4.2.1. Centralnost stepena [CS]

Pogledajmo najpre podatke o CS zasnovanoj na ulaznim vrednostima, sumirane Slikom 3. *Habovi* u mreži, tj. odrednice sa ubedljivo najvećom vrednošću ulazne CS, jesu one posvećene Hazarima [O12, O29, O41], a za njima slede one koje govore o kaganu u sve tri knjige [O4, O20, O34], zatim *Daubmanus* [O33] i *Hazarska polemika* [O13, O30, O42]. U skladu sa podacima koje smo napred izneli u vezi sa dosežnošću, one odrednice koje uopšte nisu dosežne imaju, logično, vrednost ulazne CS 0. Među njima je i O45, koja govori o doktorki Šulc, jedna od poetički najvažnijih odrednica u romanu.



Slika 3. Centralnost stepena prema ulaznim vrednostima stepena

Sa Slike 4 se vidi da upadljivo najveću vrednost izlazne CS ima O23 (*Masudi*), zatim O31 (*Ateh/ŽK*). Nakon toga ova vrednost veoma postepeno opada, sa sledećim odrednicama pri vrhu (koje imaju istu vrednost): O17 (*Ateh/ZK*), O35 (*Koen*), O42 (*Hazarska polemika / ŽK*), O45 (*Šulc*). Zanimljivo je da se odrednica *Šulc* nalazi u samom vrhu po izlaznom stepenu, dok, kako smo videli, nijedna druga odrednica nije 'linkovana' ka njoj.



Slika 4. Centralnost stepena prema izlaznim vrednostima stepena

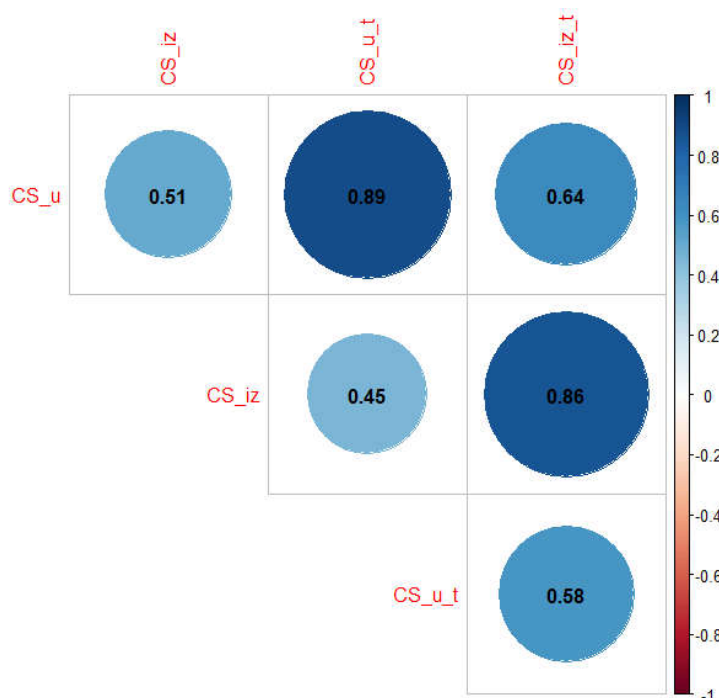
Navedenu nesrazmeru između izlaznih i ulaznih vrednosti čvorova lepo pokazuje Slika 15 u Prilogu. Na njoj su uočljive kako vrednosti koje imaju mnogu višu ulaznu nego izlaznu vrednost stepena (npr. O12 [*Hazari/CK*], O20 [*Kagan/ZK*]), tako i one kod kojih je obrnuto (a naročito pomenuta O45 [*Šulc*]). Ima i onih odrednica sa približnim ulaznim i izlaznim vrednostima stepena (npr. O1 [*Ateh/CK*], O17 [*Ateh/ZK*], O42 [*Hazarska polemika / ŽK*]).

U Tabeli 12 sumirane su vrednosti CS za prvih 10 odrednica, uključujući i one sa težinama, a na Slici 5 prikazana je korelacija između različitih 'varijanti' CS prema usmerenosti i težini (rezultati Spirmanovog testa).

Odrednica	CS_u	Odrednica	CS_u_t	Odrednica	CS_iz	Odrednica	CS_iz_t
Hazari/CK	35	Hazari/CK	540	Masudi	27	Masudi	251
Hazari/ZK	35	Hazari/ZK	540	Ateh/ŽK	18	Haz. pol./ŽK	222
Hazari/ŽK	35	Hazari/ŽK	532	Koen	17	Šulc	206

Kagan/CK	24	Kagan/ŽK	190	Ateh/ZK	16	Hazari/ŽK	201
Kagan/ZK	24	Kagan/ZK	173	Šulc	16	Hazari/CK	188
Kagan/ŽK	24	Kagan/CK	157	Branković A.	15	Hazari/ZK	179
Daubmanus	20	Ateh/ZK	62	Metodije	15	Haz. pol./CK	173
Haz. pol./CK	17	Ateh/CK	61	Haz. pol./ŽK	15	Ateh/ŽK	133
Haz. pol./ZK	17	Ateh/ŽK	58	Haz. pol./CK	14	Branković A,	118
Haz. pol./ŽK	17	Koen	50	Haz. pol./ZK	14	Kagan/CK	98

Tabela 12. Prvih 10 odrednica po centralnosti stepena



Slika 5. Centralnost stepena – korelacije

Povodom odnosa broja direktnih veza i njihove težine, u literaturi, kako onoj posvećenoj SNA uopšte (Opsahl, Agneessens, & Skvoretz, 2010), tako i onoj o primeni SNA u proučavanju književnih dela (Masías et al., 2016), istaknuto je da je broj veza, najopštije posmatrano, važniji od težina, tako da je za dati čvor bitnije da ostvaruje veći broj različitih veza nego manji broj veza sa većim težinama. Ali, ako se posmatra odnos između čvorova koji imaju jednak broj veza, veća težina značiće i veći uticaj (up. Opsahl, Agneessens, & Skvoretz, 2010). I za našu analizu od primarnog značaja jeste CS bez težina odn. broj *različitih* direktnih veza. CS sa težinom označava, praktično, ukupnu frekvencu date odrednice u svim drugim odrednicama. Ako se posmatra ulazni stepen, prvih šest odrednica sa najvećom CS imaju i najveći broj ukupnih direktnih veza (*Hazari* odn. *Kagan* u sve tri knjige). *Hazarska polemika* iz svih triju knjiga

ostvaruje veći broj različitih veza, ali je *Ateh* iz svih knjiga sveukupno frekventnija; među prvih 10, 'umesto' *Daubmanusa*, tu je još i *Koen*. Kod izlaznog stepena razlike su nešto osetnije, ali se opet među prvih 10 nalazi šest istih odrednica (*Masudi*, *Ateh* [ŽK], *Hazarska polemika* [ŽK, CK], *Branković Avram* i *Šulc*). Korelacija između centralnosti stepena sa i bez težina jeste visoka: $\rho=0.89$ za ulaznu i $\rho=0.81$ za izlaznu centralnost; dakle, generalno gledano, većina odrednica sa velikim brojem direktnih veza (prema *različitim* odrednicama) ima i velike težine.

Za književnu analizu može biti zanimljivo da se vidi kako stoje 'trojke' odrednica, tj. odrednice koje imaju srodnu 'funkciju' u sve tri knjige (v. Tabelu 3 u poglavlju 2). Pogledajmo, stoga, Tabelu 13.

Id	Odrednica	CS u	Rang	CS u t	Rang	CS iz	Rang	CS iz t	Rang
1	Ateh	15	11	61	8	13	12	88	12
17	Ateh	15	11	62	7	16	4	71	15
31	Ateh	15	11	58	9	18	2	133	8
4	Kagan	24	4	157	6	8	24	98	10
20	Kagan	24	4	173	5	7	25	74	14
34	Kagan	24	4	190	4	13	12	28	23
12	Hazari	35	1	540	1	11	17	188	5
29	Hazari	35	1	540	1	10	22	179	6
41	Hazari	35	1	532	3	12	14	201	4
13	Haz. pol.	17	8	36	16	14	9	173	7
30	Haz. pol.	17	8	41	12	14	9	77	13
42	Haz. pol.	17	8	39	13	15	6	222	2
Učesnici u hazarskoj polemici									
11	Ćirilo	5	19	28	18	11	17	62	18
21	Kora	4	23	11	25	10	22	62	18
39	Sangari	5	19	6	31	11	17	45	22
Hroničari hazarske polemike									
6	Metodije	4	23	12	23	15	6	69	16
16	Al Bekri	2	28	3	36	11	17	65	17
44	Halevi	10	15	39	13	14	9	54	21
Barokni istraživači hazarskog pitanja									
2	BrankovićA.	8	17	17	21	15	6	118	9
23	Masudi	10	15	37	15	27	1	251	1
35	Koen	8	17	50	10	17	3	96	11
Dvadesetovekovni istraživači hazarskog pitanja									
10	Suk	2	28	12	23	5	28	22	25
25	Muavija	1	38	19	19	5	28	18	26
45	Šulc	0	41	0	41	16	4	206	3
Demoni									
7	Sevast	2	28	13	22	1	41	1	44
15	Akšani	1	38	5	33	5	28	5	37
37	Efrosinija	2	28	19	19	1	41	3	40

Tabela 13. Poređenje 'trojki' odrednica prema centralnosti stepena

Hazari iz svih triju knjiga jesu *habovi* u mreži – tj. odrednice na koje druge odrednice najčešće direktno upućuju. To je sasvim očekivano, budući da *Hazarski rečnik* M. Pavića govori o sudbini Hazara, tj. sve tri knjige *Hazarskog rečnika* pripovedaju svoju 'istinu' o njima. Nasuprot tome, po izlaznoj CS, *Hazari* ni iz jedne knjige nisu u samom vrhu. Nije teško pretpostaviti zašto je to tako: sve druge odrednice (ne)posredno govore nešto o Hazarima, dok odrednice o Hazarima ne moraju nužno svedočiti o drugim odrednicama. Drugim rečima, sve ostale odrednice imaju funkciju da bliže osvetle saznanja o Hazarima (jer su Hazari u centru interesovanja), dok obrnuto ne mora biti slučaj. Dalje, najveći broj drugih odrednica direktno upućuju na one koje se nalaze u sve četiri knjige: *Hazari*, *Ateh*, *Hazarska polemika*, *Kagan*. Ni to ne iznenađuje, budući da im sam Pavić, smestajući ih u sve tri knjige, daje povlašćen status. Jedina odrednica koja se između njih 'umešala' po visokom ulaznom stepenu jeste *Daubmanus* iz Žute knjige, koja se nalazi odmah iza Hazara i kaganā. Ovo je, takođe, razumljivo: Pavićev *Hazarski rečnik* predstavlja se kao rekonstruisano izdanje Daubmanusovog „Hazarskog rečnika” iz 17. veka.

Sva tri dvadesetovekovna istraživača hazarskog pitanja nalaze se na samom dnu po ulaznoj centralnosti stepena: *Šulc* 0, *Muavija* 1, *Suk* 2. Dodatni uvid u podatke o dosežnosti omogućuje nam da vidimo da se do dr Muavije jedino stiže od dr Šulc (drugim rečima, ne postoje druge posredne putanje, pošto odrednicu *Šulc* nije moguće doseći od drugih odrednica). *Suk* je dosežan iz svih odrednica, zahvaljujući vezi sa odrednicom *Čelarevo* – ali podaci o geodezicima ukazuju da je put od svih drugih odrednica do Suka između 3 i 4 koraka, što je znatno više od prosečne najkraće putanje u mreži (oko 2 koraka). Naizgled paradoksalno, odrednica o dr Šulc zauzima visoko mesto kad je reč o izlaznoj CS. Zašto postoji ogromna nesrazmera između ulaznih i izlaznih mera centralnosti kod dvadesetovekovnih istraživača hazarskog pitanja? Specifičnije, zašto do dr Šulc nema nijedne direktne veze, dok, istovremeno, ona 'isporučuje' velik broj veza prema drugim odrednicama? Prema našem mišljenju, to je pitanje u velikoj meri povezano sa metodologijom čitanja, koju je Pavić pažljivo gradio. Evo mogućeg objašnjenja. Jedan od načina čitanja *Hazarskog rečnika* jeste da se 'prelazi' sa odrednice na odrednicu na osnovu direktnih 'linkova' odn. na osnovu toga što se jedna od odrednica pominje u drugoj – što je i bila osnova za uspostavljanje veza među odrednicama koje čine mrežu koju razmatramo. Međutim, takvom strategijom čitanja nikada se ne može dopreti do odrednice posvećene dr Šulc. Drugim rečima, čitalac do ove odrednice mora doći tako što će

izabrati neki drugi način čitanja (npr. tako što će početi da čita roman od te odrednice, tako što će odrednice čitati redom, ili pak po 'trojkama' odrednica, itd.). U književnoj kritici ovakvo stanje nije prošlo nezapaženo. Govoreći o strategiji čitanja kroz (direktno) sleđenje linkova, T. Ikonen (2006) ističe da ona isključuje neke odrednice, od kojih je jedna *Šulc*. Prema ovom autoru, takvo stanje stvari teško da je slučajno: reč je o izuzetno važnoj odrednici – onoj koja otkriva razliku između muškog i ženskog primerka knjige (to je, naravno, samo jedan od aspekata zašto je ova odrednica poetički i kompoziciono važna, ali prilično ilustrativan). Mogli bismo, dakle, pretpostaviti da je ona namerno ostavljena 'strpljivijim' čitaocima, koji se neće osloniti samo na jedan način čitanja, ma koliko on bio prijemčiv ili zabavan. U tom smislu, zanimljivo je da se i odrednica posvećena dr Muaviji može direktnim 'linkovanjem' doseći samo iz odrednice *Šulc*. I za ovo zasigurno postoje poetički i kompozicioni razlozi: setimo se, između ostalog, činjenice da u *Hazarskom rečniku* Appendix II donosi razrešenje ubistva dr Muavije, što znači da i ova odrednica (kao i sam lik dr Muavije) ima posebno mesto u kompoziciji romana. Pomenuli bismo još jedan mogući razlog za nisku upućenost drugih odrednica na dvadesetovekovne istraživače. Kako pripadaju najvišem vremenskom sloju (20. vek), oni ne mogu učestvovati u događajima koji se odnose na niže slojeve (barok, srednji vek), pa bi se, eventualno, mogli pominjati u drugim odrednicama iz perspektive sveznajućeg pripovedača, a ne iz perspektive samih događaja i likova u njima – što se očigledno ne dešava u Pavićevom romanu.

Postoje i druge odrednice do kojih se ne može stići direktnim 'linkovanjem'. To su *Zidar muzike* [O18], *Hazarski ćup* [O43], *Veridbeni ugovor Samuela Koena i Lidisije Saruk* [O32], *Odlomak iz Basre* [O27]. Reč je o odrednicama koje se, generalno, nalaze na periferiji po svim metrikama i koje poetički nemaju tako važno mesto kao dvadesetovekovni istraživači. Da li se do njih ne može doći direktnim vezama od drugih odrednica samo zato što su manje važne za kompoziciju, ili se i u njima krije neka važna 'tajna', ostavićemo za neka dalja istraživanja. Ono što je u ovom trenutku najvažnije u vezi sa odrednicama sa nultim ulaznim stepenom, prema našem mišljenju, jeste sama činjenica što takve odrednice postoje u strukturi romana. Kakvi god da su razlozi za to, one 'opominju' čitaoca da nikada neće pročitati ceo roman ako pokuša da ga pročita *samo* sledeći direktne veze među odrednicama. One se, drugim rečima, na neki način 'staraju' o čitaćevoj kreativnosti pri izboru strategija čitanja, što je, uostalom, jedan od glavnih ciljeva Pavićevog pisanja. Prednost SNA anize jeste u tome što nam poprilično brzo i egzaktno

omogućuje da (u)vidimo takve činjenice (razume se, pod uslovima u kojima je definisana mreža, tj. veze među odrednicama).

4.2.2. Centralnost bliskosti [CB]

Ulazna i izlazna centralnost bliskosti računaju se nad džinovskom komponentom mreže – s obzirom na to da ona sadrži putanje od datog čvora do svih ostalih. Videli smo u odeljku 2.1 da CB meri koliko je dati čvor blizu svih ostalih čvorova u mreži. U skladu sa tim, ulazna CB meri prosek broja koraka koje treba preduzeti da se dođe do datog čvora od svih drugih dosežnih čvorova u mreži, a izlazna CB broj koraka od datog čvora do svih ostalih. U Tabeli 14 prikazane su najbolje rangirane odrednice prema ulaznoj i izlaznoj CB, sa i bez težina.

Odrednica	CB_u	Odrednica	CB_u_t	Odrednica	CB_iz	Odrednica	CB_iz_t
Hazari/CK	0.79	Hazari/CK	2.94	Masudi	0.76	Masudi	1.70
Hazari/ZK	0.79	Hazari/ZK	2.94	Koen	0.63	Branković	1.36
Hazari/ŽK	0.79	Hazari/ŽK	2.94	Branković A,	0.60	Koen	1.29
Kagan/CK	0.70	Kagan/ŽK	1.47	Ateh/ŽK	0.60	Ateh/ZK	1.25
Kagan/ZK	0.70	Kagan/ZK	1.46	Ateh/ZK	0.58	Haz. pol./CK	1.24
Kagan/ŽK	0.70	Kagan/CK	1.46	Haz. pol./ŽK	0.58	Ateh/ŽK	1.13
Haz. pol./CK	0.59	Lovci snova	1.33	Al Bekri	0.54	Metodije	1.11
Haz. pol./ZK	0.59	Masudi	1.30	Mokadasa	0.54	Skila	1.09
Haz. pol./ŽK	0.59	Koen	1.21	Kagan/ŽK	0.53	Haz. pol./ŽK	1.08
Daubmanus	0.58	Efrosinija	1.14	Metodije	0.52	Hazari/ZK	1.06

Tabela 14. Prvih 10 odrednica prema centralnosti bliskosti

Vidimo da najveću vrednost prema ulaznoj CB, a samim tim i najbolji položaj u mreži prema ovom indikatoru, imaju *Hazari* i *Kagan* iz svih triju knjiga (ali se redosled nakon njih drastično menja ako se u obzir uzmu težine). Najveću vrednost po izlaznoj CB ima *Masudi*, a zatim slede i preostala dva barokna predstavnika: *Koen* i *Branković A.* – bez obzira na to da li se u obzir uzimaju težine. Redosled zatim, kao i kod ulazne CB, varira u zavisnosti od težine veza. Obuhvatnosti radi, na Slici 16 (u Prilogu) prikazane su uporedne vrednosti za ulaznu i izlaznu CB (bez težina).

Rangiranje odrednica prema CB vrlo je slično onom prema CS. To potvrđuje i korelacija među njima (između ulaznih vrednosti $\rho=0.96$, a između izlaznih $\rho=0.91$, u oba slučaja bez težina – v. t. 4.2.5). Stoga 'trojke' odrednica nećemo detaljnije komentarisati, već ćemo podatke samo sumirati Tabelom 27 u Prilogu.

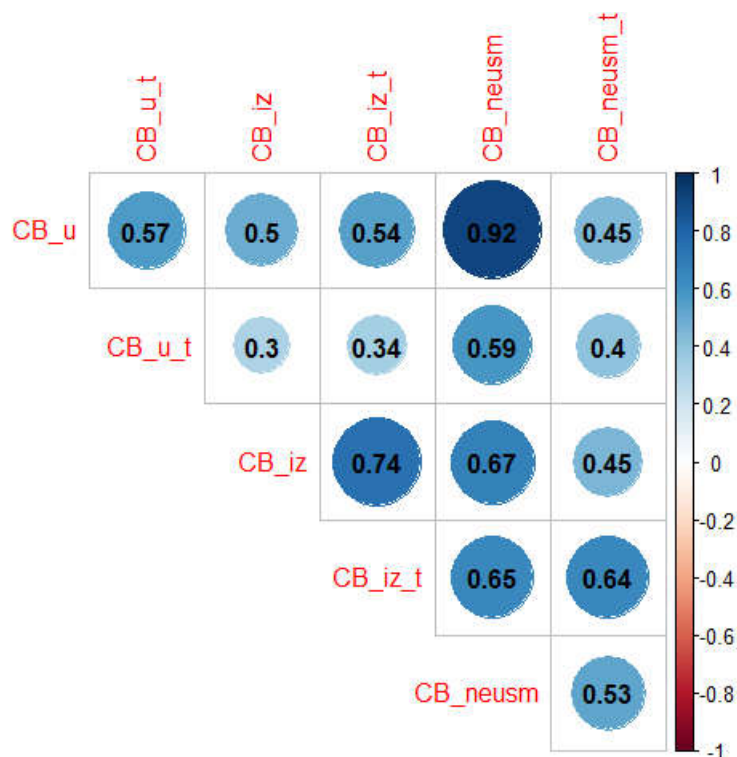
Pogledajmo i kako izgleda CB u neusmerenoj mreži (prvih 10 odrednica), da bismo uključili i one čvorove koji nisu dosežni u usmerenoj mreži (Tabela 15).²⁸ Najzanimljiviji nalaz, prema našem mišljenju, jeste što se pri samom vrhu mreže sa težinama nalazi *Šulc* (4. mesto), koje uopšte nema u džinovskoj komponenti usmerene mreže (zato što nije dosežna od drugih čvorova). Ako zanemarimo težine, ove odrednice, ipak, nema u vrhu. To nam pokazuje kako se topologija mreže može poprilično razlikovati u zavisnosti od (ne)uključenosti težina.

Odrednica	CB_neusm	Odrednica	CB_neusm_t
Hazari/CK	0.83	Hazari/CK	4.03
Hazari/ZK	0.83	Hazari/ZK	4.01
Hazari/ŽK	0.83	Hazari/ŽK	4.00
Masudi	0.73	Šulc	3.22
Kagan/ŽK	0.70	Haz. pol./ŽK	2.74
Kagan/CK	0.69	Kora	2.61
Kagan/ZK	0.69	Branković A.	2.59
Ateh/ŽK	0.66	Masudi	2.57
Haz. pol./CK	0.65	Al Bekri	2.51
Haz. pol./ZK	0.65	Zidar muzike	2.43

Tabela 15. Prvih 10 odrednica prema centralnosti bliskosti u neusmerenoj mreži

Detaljnija slika o odnosu različitih 'varijanti' CB po usmerenosti i težini može se steći ako se pogleda korelacija među njima (Slika 6). Sa slike se vidi da korelacija između CB različitih usmerenosti nije visoka: $\rho=0.5$, a sa težinama još manja, $\rho=0.34$. Korelacija između ulaznih CB bez težina jeste $\rho=0.57$, a sa težinama srazmerno viša: $\rho=0.74$. Najviši stepen korelacije postoji između ulazne CB i CB neusmerene mreže (bez težina), $\rho=0.92$; zanimljivo, odnos ulazne i neusmerene CB drastično pada sa težinama: $\rho=0.4$.

²⁸ Pošto su sve odrednice međusobno dosežne u neusmerenoj mreži (jer između svake dve postoji veza makar u jednom smeru), vrednosti CB u neusmerenoj mreži moguće je računati nad celom mrežom.



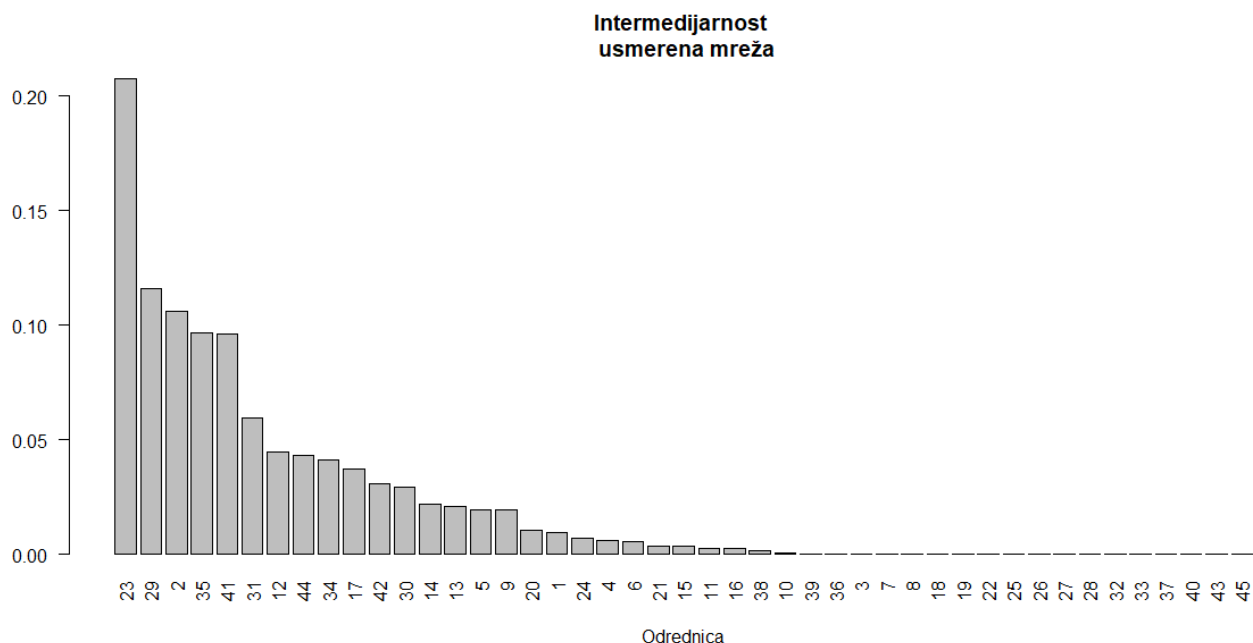
Slika 6. Centralnost bliskosti – korelacije

4.2.3. Centralnost intermedijarnosti [CI]

Na Slici 7 prikazane su odrednice prema CI u usmerenoj mreži bez težina, dok Tabela 16 donosi uporedni prikaz prvih 10 odrednica po CI u usmerenoj i neusmerenoj mreži sa i bez težina. Sa Slike 7 vidi se da najveću CI vrednost ima O23 (*Masudi*); za njom slede O29 (*Hazari/ZK*), O2 (*Branković A.*) i O35 (*Koen*). To znači da su, sem Hazara, potencijalni *brokeri* u mreži barokni predstavnici triju knjiga (*Masudi*, *Branković*, *Koen*), jer se oni, uz Hazare, nalaze na najvećem broju najkraćih putanja između ostalih odrednica-čvorova. *Masudi* zauzima prvo mesto po CI i u usmerenoj i u neusmerenoj mreži. U neusmerenoj mreži između ove odrednice i preostalih baroknih predstavnika „isprečili” su se *Hazari* iz svih triju knjiga, ali činjenica je da u obe mreže barokni predstavnici jesu u samom vrhu.

Kada je reč o mrežama sa težinama, rezultati Spirmanovog testa korelacije (Slika 8) pokazuju da između varijanti sa težinama i bez njih postoji srazmerno visoka korelacija ($\rho=0.84$ za usmerenu odn. $\rho=0.76$ za neusmerenu mrežu). Međutim, dok je korelacija CI usmerene i neusmerene mreže bez težina relativno visoka ($\rho=0.76$), korelacija između CI mreža različitih usmerenja sa težinama ima vrednost $\rho=0.50$. Tu razliku odslikavaju i podaci iz Tabele 16, u kojoj

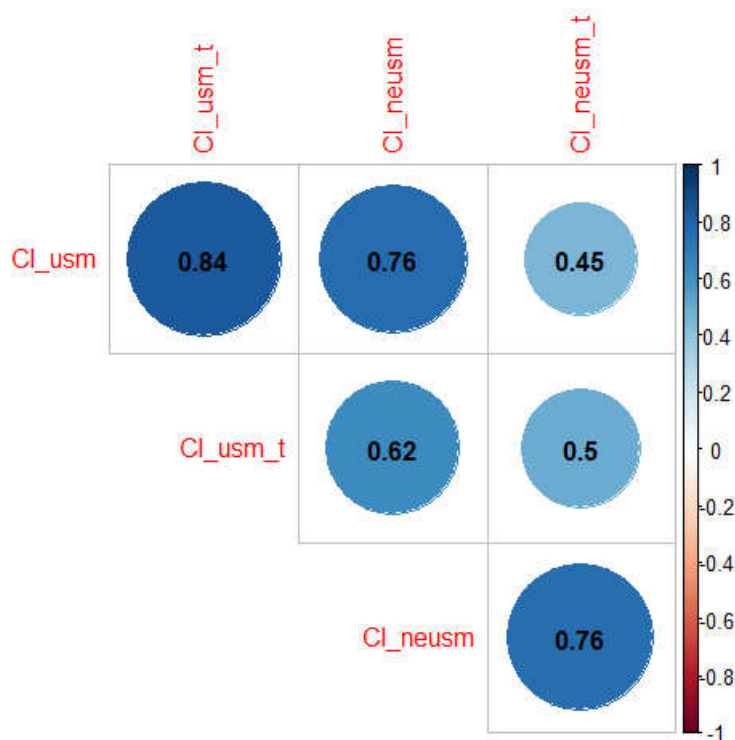
se vidi da je po CI u neusmerenoj mreži sa težinama *Daubmanus* prvi, iako po CI u usmerenoj mreži sa težinama nije ni među 10 najbolje rangiranih odrednica.



Slika 7. Centralnost intermedijarnosti

Odrednica	CI_usm	Odrednica	CI_usm_t	Odrednica	CI_neusm	Odrednica	CI_neusm_t
Masudi	0.207	Masudi	0.244	Masudi	0.160	Daubmanus	0.301
Hazari/ZK	0.116	Haz. pol.	0.146	Hazari/CK	0.108	Branković A,	0.196
Branković A.	0.106	Koen	0.116	Hazari/ZK	0.108	Koen	0.133
Koen	0.097	Ateh/ŽK	0.110	Hazari/ŽK	0.108	Masudi	0.126
Hazari/ŽK	0.096	Kagan/ŽK	0.110	Branković A.	0.107	Odl. iz Basre	0.111
Ateh/ŽK	0.060	Branković A.	0.102	Koen	0.074	Akšani	0.097
Hazari/CK	0.045	Mokadasa/ZK	0.097	Daubmanus	0.020	Mokadasa/ZK	0.077
Halevi	0.043	Hazari/ŽK	0.090	Ateh/ŽK	0.018	Kagan/ŽK	0.063
Kagan/ŽK	0.042	Halevi	0.084	Lovci snova	0.017	Lovci snova	0.058
Ateh/ZK	0.038	Hazari/ZK	0.052	Kagan/ŽK	0.015	Sangari	0.057

Tabela 16. Prvih 10 odrednica prema centralnosti intermedijarnosti



Slika 8. Centralnost intermedijarnosti – korelacije

U Tabeli 17 uporedo su date 'trojke' odrednica. Najinteresantniji uvid, rekli bismo, jeste napred već pomenuta činjenica da visoku poziciju zauzimaju sva tri barokna istraživača hazarskog pitanja, koje predstavljaju odrednice *Masudi*, *Koen* i *Branković A.* Zašto su barokni predstavnici u proučavanju hazarskog pitanja potencijalni brokeri? Jedna moguća pretpostavka može biti to što je reč o centralnim likovima baroknog kao vremenski središnjeg sloja, koji se nalazi na 'međi' između srednjovekovnog i dvadesetovekovnog. Možda ih ta činjenica 'preporučuje' da budu predstavnici između različitih zajednica. U sličnom smeru razmišljanja, najveću vrednost CI koju ima Masudi, barokni predstavnik Zelene knjige, mogli bismo dovesti u vezu sa središnjim položajem koji Zelena knjiga ima između Crvene i Žute u kompoziciji *Hazarskog rečnika*.

Id	Odrednica	CI_usm	Rang	CI_usm_t	Rang	CI_neusm	Rang	CI_neusm_t	Rang
1	Ateh	0.00956	18	0.04361	12	1.20E-02	14	0.0165	22
17	Ateh	0.03756	10	0.03535	13	1.10E-02	15	0.0479	13
31	Ateh	0.05959	6	0.11034	4	1.80E-02	8	0.0567	11
4	Kagan	0.00597	20	0.00000	33	1.40E-02	11	0.0408	16
20	Kagan	0.01041	17	0.00362	28	1.40E-02	11	0.0445	14
34	Kagan	0.04152	9	0.11015	5	1.50E-02	10	0.0625	8

12	Hazari	0.04498	7	0.03330	15	1.10E-01	2	0.0337	17
29	Hazari	0.11621	2	0.05216	10	1.10E-01	2	0.0337	17
41	Hazari	0.09605	5	0.08968	8	1.10E-01	2	0.0225	19
13	Haz. pol.	0.02093	14	0.01694	21	6.80E-03	19	0.0053	28
30	Haz. pol.	0.02946	12	0.03384	14	7.20E-03	18	0.0186	21
42	Haz. pol.	0.03073	11	0.14632	2	6.80E-03	19	0.0027	31
Učesnici u hazarskoj polemici									
11	Ćirilo	0.00287	24	0.00053	31	3.00E-04	29	0.0077	27
21	Kora	0.00367	22	0.00978	26	8.80E-05	31	0.0014	34
39	Sangari	0.0002	28	0.00959	27	5.90E-04	25	0.0569	10
Hroničari hazarske polemike									
6	Metodije	0.00567	21	0.01983	20	3.90E-03	22	0.015	23
16	Al Bekri	0.00268	25	0.01503	22	3.10E-04	28	0.0021	33
44	Halevi	0.04316	8	0.08376	9	1.30E-02	13	0.0029	30
Barokni istraživači hazarskog pitanja									
2	Branković A.	0.10602	3	0.10213	6	1.10E-01	5	0.1962	2
23	Masudi	0.20748	1	0.24355	1	1.60E-01	1	0.1257	4
35	Koen	0.09688	4	0.11623	3	7.40E-02	6	0.1331	3
Dvadesetovekovni istraživači hazarskog pitanja									
10	Suk	0.00044	27	0.00053	31	5.30E-04	27	0.0198	20
25	Muavija	0.00000	30	0.00000	33	0.00E+00	32	0.0000	36
45	Šulc	0.00000	30	0.00000	33	6.50E-03	21	0.0033	29
Demoni									
7	Sevast	0.00000	30	0.00000	33	0.00E+00	32	0.0000	36
15	Akšani	0.00351	23	0.02273	19	7.20E-03	17	0.0975	6
37	Efrosinija	0.00000	30	0.00000	33	0.00E+00	32	0.0000	36

Tabela 17. Poređenje 'trojki' odrednica prema centralnosti intermedijarnosti

4.2.4. Page Rank [PR]

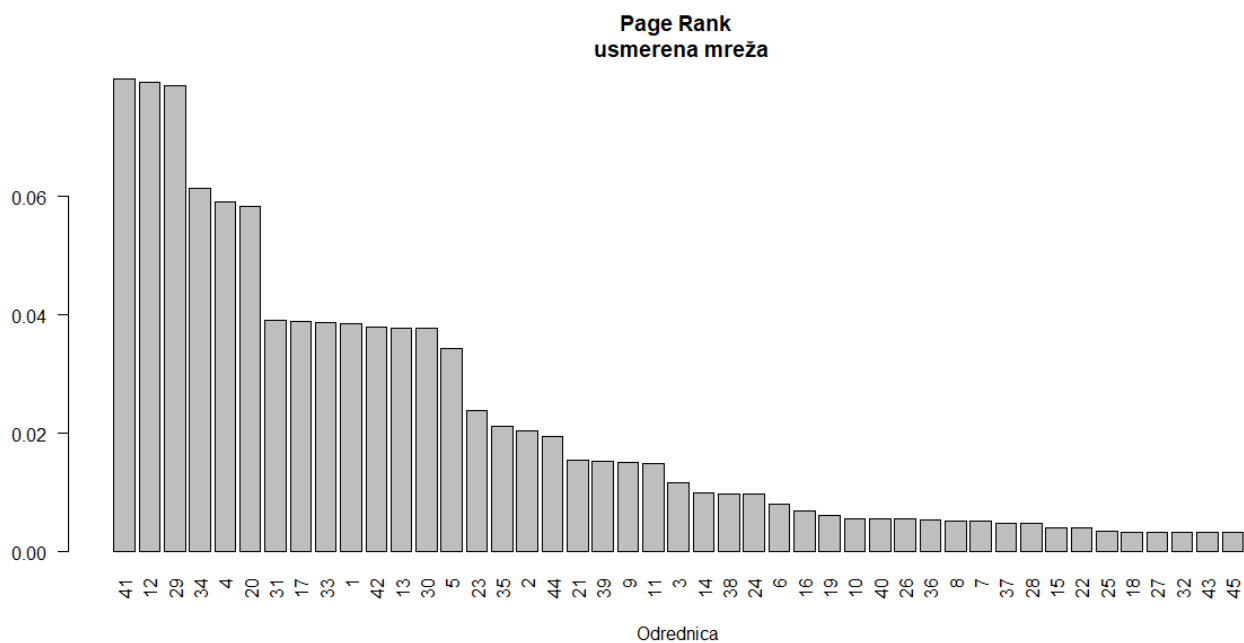
U Tabeli 18 sumirani su rezultati za prvih 10 najbolje rangiranih odrednica prema *Page Rank*-u. Prema podacima iz svih varijanti mreža (prema usmerenosti i težini), *Hazari* iz svih triju knjiga imaju najvažnije susede. U usmerenoj i neusmerenoj mreži bez težina za *Hazarima* sledi *Kagan* iz svih knjiga. U neusmerenim mrežama u prvi plan 'iskaču' i *Masudi* i *Ateh* iz Žute knjige, s tim da je u neusmerenoj mreži bez težina pri vrhu i odrednica *Šulc*.

Odrednica	PR_usm	Odrednica	PR_usm_t	Odrednica	PR_neusm	Odrednica	PR_neusm_t
Hazari/ŽK	0.080	Hazari/CK	0.185	Hazari/CK	0.053	Hazari/ŽK	0.110
Hazari/CK	0.079	Hazari/ŽK	0.184	Hazari/ZK	0.053	Hazari/CK	0.109
Hazari/ZK	0.079	Hazari/ZK	0.183	Hazari/ŽK	0.053	Hazari/ZK	0.108
Kagan/ŽK	0.061	Kagan/ŽK	0.059	Masudi	0.047	Masudi	0.054
Kagan/CK	0.059	Kagan/ZK	0.053	Kagan/ŽK	0.036	Haz. pol./ŽK	0.038
Kagan/ZK	0.058	Kagan/CK	0.05	Branković A.	0.035	Kagan/CK	0.037
Ateh/ŽK	0.039	Stolpnik	0.018	Kagan/ZK	0.035	Kagan/ZK	0.036
Ateh/ZK	0.039	Koen	0.018	Kagan/CK	0.035	Šulc	0.033

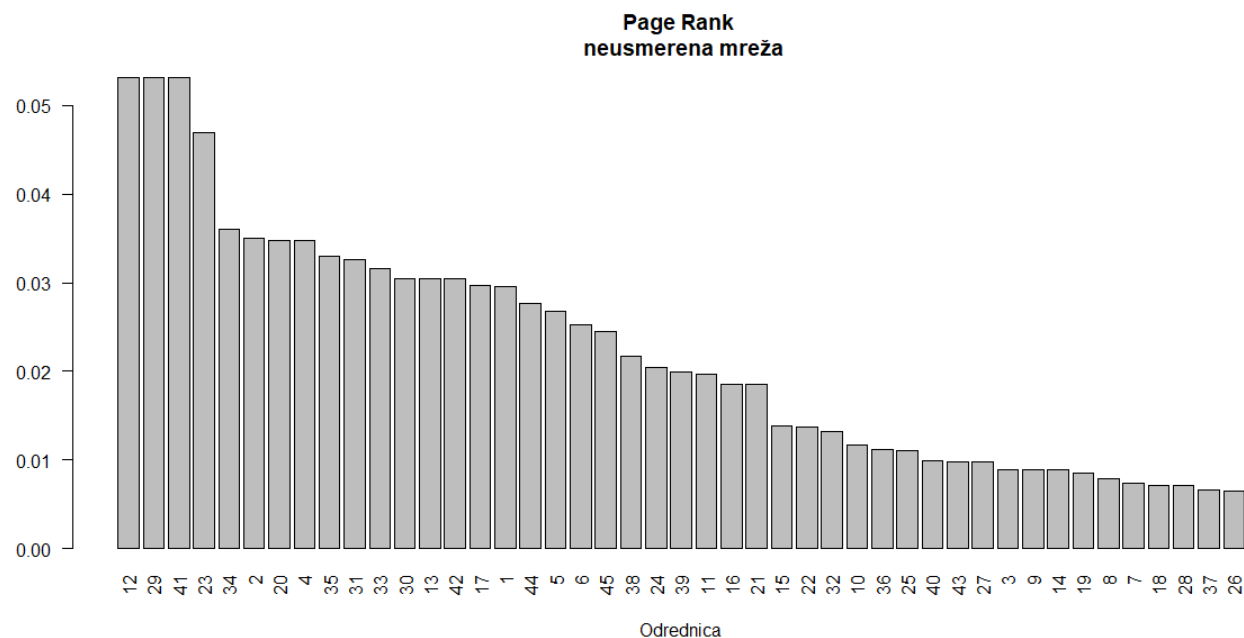
Daubmanus	0.039	Branković G.	0.017	Koen	0.033	Kagan/ŽK	0.032
Ateh/CK	0.039	Ateh/ŽK	0.015	Ateh/ŽK	0.033	Koen	0.032

Tabela 18. Prvih 10 odrednica prema *Page Rank*-u

Radi potpunijeg uvida i u status ostalih odrednica, na Slici 9 prikazane su sve odrednice u usmerenoj, a na Slici 10 u neusmerenoj mreži.

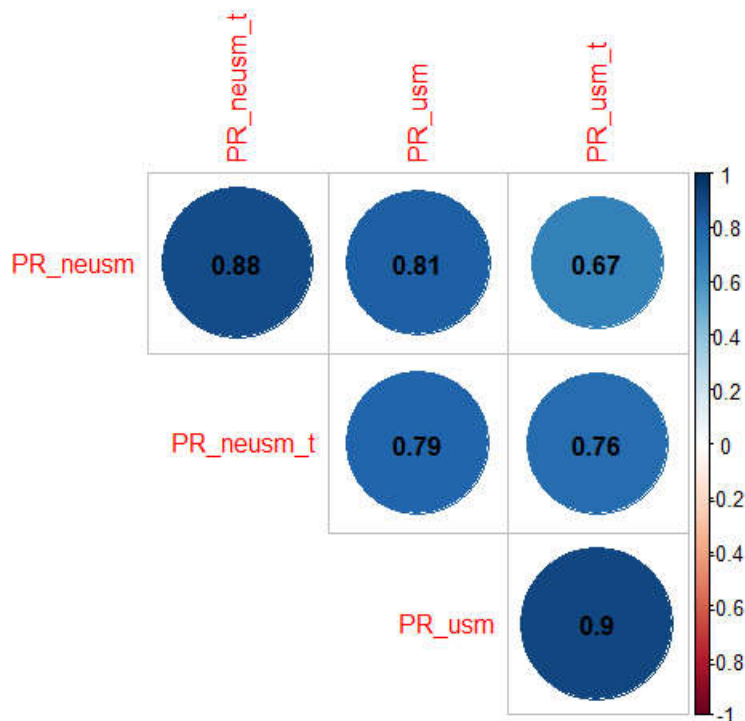


Slika 9. *Page Rank*



Slika 10. *Page Rank* u neusmerenoj mreži

Sa Slike 11 vidi se da su 'varijante' PR sa i bez težina visoko korelirane – $\rho=0.88$ za neusmerenu mrežu odn. $\rho=0.90$ za usmerenu. Korelacija po (ne)usmerenosti nešto je manja – $\rho=0.81$ bez težina i $\rho=0.76$ sa težinama.



Slika 11. Page Rank – korelacije

Kako između PR i centralnosti stepena i bliskosti postoje vrlo visoke korelacije (v. t. 4.2.5), ni ovoga puta nećemo detaljnije komentarisati različite 'trojke' odrednica; ipak, potpunosti radi, rezultate donosimo u Tabeli 28 u Prilogu.

4.2.5. Rezime i korelacija između različitih mera centralnosti

U Tabeli 19 sumirano je prvih 10 odrednica prema ulaznoj CS i CB i prema PR, a u Tabeli 20 prvih 10 odrednica prema izlaznoj CS i CB, te prema CI. Preglednosti radi, date su samo one vrednosti koje su primarne za našu analizu – zasnovane na usmerenoj mreži bez težina. Slikom 12 sumirane su korelacije između ovih mera.

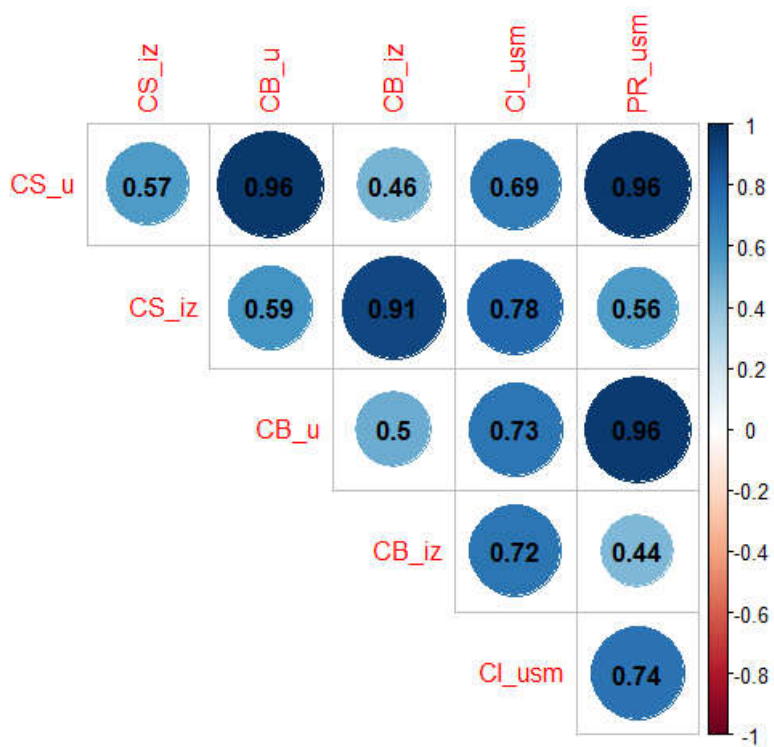
Odrednica	CS_u	Odrednica	CB_u	Odrednica	PR_usm
Hazari/CK	35	Hazari/CK	0.79	Hazari/ŽK	0.080
Hazari/ZK	35	Hazari/ZK	0.79	Hazari/CK	0.079
Hazari/ŽK	35	Hazari/ŽK	0.79	Hazari/ZK	0.079

Kagan/CK	24	Kagan/CK	0.70	Kagan/ŽK	0.061
Kagan/ZK	24	Kagan/ZK	0.70	Kagan/CK	0.059
Kagan/ŽK	24	Kagan/ŽK	0.70	Kagan/ZK	0.058
Daubmanus	20	Haz. pol./CK	0.59	Ateh/ŽK	0.039
Haz. pol./CK	17	Haz. pol./ZK	0.59	Ateh/ZK	0.039
Haz. pol./ZK	17	Haz. pol./ŽK	0.59	Daubmanus	0.039
Haz. pol./ŽK	17	Daubmanus	0.58	Ateh/CK	0.039

Tabela 19. 10 najbolje rangiranih odrednica (1)

Odrednica	CS_iz	Odrednica	CB_iz	Odrednica	CI_usm
Masudi	27	Masudi	0.76	Masudi	0.207
Ateh/ŽK	18	Koen	0.63	Hazari/ZK	0.116
Koen	17	Branković A,	0.60	Branković A.	0.106
Ateh/ZK	16	Ateh/ŽK	0.60	Koen	0.097
Šulc	16	Ateh/ZK	0.58	Hazari/ŽK	0.096
Branković A.	15	Haz. pol./ŽK	0.58	Ateh/ŽK	0.060
Metodije	15	Al Bekri	0.54	Hazari/CK	0.045
Haz. pol./ŽK	15	Mokadasa	0.54	Halevi	0.043
Haz. pol./CK	14	Kagan/ŽK	0.53	Kagan/ŽK	0.042
Haz. pol./ZK	14	Metodije	0.52	Ateh/ZK	0.038

Tabela 20. 10 najbolje rangiranih odrednica (2)



Slika 12. Korelacija među različitim merama centralnosti

Vidimo da postoji izuzetno visoka korelacija između CS_u, CB_u i PR ($\rho=0.96$ u sve tri kombinacije). To znači da, po pravilu, odrednice na koje upućuje velik broj drugih odrednica ujedno jesu i one do kojih se prosečno najbrže putuje (najkraćim brojem koraka), a istovremeno imaju i najvažnije susede. Jedina razlika u prvih 10 po ovim metrikama jeste što *Ateh* iz sve tri knjige ima važnije susede nego *Hazarska polemika* iz svih triju knjiga, koja ima višu CS_u i CB_u. *Hazari* su očekivano ubedljivo prvi, a zanimljivo je da je *Kaganu* data prednost u odnosu na *Ateh* i *Hazarsku polemiku*.

Prema izlaznim vrednostima CS i CB (između kojih postoji gotovo potpuna korelacija, $\rho=0.96$), kao i prema CI, izdvaja se *Masudi*. S obzirom na to da su odrednice koje govore o baroknim istraživačima najduže (v. t. 4.2.6), i predstavljaju svojevrsan most između vremenskih slojeva, nije neočekivano da one obezbeđuju najveći broj linkova ka drugim odrednicama, da od njih kreće najveći broj najkraćih putanja, te da se nalaze na najkraćim putanjama najvećeg broja drugih odrednica. Ali, zašto je prednost data *Masudiju* u odnosu na *Brankovića* i *Koena*? To pitanje, nesumnjivo, zahteva analizu kakva izlazi iz okvira našeg rada. Možda se odgovor može početi tražiti u činjenici što odrednica o *Masudiju* sadrži dve izuzetno važne priče u priči: Povest o Adamu Ruhaniju i Povest o smrtima dece. Na drugoj strani, odrednice posvećene Brankoviću i Koenu sadrže po jednu takvu priču: Povest o Petkutinu i Kalini (*Branković A.*) odn. Zapis o Adamu Kadmonu (*Koen*) – a to je, možda, u vezi i sa činjenicom što je deo teksta o Brankoviću izmešten u Apendiks (uključujući i Kazivanje o Adamu, bratu Hristovom), koji nije ušao u našu analizu. Ovo su, naravno, vrlo opšte pretpostavke, a pouzdanija i detaljnija tumačenja sačekaće na neka buduća istraživanja.

4.2.6. Centralnost i dužina odrednica

U ovom odeljku (ukratko) razmatramo kakav je odnos između pozicije odrednica prema centralnosti(ma) u odnosu na dužinu odrednica izraženu brojem tokena. Moglo bi se, naime, pretpostaviti da je važnijim odrednicama u romanu posvećeno više prostora (tj. tokena / korpusnih reči). U Tabeli 21 date su odrednice sortirane prema broju tokena, dok je u Tabeli 22 prikazana korelacija (na osnovu Spirmanovog testa) između mera centralnosti odrednica i njihove dužine.

Rang	Id	Odrednica	Broj tokena
1	2	Branković A.	10588
2	23	Masudi	9610

3	35	Koen	9397
4	45	Šulc	6907
5	10	Suk	6119
6	25	Muavija	2636
7	41	Hazari	2562
8	29	Hazari	2469
9	7	Sevast	2192
10	42	Hazarska polemika	1981
11	11	Ćirilo	1963
12	12	Hazari	1920
13	44	Halevi	1914
14	6	Metodije	1873
15	13	Hazarska polemika	1829
16	21	Kora	1808
17	15	Akšani	1737
18	33	Daubmanus	1665
19	37	Efrosinija	1385
20	8	Skila	1227
21	30	Hazarska polemika	1216
22	1	Ateh	1167
23	31	Ateh	1124
24	16	Al Bekri	1089
25	17	Ateh	996
26	20	Kagan	898
27	4	Kagan	850
28	39	Sangari	782
29	38	Mokadasa	719
30	26	Sabljak	599
31	5	Lovci snova	592
32	32	Veridbeni ugovor	543
33	9	Stolpnik	500
34	34	Kagan	410
35	14	Čelarevo	352
36	27	Odlomak iz Basre	344
37	43	Hazarski ćup	341
38	18	Zidar muzike	297
39	36	Liber Cosri	261
40	40	Jehuda Ibn	225
41	22	Ku	224
42	28	Prstomet	204
43	24	Mokadasa	185
44	19	Hadraš	128
45	3	Branković G.	6

Tabela 21. Dužina odrednica prema broju tokena

Mera centralnosti / broj tokena	ρ
CS u	0.34
CS u t	0.51
CS iz	0.44
CS iz t	0.58
CB u	0.28
CB u t	0.43
CB iz	0.41

CB_iz_t	0.69
CB_neusm	0.43
CB_neusm_t	0.68
CI_usm	0.50
CI_usm_t	0.33
CI_neusm	0.54
CI_neusm_t	0.24
PR_usm	0.31
PR_usm_t	0.30
PR_neusm	0.48
PR_neusm_t	0.57

Tabela 22. Korelacija između mera centralnosti i dužine odrednica (prema broju tokena)

Iz Tabele 21 vidimo da su najduže one odrednice koje svedoče o baroknim istraživačima (*Branković A., Masudi, Koen*), a zatim odrednice posvećene dvadesetovekovnim proučavaocima hazarskog pitanja (*Šulc, Suk, Muavija*). Tabela 22 pokazuje da je dužina odrednica pozitivno korelirana sa svim merama centralnosti, premda nisu zabeleženi slučajevi (izuzetno) visoke pozitivne korelacije. Najvišu korelaciju sa brojem tokena ispoljava CB sa težinama u neusmerenoj mreži ($\rho=0.67$). Dakle, najduže odrednice često imaju povoljan položaj po blizini prema drugim odrednicama ako se mreža posmatra kao neusmerena sa težinama. Na osnovu podataka iz Tabele 22 može se zapaziti da je kod tri od četiri mere centralnosti (CS, CB, PR, sa njihovim različitim varijantama po (ne)usmerenosti) mnogo veća korelacija sa dužinom odrednica onda kad su uključene težine. Intuitivno, to je očekivano, makar kad je reč o izlaznim vrednostima: duža odrednica pruža više „prostora” za druge odrednice da budu (više puta) pomenute u njoj. No, dužina odrednica ne mora biti „garant” njene centralnosti: recimo, odrednica *Sevast*, koja je 9. po broju tokena, ne nalazi se među prvih 10 odrednica niti po jednoj meri centralnosti. *Muavija*, odrednica koja je na visokom 6. mestu po broju tokena, takođe nije u vrhu ni po jednoj meri centralnosti. Više puta pominjana odrednica *Šulc*, 4. najduža odrednica, nije uopšte dosežna iz drugih odrednica. Najveća podudarnost između dužine odrednica i mera centralnosti ogleda se u statusu baroknih istraživača (*Masudi, Branković A., Koen*): reč je o najdužim odrednicama, a sve tri su u samom vrhu kad se pogleda CI. Otud ne čudi što je korelacija između broja tokena i mera centralnosti (bez težina) najviša upravo kad je reč o CI: $\rho=0.50$ za usmerenu, $\rho=0.54$ za neusmerenu mrežu.

4.3. Tip mreže i dinamika čitanja *Hazarskog rečnika*

Topologija mreže i centralnost aktera uveliko zavise od načina modelovanja mreže: npr. od toga da li su veze tretirane kao usmerene ili neusmerene, sa težinama ili bez njih, da li je mreža proučavana kao statička ili dinamička itd. U odeljku o metodologiji (t. 3.1) već smo istakli značaj nekih razlika između (ne)usmerenih i (bes)težinskih mreža za strategije pisanja i/ili čitanja *Hazarskog rečnika*. U najkraćem, usmerenost mreže je izuzetno značajna zbog važnosti *smera* čitanja odrednica u romanu, dok razlike u težinama veza mogu svedočiti o distinkciji između *eksplicitnih* 'linkova' (koje je označavao sam pisac specijalnim znakovima) i njihove *implicitne* značajnosti (determinisane *i jačinom* veza zasnovanom na broju pominjanja jedne odrednice u drugoj). Kako smo se na razlike između (ne)usmerenih odn. (bes)težinskih mreža odrednica već osvrnuli u prethodnim delovima rada, sada ćemo nešto više pažnje posvetiti odnosu između *statičkih* i *dinamičkih* mreža.

Postoje bar dva smisla u kojima se u literaturi koristi termin *dinamička* mreža. Jedan se odnosi na činjenicu da se većina realnih mreža permanentno menja – broj članova se uvećava ili smanjuje; recimo, *www* neprestano raste, a upravo je rast mreža jedan od mehanizama koji dovodi do formiranja nesrazmernih mreža²⁹. Drugi aspekt dinamičnosti, onaj o kome se obično govori u kontekstu književnih dela, jeste proučavanje dinamike dela iz poglavlja u poglavlje – tako što se proučava mreža svakog pojedinačnog poglavlja (v. i t. 2.2.3). U oba navedena smisla, mreža odrednica koju proučavamo u ovom radu jeste statična – zasniva se na određenom broju čvorova mreže (= odrednica), koji se posmatra kao konstantan na nivou celog romana. Takav način proučavanja nametnuo se, praktično, kao jedino mogući. Dinamičko proučavanje u književnom kontekstu (promena mreže iz poglavlja u poglavlje) imalo bi smisla kad bi se proučavala mreža likova, jer bi se tada mogao pratiti odnos među njima na nivou svake odrednice ponaosob. Istina, elemente dinamike u književnom smislu ima sagledavanje razlika između mreža zasnovanih na pripadnosti odrednica Crvenoj, Zelenoj i Žutoj knjizi u odnosu na čitavu mrežu odrednica (v. odeljak 4.1).

Sa aspekta mogućih strategija čitanja *Hazarskog rečnika*, kao važnog segmenta poetike forme ovog romana, možemo se zapitati kako se *statičnost* mreže odrednica u oba navedena smisla saodnosi sa Pavićevom željom da delo učini *dinamičkom* tvorevinom (v. odeljak 2.3). Na

²⁹ O dinamičkim mrežama u tom smislu v. npr. Barabási, 2002.

prvi pogled, može se učiniti da se *statika* mreže kosi sa *dinamikom* čitanja ovog Pavićevog romana. Međutim, da bismo se uverili da tu nije reč o stvarnoj 'koliziji', podsetićemo se dela citata navedenog u t. 2.3.2 u kome Pavić kaže:

Радећи на CD-ROM-у „Хазарског речника” компјутерски стручњаци су израчунали да постоји око два и по милиона начина читања ове књиге. Тек преко те бројке читалац ће моћи да се врати на нечију већ ранију стазу читања (Павић, 2005: 19).

U kontekstu našeg razmatranja važno je što se u datom citatu pominje *veliki ali konačan* broj načina čitanja romana.³⁰ Pojednostavljeno rečeno, dinamika čitanja ne podrazumeva *beskonačan* broj čitanja, te u tom smislu ne mora biti u suprotnosti sa proučavanjem *statičke* mreže. To podseća na jedno od shvatanja hiperteksta o kome govori U. Eko (1996) – ono koje podrazumeva tekstualni hipertekst kao *konačan* i *ograničen*, iako otvoren za mnogostrukе (ne i *bilo kakve*) interpretacije. U tom smislu, SNA nam pomaže da 'raščivijamo' nesumnjivo *konačan* broj međusobnih linkova – razume se, u domenu definisanom modelom mreže, kroz eksplicitno pominjanje jedne odrednice u drugoj. Taj konačan broj međusobnih veza omogućuje nam, naravno, samo delimičan uvid u beskonačne 'lavirinte' interpretacije Pavićevog dela.

Zanimljivo je pomenuti da, kao što postoji međuodnos između statičkih mreža i shvatanja *hiperteksta* kao *konačnog* i *ograničenog*, asocijacija se može uspostaviti i između dinamičkih realnih mreža (poput *www*) i drugog mogućeg shvatanja *hiperteksta* o kome govori U. Eko. Prema tom shvatanju, hipertekst bi se mogao posmatrati kao *neograničen* i *beskonačan*: svaki korisnik može da doda nešto u beskrajnoj priči, kao svojevrsnom *otvorenom delu*. Na ovoj ideji temelji se i viđenje (doduše, ne nužno književnog) hiperteksta kao kompleksnog fazičnog sistema, čija je kompleksnost zasnovana na konstantnoj promeni i stalnom ponovnom iznedranju sistema kroz samoorganizaciju (Munne, 2013).³¹ Štaviše, Eko (2011), razmatrajući (enciklopedijsku) poetiku spiskova u umetnosti, kulturi i masovnim informacijama, kao 'spisak nad spisakovima' izdvaja upravo *www*, koji je često (bio) u centru proučavanja kao dinamička realna mreža *par excellence* (npr. Barabási, 2002):

I konačno smo stigli do *Spiska nad spisakovima*, po definiciji nezavršenog pošto je u stalnom nastavljanju, World Wide Web, koji je istovremeno paukova mreža i lavirint, ne jedno sređeno drvo, i koji nam, od svih vrtoglavica obećava najmističniju, takoreći u potpunosti virtuelnu, i zaista nam pruža katalog obaveštenja

³⁰ Ne mislimo, naravno, na konačan broj (načina) čitanja u smislu konačnog broja interpretacija.

³¹ Eko (1996) izdvaja i treće potencijalno shvatanje hiperteksta, prema kome bi se hipertekst posmatrao kao sistem, npr. jezički sistem, koji je *konačan ali neograničen*; tako shvaćen, hipertekst bi mogao transformisati svakog čitaoca u autora, jer bi se zasnivao na mogućnosti kombinovanja jezičkih jedinica, svojstvenih svakom korisniku jezika (bio to Šekspir ili neki školarac), zbog čega nije pogodan za posmatranje *književnog* teksta kao hiperteksta.

zbog koga se osećamo bogati i svemoćni, po cenu da više ne znamo koji od njegovih elemenata se odnosi na podatke o stvarnome svetu a koji ne, bez ikakve razlike između stvarnosti i pogrešnog (Eko, 2011: 160).

4.4. Ograničenja rada i dalja istraživanja

U toku prethodnog izlaganja već su isticana neka metodološka ograničenja istraživanja: npr. premali uzorak da bi se mogla precizno odrediti distribucija stepena (kao jedan od važnih parametara za utvrđivanje realističnosti mreže), ili da bi se pouzdano mogla utvrditi hijerhizovanost mreže. Ukazivano je i na međudnos izabrane metodologije (usmerenost i težina ivica u mreži) i posledica po interpretaciju dela. Ipak, kao glavno ograničenje istraživanja mogli bismo istaći to što smo, istražujući mrežu odrednica, iz analize isključili delove romana koji se nalaze van odrednica – u predgovoru i apendiksima. Kroz postojeće modelovanje mreže taj nedostatak teško da bi se mogao nadoknaditi, jer se ti preostali delovi ne uklupaju *konceptualno* – imajući u vidu da bi svi čvorovi u mreži trebali biti semantički slični. Oni se u mrežu ne bi mogli integrisati čak ni iz čisto tehničkih razloga, prema imenima, kao što je to slučaj sa odrednicama.

Potpuniji uvid u kompoziciju i poetiku romana pomoću SNA mogao bi se pak postići tako što bi bila istražena i mreža likova. Istraživanje takve mreže predloženo je u *Pristupnom radu* ovog master rada, i to sa sledećim načinom modelovanja mreže likova. Čvorove u ovoj mreži predstavljaju likovi u romanu. Veze koje bi poslužile kao osnova za ivice ovog grafa jesu sledećeg tipa: dva lika su u vezi ukoliko se javljaju u istoj odrednici ili u okviru celina teksta van odrednica koje ulaze u sastav romana (prethodne napomene, apendiksi, završna napomena i sl.). Mreža bi, stoga, bila *neusmerena*, a *težina* veze određena brojem odrednica (celina teksta) u kojima se dva lika zajedno javljaju. Ovakav tip mreže, videli smo, naziva se *saradničkom mrežom* (v. t. 2.2.1). Zašto ovaj, a ne tip mreže formiran interakcijama između likova? Najpre, odnosi među likovima su mnogobrojni i različiti i zahtevali bi ručno izdvajanje svih tipova veza iz romana. S druge strane, reč je o romanu u obliku enciklopedije, gde svaka odrednica, iako je umrežena sa ostalima, ipak predstavlja u izvesnom smislu zaokruženu celinu, pa pojava dva lika u takvoj celini nikako ne može biti slučajna, zbog čega je smatramo dobrim indikatorom povezanosti likova. I treće, takav tip mreže likova bio bi najsrodniji postojećem modelu mreže odrednica, što bi omogućilo bolji uvid u odnose između tih dveju mreža. Dakle, opisani tip *saradničke mreže* mogao bi biti prvi korak u daljem istraživanju. Dalji korak mogao bi svakako

biti i uvid u različite tipove interakcija među likovima. Imajući u vidu da je *Hazarski rečnik* duboko polemička knjiga, koja predstavlja suprotstavljena viđenja sudbine Hazara iz ugla triju religija (a i jedna od centralnih odrednica u sve tri knjige nosi naziv *Hazarska polemika*), takvo istraživanje bilo bi pogodno za poređenje sa drugim književnim mrežama u kojima je *polemika* (sukob i sl.) jedna od centralnih tema, koja se proučava kroz razmatranje tzv. strukturalnog balansa (*structural balance*), obično na primerima iz epova (npr. Mac Carron & Kenna, 2012; Mac Carron & Kenna, 2013a; Yose et al., 2018; Yose et al., 2016); setimo se i izdvajanja tzv. prijateljskih i neprijateljskih veza među akterima (t. 2.2.1).

Glavna poteškoća u kreiranju mreže likova odnosi se na identifikaciju pominjanja likova u delu. S obzirom na vrlo specifična imena likova u *Hazarskom rečniku*, ona se moraju izdvojiti ručno (eventualno uz pomoć *Frekvencijskog rečnika Hazarskog rečnika*; v. Bacih, 1998). Iako smo tokom izrade master rada ekstrahovali *saradničku* mrežu likova, predložena analiza je izostala pre svega iz književnoteorijskih razloga. Naime, vrlo je teško odlučiti se šta smatrati (zasebnim) likovima u *Hazarskom rečniku*. Na primer, da li su princeza Ateh i konobarica Ateh iz 20. veka jedan ili dva lika? Da li princezu Ateh u različitim knjigama treba smatrati jednim ili trima likovima? Da li se papagaji koji prenose hazarske pesme imaju smatrati likovima ili ne? Itd. Nerešenih (nerešivih?) pitanja klasifikacije likova u *Hazarskom rečniku* ima mnogo, zbog čega smo odlučili da jednu takvu analizu ostavimo za buduća istraživanja, odn. za trenutak kad klasifikacija likova bude postavljena na nešto čvršće teorijske temelje.

Što se tiče književne interpretacije *Hazarskog rečnika* na osnovu predstavljenih rezultata, valjalo bi istaći da su u ovom radu predočeni samo njeni *elementi*, kao svojevrzne početne tačke od kojih bi se, eventualno, moglo krenuti u buduća poetički promišljenija istraživanja ovog romana.

5. Zaključak

U radu je analizirana mreža odrednica u *Hazarskom rečniku* Milorada Pavića iz perspektive analize društvenih mreža (*Social Network Analysis* – SNA), kako bi se istražile neke od osobina kompozicije i poetike ovog Pavićevog dela. Odrednice su analizirane prema povezanosti u mreži (uz poređenje sa podmrežama zasnovanim na pripadnosti odrednica odgovarajućoj knjizi u *Hazarskom rečniku* – Crvenoj, Zelenoj ili Žutoj) i prema centralnostima

stepena (CS), bliskosti (CB), intermedijarnosti (CI), te na osnovu metrike *Page Rank* (PR), koja je zasnovana na centralnosti svojstvenog vektora.

Najpre navodimo najvažnije zaključke u vezi sa povezanošću u mreži, koji, u skladu sa najopštijim literarnim ciljem rada, pružaju bazični uvid u strukturu i poetiku *Hazarskog rečnika* iz ugla SNA. Broj ivica, stepen i dosežnost, kao i broj maksimalno povezanih trijada, veći su na nivou cele mreže nego u podmrežama zasnovanim na pripadnosti odrednica trima knjigama (ako posmatramo apsolutne brojeve, što je sa aspekta čitaoca *Hazarskog rečnika* najvažnije). Postoje, na primer, i odrednice koje nisu dosežne u podmreži u okviru knjige kojoj pripadaju, ali jesu dosežne na nivou cele mreže. To sugerise da se za razumevanje kompozicije i poetike *Hazarskog rečnika* mora uzeti u obzir međusobna umreženost odrednica iz različitih knjiga. Po određenim parametrima pripadnost knjizi ipak je značajna: npr. veća je šansa za vezu u oba smera (reciprocitet) među odrednicama ukoliko one pripadaju istoj knjizi. Povezanost u okviru mreže odrednica jednaka je 0, što znači da postoje odrednice koje u bar jednom od dva smera nisu povezane sa nekom drugom odrednicom. Ukoliko se pak posmatra veza u *makar jednom od smerova*, ne postoje izolovane odrednice. Pri tome, džinovske komponente i neusmerene i usmerene mreže jesu otporne na ciljane napade – tj. na uklanjanje najvažnijih odrednica (prema centralnosti intermedijarnosti). Prosečna karkateristična putanja mreže jeste 2.15, što je rezultat blizak onome u nasumično generisanoj mreži iste gustine (1.93). Taj podatak, uz činjenicu da je koeficijent grupisanja znatno veći od koeficijenta grupisanja nasumične mreže, sugerise da je mreža odrednica tipa malog sveta. Asortativnost prema stepenu u mreži je negativna, što znači da nema homofilije među odrednicama sa približnom vrednošću stepena. Međutim, assortativnost prema pripadnosti knjigama i vremenskim slojevima jeste pozitivna, što znači da se homofilija ispoljava prema ovim parametrima. Za kompoziciju i poetiku *Hazarskog rečnika* važan je podatak da je homofilija mnogo više izražena prema pripadnosti odrednica vremenskim slojevima nego knjigama. Dakle, kompoziciono posmatrano, odrednice mnogo čvršće na okupu drži vreme nego aspekt koji je na prvi pogled znatno istaknutiji – njihova svrstanost u Crvenu, Zelenu ili Žutu knjigu. Naročito zanimljiv nalaz tiče se odrednica koje nisu dosežne niti iz jedne druge odrednice, jer se među njima nalazi i odrednica posvećena dr Šulc, jedna od najdužih i poetički i kompoziciono najvažnijih odrednica: u njoj se, na primer, nalazi deo teksta na kome je zasnovana razlika između tzv. muškog i ženskog primerka *Hazarskog rečnika*.

Navedeni zaključci o povezanosti u mreži poslužili su kao osnov za poređenje mreže odrednica sa drugim književnim mrežama razmatranim u literaturi, što je jedan od specifičnih literarnih ciljeva rada. To poređenje izveli smo samo na osnovu nekih bazičnih crta koje mrežu smestaju na liniju između real(istič)nog i fikcionalnog – kako zbog heterogenosti primenjivanih metoda u literaturi, tako i zbog činjenice što smi mi proučavali mrežu odrednica, dok je u literaturi gotovo bez izuzetka analizirana mreža likova. Time što ispoljava osobine malog sveta i hijerarhizovanost, mreža odrednica bliska je svim drugim real(istič)nim, ali i fikcionalnim mrežama. Na osnovu drugih parametara može se, ipak, zaključiti da je mreža koju smo ispitivali bliža tzv. fikcionalnim mrežama – pre svega po izostanku asortativnosti po stepenu, kao i po činjenici što ima veliku džinovsku komponentu, koja je, pritom, prilično otporna na ciljne napade. Zbog izuzetno malog broja čvorova (45), u radu je izostalo ispitivanje distribucije stepena, konkretnije – da li ona prati tzv. *power-law* raspodelu, koja karakteriše većinu realnih mreža. Rekli bismo da je to što je mreža odrednica bliža fikcionalnim mrežama (ili, u najmanju ruku, ima neke takve osobine) očekivano, s obzirom na to da, s jedne strane, nije reč o mreži *likova* (iako je većina odrednica posvećena nekom od likova), a, s druge strane, kako smo videli, povezanost u njoj proizvod je Pavićeve brižljivo građene 'arhitektonike'.

U vezi sa drugim specifičnim literarnim ciljem rada analizirali smo zajednice u mreži, za koje smo pretpostavili da će slediti kompozicione aspekte romana. Ta hipoteza je (makar delimično) potvrđena: iako ne postoji 'sistematsko' grupisanje odrednica prema vremenskom sloju i/ili knjizi, među zajednicama se mogu uočiti određene pravilnosti, na primer: jedna zajednica okuplja odrednice orijentisane ka princezi Ateh (*Ateh, Ku, Mokadasa, Ibn Hadraš*); u skladu sa svojom specifičnom ulogom, odrednice koje govore o đavolima (*Sevast, Akšani, Efrosinija*) izolovane su od drugih odrednica (i međusobno); itd.

U skladu sa poslednjim specifičnim literarnim ciljem, sada prelazimo na osnovne zaključke u vezi sa centralnošću odrednica. Prema ulaznim vrednostima CS i CB, kao i prema PR, *Hazari* iz svih triju knjiga zauzimaju ubedljivo prvo mesto. Dakle, na njih direktno upućuje najveći broj drugih odrednica, do njih se stiže pomoću najmanjeg broja koraka, a ujedno imaju i najvažnije susede. To nije iznenađujuće, budući da su *Hazari* centralna tema *Hazarskog rečnika*. U samom vrhu prema navedenim merama centralnosti jesu i ostale odrednice kojima je dato mesto u sve tri knjige: *Kagan, Ateh* i *Hazarska polemika*. Od ostalih odrednica ističe se *Daubmanus*, opet bez iznenađenja, s obzirom na to da je *Hazarski rečnik* M. Pavića predstavljen

kao rekonstrukcija Daubmanusovog izdanja iz 17. veka. Kada je reč o izlaznim vrednostima prema CS, CB, te CI, ubedljivo prvo mesto drži odrednica *Masudi*, mada su pri vrhu i druge dve odrednice posvećene baroknim istraživačima hazarskog pitanja (*Branković A., Koen*). Drugim rečima, ove odrednice su visoko rangirane prema tome koliko direktnih veza kreće od njih ka drugim odrednicama, koliko se brzo od njih (prema broju koraka) stiže do ostalih odrednica, te u kojoj meri se oni nalaze na putanjama drugih odrednica (te su potencijalni *brokeri* u mreži). Takvo stanje stvari možda je u vezi i sa činjenicom da je reč o trima najdužim odrednicama, a uz to i odrednicama koje se nalaze na 'raskrsnici' vremenskih slojeva (između srednjeg veka i davedesetovekovnog doba). Nije lako odgovoriti na pitanje zašto je *Masudiju* data prednost u odnosu na preostala dva predstavnika baroknog doba. Ta činjenica mogla bi implicirati da je Zelenu knjizi, makar po ovim parametrima, data prednost u odnosu na Zelenu i Žutu – ali bi se do tako dalekosežnih zaključaka ipak imalo pričekati dok se ne istraže i mreže likova (a time uključe i priče van odrednica; setimo se, recimo, da je Brankovićeva verzija priče o Adamu izmeštena u apendiks, za razliku od Koenove i Masudijeve). S tim u vezi, ponuđena analiza ne može potvrditi/odbaciti hipotezu o ravnomernoj zastupljenosti odrednica prema značaju u trima knjigama *Hazarskog rečnika*, niti pružiti nedvosmislen odgovor na jedan od ciljeva rada – onaj koji se tiče favorizovanja nekih odrednica, a posredno i neke od triju knjiga. I ne samo to: čak i da je naša sadašnja analiza obuhvatnija, verovatno se ne bi mnogo toga promenilo u davanju 'konačnijeg' odgovora na to pitanje: on bi zavisio od izabrane metrike odn. od perspektive iz koje se akteri posmatraju (npr. prema ulaznim ili izlaznim vrednostima, prema direktnim vezama ili prema položaju na putanjama drugih aktera itd.). To je pitanje u vezi i sa odnosom između tipa mreže i metodologije čitanja: rezultati mogu varirati u zavisnosti od usmerenosti i težine ivica, a te razlike odražavaju i različite strategije čitanja (i pisanja) romana. Naime, za *Hazarski rečnik* izuzetno je važan *smer* čitanja, kao i broj pominjanja imena odrednica u drugim odrednicama, koje se u romanu najčešće eksplicitno označava samo jednom, pri prvom pomenu odrednice.

Najzad, sledeći postavljene metodološke ciljeve, rad je doneo jedan mogući model za primenu računarskih tehnika u proučavanju *Hazarskog rečnika* Milorada Pavića – kroz sprovođenje same SNA analize i mogućnosti prezentacije rezultata takve analize. Uz to, prateća dokumentacija, priložena uz master rad³², donosi i jedan od mogućih načina za pripremu

³² V. https://github.com/StefannMilosavljevic/SNA_Hazarski_recnik.

materijala za SNA analizu književnog dela, opet, naravno, u okvirima odabranog modela mreže. Rekli bismo da rezultati rada svedoče o potvrđenosti hipoteza u vezi sa doprinosom SNA u izučavanju kompozicije i poetike *Hazarskog rečnika*, a naročito u analizi strategija čitanja ovog romana. Buduća istraživanja mreža *Hazarskog rečnika*, ali i drugih dela srpske književnosti, doneće, nadamo se, mnogo detaljnija teorijska promišljanja i znatno razrađenije metodološke okvire, a sa njima i minucioznija poređenja sa rastućim SNA analizama različitih dela svetske književnosti.

Reference

- Agarwal, A., Corvalan, A., Jensen, J., & Rambow, O. (2012). Social Network Analysis of Alice in Wonderland. In *Proceedings of the NAACL-HLT 2012 Workshop on computational linguistics for literature* (pp. 88–96). Retrieved October 16, 2019 from <http://www.aclweb.org/anthology/W12-2513>.
- Agarwal, A., & Rambow, O. (2010). Automatic Detection and Classification of Social Events. In *Proceedings of the 2010 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 1024–1034). Association for Computational Linguistics. Retrieved October 16, 2019 from <http://www.aclweb.org/anthology/D10-1100>.
- Alberich, R., Miro-Julia, J., & Rossello, F. (2002). Marvel Universe looks almost like a real social network. Retrieved October 16, 2019 from <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0202174>.
- Alhazmi, H., Gokhale, S. S., & Doran, D. (2015). Understanding social effects in online networks. In *2015 International Conference on Computing, Networking and Communications, ICNC 2015* (pp. 863–868). <https://doi.org/10.1109/ICCNC.2015.7069459>
- Ardanuy, M. C., & Sporleder, C. (2015). Clustering of Novels Represented as Social Networks. *Linguistic Issues in Language Technology (LiLT), Special Issue on Computational Linguistics for Literature*. Retrieved October 16, 2019 from <http://csli-lilt.stanford.edu/ojs/index.php/LiLT/article/view/60>.
- Barabási, A.-L. (2002). *Linked*. Cambridge: Perseus Publishing.
- Barabási, A.-L. (2018). Network Science by Albert-László Barabási. Retrieved October 16, 2019 from <http://networksciencebook.com/>.
- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286, 509–512. Retrieved October 16, 2019 from https://arxiv.org/pdf/cond-mat/9910332.pdf%3Forigin%3Dpublication_detail.
- Bearman, P., & Hoffman, M. (2017). Social Network Analysis. Retrieved June 17, 2019 from https://www.markanthonyhoffman.com/social_network_analysis/index.html.
- Beckage, N. M., & Colunga, E. (2016). Language Networks as Models of Cognition: Understanding Cognition through Language. In A. Mehler, L. Andy, B. Sven, P. Blanchard, & B. Job (Eds.), *Towards a Theoretical Framework for Analyzing Complex Linguistic Networks* (pp. 3–28). Berlin Heidelberg: Springer.
- Beckner, C., Ellis, N. C., Blythe, R., Holland, J., Bybee, J., Ke, J., ... Schoenemann, T. (2009). Language Is a Complex Adaptive System: Position Paper. *Language Learning Research*

- Club*, 59, 1–26. Retrieved October 16, 2019 from http://www-personal.umich.edu/~ncellis/NickEllis/Publications_files/** 5 Graces Offprint.pdf.
- Benoit, K., Müller, S., & Nulty, P. (2018). quanteda: Replications / Literature. Retrieved October 16, 2019 from <https://quanteda.io/articles/pkgdown/replication/digital-humanities.html>.
- Benoit, K., Watanabe, K., Wang, H., Nulty, P., Obeng, A., Müller, S., & Matsuo, A. (2018). quanteda: An R package for the quantitative analysis of textual data. *Journal of Open Source Software*, 3(30), 774. <https://doi.org/10.21105/joss.00774>
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks, 1–12. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/0803.0476.pdf>.
- Bonato, A., Ryan D'angelo, D., Elenberg, E. R., Gleich, D. F., & Hou, Y. (2016). Mining and Modeling Character Networks. In *International Workshop on Algorithms and Models for the Web-Graph*. Retrieved October 16, 2019 from <http://moviegalaxies.com/>.
- Buch-Hansen, H. (2014). Social Network Analysis and Critical Realism. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 44(3), 306–325. <https://doi.org/10.1111/jtsb.12044>
- Carolina Sparavigna, A. (2013). On Social Networks in Plays and Novels. *International Journal of Sciences*, 2(10), 20–25. <https://doi.org/10.18483/ijSci.312>
- Celikyilmaz, A., Hakkani-Tur, D., He, H., Kondrak, G., & Barbosa, D. (2010). The Actor-Topic Model for Extracting Social Networks in Literary Narrative. In *Proceedings of the Workshop on Machine Learning for Social Computing* (pp. 1–7). Retrieved October 16, 2019 from <https://webdocs.cs.ualberta.ca/~denilson/files/publications/nips2010.pdf>.
- Chen, R. H.-G., Chen, C.-C., & Chen, C.-M. (2019). Unsupervised cluster analyses of character networks in fiction: Community structure and centrality. *Knowledge-Based Systems*, 163, 800–810. <https://doi.org/10.1016/J.KNOSYS.2018.10.005>
- Choi, Y.-M., & Kim, H.-J. (2007). A Directed Network of Greek and Roman Mythology. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 382(2), 665–671. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/physics/0506142.pdf>.
- Clauset, A., Shalizi, C. R., & Newman, M. E. J. (2009). Power-Law Distributions in Empirical Data. *SIAM Review*, 51(4), 661–703. <https://doi.org/10.1137/070710111>
- Cong, J., & Liu, H. (2014). Approaching human language with complex networks. *Physics of Life Reviews*, 11(4), 598–618.
- Csárdi, G., & Nepusz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal Complex Systems*, 1695. Retrieved October 16, 2019 from <https://igraph.org/>.

- da Fontoura Costa, L., Oliveira, O. N., Travieso, G., Rodrigues, F. A., Ribeiro, P., Boas, V., ...
Correa Da Rocha, L. E. (2008). *Analyzing and Modeling Real-World Phenomena with Complex Networks: A Survey of Applications*. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/0711.3199.pdf>.
- de Nooy, W. (1991). Social networks and classification in literature. *Poetics*, 20(5–6), 507–537.
[https://doi.org/10.1016/0304-422X\(91\)90023-I](https://doi.org/10.1016/0304-422X(91)90023-I)
- de Nooy, W. (2001). Stories and social structure: A structural perspective on literature in society.
In *The Psychology and sociology of literature: In Honor of Elrud Ibsch* (pp. 359–377).
Amsterdam: John Benjamins.
- de Nooy, W. (2002). The dynamics of artistic prestige. *Poetics*, 30(3), 147–167.
[https://doi.org/10.1016/S0304-422X\(01\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0304-422X(01)00044-4)
- de Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2005). *Explanatory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Delić, J. (1991). *Hazarska prizma: tumačenje proze Milorada Pavića*. Beograd: Prosveta.
Preuzeto 16.10.2019. sa <http://www.rastko.rs/knjizevnost/pavic/studije/jdelic-prizma.html>.
- Dorogovtsev, S. N., & Mendes, J. F. F. (2001). Language as an evolving word web. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1485), 2603–2606.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1824>
- Eco, U. (1996). From Internet to Gutenberg 1996. Retrieved November 28, 2018 from <http://www.umbertoeco.com/en/from-internet-to-gutenberg-1996.html>.
- Edwards, M. C., Mitchell, L., Tuke, J., & Roughan, M. (2018). *The one comparing narrative social network extraction techniques*. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/1811.01467.pdf>.
- Eko, U. (2011). *Beskrajni spiskovi*. Beograd: Plato Books.
- Elson, D. K., Dames, N., & Mckeown, K. R. (2010). Extracting Social Networks from Literary Fiction. In *Proceedings of the 48th annual meeting of the association for computational linguistics* (pp. 11–16). Association for Computational Linguistics. Retrieved October 16, 2019 from <http://www.aclweb.org/anthology/P10-1015>.
- Fang, Z. (2018). The Review of Maths Meets Myths: Quantitative Approaches to Ancient Narratives. *Journal of Quantitative Linguistics*, 25(4), 377–381.
<https://doi.org/10.1080/09296174.2018.1470808>
- Ferrer i Cancho, R., & Sole, R. V. (2001). The small world of human language. In *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* (pp. 2261–2265).
<https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1800>

- Fischer, F., Göbel, M., Kampkaspar, D., & Kittel, C. (2017). *Network Dynamics, Plot Analysis: Approaching the Progressive Structuration of Literary Texts Introduction and related works*. Retrieved October 16, 2019 from <https://dh2017.adho.org/abstracts/071/071.pdf>.
- Frank, F., Mathias, G., Dario, K., Christopher, K., & Peer, T. (2017). *Network Dynamics, Plot Analysis: Approaching the Progressive Structuration of Literary Texts*. McGill University. Retrieved October 16, 2019 from <https://publications.hse.ru/en/chapters/208027469>.
- Galjak, M. (2017). *Primena programskog jezika R u računarskoj analizi društvenih mreža*. Univerzitet u Beogradu (master rad).
- Gleiser, P. M. (2007). How to become a superhero. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 9, 1–6. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/0708.2410.pdf>.
- Gordić Petković, V. (2012). Nova hipertekstualnost u književnosti: čitanje, vrednovanje, obrazovanje. *Kultura*, 135, 102–112.
- Gramsch, R., MacCarron, M., MacCarron, P., & Yose, J. (2017). Medieval Historical, Hagiographical and Biographical Networks. In R. Kenna, M. MacCarron, & P. Maccarron (Eds.), *Maths Meets Myths: Quantitative Approaches to Ancient Narratives* (pp. 45–69). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39445-9_4
- Grandjean, M. (2015). Network visualization: mapping Shakespeare's tragedies. Retrieved July 07, 2019 from <http://www.martingrandjean.ch/network-visualization-shakespeare/>.
- Greteman, B. (2015). Milton and the Early Modern Social Network: The Case of the Epitaphium Damonis. *Milton Quarterly*, 49(2), 79–95.
- Hanneman, R., & Riddle, M. (2005). Introduction to social network methods. Retrieved June 10, 2019 from <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>.
- Herman, P. C. (2018). “Still Paying, Still to Owe”: Credit, Community, and Small Data in Shakespeare and Milton. In *Digital Milton* (pp. 153–177). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90478-8_7
- Holanda, A. J., Matias, M., Ferreira, S. M. S. P., Benevides, G. M. L., & Kinouchi, O. (2018). *Character Networks and Book Genre Classification*. Retrieved October 16, 2019 from <https://ajholanda.github.io/charnet/>.
- Holovatch, Y., & Palchykov, V. (2007). *Mykyta the Fox and networks of language*. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/0705.1298.pdf>.
- Holovatch, Yuriy, & Palchykov, V. (2017). Complex Networks of Words in Fables. In R. Kenna, M. MacCarron, & P. Maccarron (Eds.), *Maths Meets Myths: Quantitative Approaches to Ancient Narratives* (pp. 159–175). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39445-9_9

- Hypertext. (2018). Hypertext Definition. Retrieved November 21, 2018 from <https://techterms.com/definition/hypertext>.
- Ikonen, T. (2006). Literary Encyclopedia: A User's Manual. In M. Eskelinen & R. Koskimaa (Eds.), *Cybertext Yearbook 2006 – Ergodic Histories* (pp. 1–22). Jyväskylä.
- Jackson, M. O. (2008). *Social and Economic Networks*. New Jersey: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2009.01592.x>
- Jarynowski, A., & Boland, S. (2013). Social Networks Analysis in Discovering the Narrative Structure of Literary Fiction. In *Discovering the Narrative Structure of Literary Fiction*. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1608/1608.05982.pdf>.
- Jockers, M. L. (2014). *Text Analysis with R for Students of Literature*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-03164-4>
- Jovanović, J. (2019). SNALabs_at_UB. Retrieved October 16, 2019 from https://github.com/jeljov/SNALabs_at_UB.
- Kenna, R., MacCarron, M., & MacCarron, P. (Eds.). (2017). *Maths Meets Myths: Quantitative Approaches to Ancient Narratives*. Springer.
- Kenna, R., & MacCarron, P. (2017). A Networks Approach to Mythological Epics. In R. Kenna, M. MacCarron, & P. Maccarron (Eds.), *Maths Meets Myths: Quantitative Approaches to Ancient Narratives* (pp. 21–43). Springer. Retrieved October 16, 2019 from <http://users.complexity-coventry.org/~kenna/Cpt3KennaMacCarron.pdf>.
- Kydros, D., & Anastasiadis, A. (2015). Social network analysis in literature. The case of The Great Eastern by S. Embirikos. *Proceedings of the 5th European Congress of Modern Greek Studies of the European Society of Modern Greek Studies*, 4, 681–702.
- Kydros, D., Notopoulos, P., & Exarchos, G. (2015). Homer's Iliad - A Social Network Analytic Approach, 115–132. <https://doi.org/10.3366/ijhac.2015.0141>
- Landow, G. P. (2006). *Hypertext 3.0: Critical Theory and New Media in an Era of Globalization. The New York Times*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press. <https://doi.org/loc?>
- Lanza, E., & Svendsen, B. A. (2007). Tell me who your friends are and I might be able to tell you what language(s) you speak: Social network analysis, multilingualism, and identity. *International Journal of Bilingualism*, 11(3), 275–300.
- Lee, J., & Lee, J. (2017). Shakespeare's Tragic Social Network; or Why All the World's a Stage. *DHQ: Digital Humanities Quarterly*, 11(2). Retrieved October 16, 2019 from <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/11/2/000289/000289.html>.

- Luczak-Roesch, M., Grener, A., & Fenton, E. (2018). Not-so-distant reading: A dynamic network approach to literature. *It – Information Technology*, 60(1), 29–40. <https://doi.org/10.1515/itit-2017-0023>
- Mac Carron, & Kenna, R. (2012). Universal properties of mythological networks. *EPL (Europhysics Letters)*, 99(2). <https://doi.org/10.1209/0295-5075/99/28002>
- Mac Carron, P., & Kenna, R. (2013a). Network analysis of the Íslendinga sögur-the Sagas of Icelanders. *The European Physical Journal*, 86(10), 1–9. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/1309.6134.pdf>.
- Mac Carron, P., & Kenna, R. (2013b). Viking sagas: Six degrees of Icelandic separation : Social networks from the Viking era. *Significance*, 10(6), 12–17. Retrieved October 16, 2019 from <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1740-9713.2013.00704.x>.
- Mac Carron, Pádraig. (2014). *A Network Theoretic Approach to Comparative Mythology*. Coventry: Coventry University.
- Masías, H. V., Baldwin, P., Laengle, S., & Crespo, F. A. (2015). Shakespeare, social media and social networks [viewpoint]. *Technology and Society Magazine*, 34(4), 17–30.
- Masías, H. V., Baldwin, P., Laengle, S., Vargas, A., & Crespo, F. A. (2016). Exploring the prominence of Romeo and Juliet's characters using weighted centrality measures. *Digital Scholarship in the Humanities*, 32(4), 837–858. <https://doi.org/10.1093/lc/fqw029>
- Massey, S. E. (2016). Social network analysis of the biblical Moses. *Applied Network Science*, 1(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s41109-016-0012-1>
- McFarland, D., Messing, S., Nowak, M., & Westwood, S. (2010). Social Network Analysis Labs in R. Retrieved November 22, 2018 from <https://sna.stanford.edu/lab.php?l=1>.
- Mehler, A., Lücking, A., Banisch, S., Blanchard, P., & Frank-Job, B. (2016). *Towards a Theoretical Framework for Analyzing Complex Linguistic Networks*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47238-5>
- Milgram, S. (1967). The Small-World Problem. *Psychology Today*, 1(1), 61–67.
- Miranda, P. J., Baptista, M. S., & Pinto, S. E. de. (2013). Analysis of communities in a mythological social network. *ArXiv Preprint ArXiv:1306.2537*. Retrieved October 16, 2019 from <http://arxiv.org/abs/1306.2537>.
- Moretti, F. (2011). Network theory, plot analysis. *New Left Review*, 1–30. Retrieved October 16, 2019 from <https://litlab.stanford.edu/LiteraryLabPamphlet2.pdf>.
- Munne, F. (2013). The Fuzzy Complexity of Language. In A. Massip-Bonet & A. Bastardas-Boada (Eds.), *Complexity Perspectives on Language, Communication and Society* (pp. 175–

- 196). Berlin: Springer.
- Newman, M. E. J. (2002). Assortative mixing in networks. *Physical Review Letters*, 89(20), 20871. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0205405.pdf>.
- Newman, M. E. J. (2003). *The Structure and Function of Complex Networks*. *SIAM review* 45(2), 167–256.
- Newman, M. E. J., & Park, J. (2003). *Why social networks are different from other types of networks*. Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/cond-mat/0305612.pdf>.
- Newman, M., & Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E*, 69(2), 1–16. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>
- Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node Centrality in Weighted Networks: Generalizing Degree and Shortest Paths. *Social Networks*, 32(3), 245–251. Retrieved October 16, 2019 from [https://preventviolentextremism.info/sites/default/files/Node Centrality in Weighted Networks- Generalizing Degree and Shortest Paths.pdf](https://preventviolentextremism.info/sites/default/files/Node%20Centrality%20in%20Weighted%20Networks-%20Generalizing%20Degree%20and%20Shortest%20Paths.pdf).
- Pavić, M. (1997). *Hazarski rečnik : roman-leksikon u 100.000 reči : ženski primerak*. Beograd: Dereta; Prosveta. Preuzeto 23.11.2018. sa <https://tuxdoc.com/download/milorad-pavi-hazarski-renikpdf.pdf>.
- Pons, P., & Latapy, M. (2005). Computing communities in large networks using random walks. In *International symposium on computer and information sciences*. Berlin, Heidelberg: Springer. Retrieved October 16, 2019 from <https://www-complexnetworks.lip6.fr/~latapy/Publis/communities.pdf>.
- Popović, T. (2010). *Rečnik književnih termina*. Beograd: Logos Art; Edicija.
- Prado, S. D., Dahmen, S. R., Bazzan, A. L. C., Carron, P. Mac, & Kenna, R. (2016). Temporal Network Analysis of Literary Texts. *PLoS ONE*, 19(3), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1142/S0219525916500053>
- R: The R Project for Statistical Computing. (n.d.). Retrieved November 22, 2018 from <https://www.r-project.org/>.
- Ravasz, E., & Barabási, A.-L. (2003). Hierarchical organization in complex networks. *Physical Review E*, 67(2), 026112.
- Radicchi, F., Castellano, C., Cecconi, F., Loreto, V., & Parisi, D. (2004). *Defining and identifying communities in networks*. Retrieved October 16, 2019 from www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0400054101.
- Radin Sabadoš, M. (2006). Fenomeni hiperteksta i mreže u okvirima postmoderne kritičke teorije. *Philologia*, IV(4), 157–164.

- Rochat, Y. (2014). *Character Networks and Centrality*. Université de Lausanne, Faculté des sciences sociales et politiques (Doctoral dissertation). Retrieved October 16, 2019 from https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_663137B68131.P001/REF.pdf.
- Ruegg, C., & Lee, J. J. (2019). Epic social networks and Eve's centrality in Milton's *Paradise Lost*. *Digital Scholarship in the Humanities*, *fqz001*. <https://doi.org/10.1093/llc/fqz001>
- Rydberg-Cox, J. (2011). Social networks and the language of greek tragedy. *Journal of the Chicago Colloquium on Digital Humanities and Computer Science*, *1*(3), 1–11.
- Sack, G. (2012). Character Networks for Narrative Generation. *Intelligent Narrative Technologies: Papers from the 2012 AIIDE Workshop*. Retrieved October 16, 2019 from <https://www.aaai.org/ocs/index.php/AIIDE/AIIDE12/paper/viewPaper/5550>.
- Sack, G. A. (2014). Complexity and the Human Experience: Modelling Complexity in the Humanities and Social Sciences (pp. 81–104). Boca Raton, FL: CRC Press, Tylor & Francis Group.
- Scarinci Zabaleta, D. (2016). *Language Networks: An Insight into the Language Faculty?* University of Barcelona (master's thesis). [https://doi.org/10.1016/0091-3057\(77\)90117-4](https://doi.org/10.1016/0091-3057(77)90117-4)
- Sigman, M., & Cecchi, G. A. (2002). *Global organization of the Wordnet lexicon*. *PNAS February* (Vol. 5). Retrieved October 16, 2019 from https://www.jstor.org/stable/3057832?seq=1#page_scan_tab_contents.
- Sole, R. V., Corominas-Murtra, B., Valverde, S., & Steels, L. (2010). Language Networks: Their Structure, Function, and Evolution. *Complexity*, *15*(6), 20–26. <https://doi.org/10.1002/cplx>
- Stiller, J., & Hudson, M. (2005). Weak Links and Scene Cliques Within the Small World of Shakespeare. *Journal of Cultural and Evolutionary Psychology*, *3*(1), 57–73.
- Stiller, J., Nettle, D., & Dunbar, R. (2003). THE SMALL WORLD OF SHAKESPEARE'S PLAYS. *Human Nature*, *14*(4), 397–408. Retrieved October 16, 2019 from <https://www.staff.ncl.ac.uk/daniel.nettle/shakespeare.pdf>.
- Tangherlini, T. (2011). Facebook for vikings: Social network analysis and Egil's Saga Trans-Atlantic Digging into Data View project Legend View project. In *Society for the Advancement of Scandinavian Study Conference*. Retrieved October 16, 2019 from <https://www.researchgate.net/publication/303425753>.
- Tsvetovat, M., & Kouznetsov, A. (2011). *Social Network Analysis for Startups*. Beijing; Cambridge; Farnham; Köln; Sebastopol; Tokyo: O'Reilly Media.
- Voloshinov, A. V., & Gozhanskaya, I. V. (2008). Russian vs. English drama in the context of network theory. In *International Association of Empirical Aesthetics XX Biennial Congress* (pp. 19–22). Chicago, IL: Indiana University-Purdue University Fort Wayne. Retrieved

October 16, 2019 from

http://www.ets.ifmo.ru/tomasov/konferenc/AutoPlay/Docs/Volume4/8_06.pdf.

Walktrap community / R documentation. (n.d.). Retrieved October 16, 2019 from <https://www.rdocumentation.org/packages/igraph/versions/0.4.4/topics/walktrap.community>

Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wohlgenannt, G., Chernyak, E., & Ilvovsky, D. (2016). Extracting Social Networks from Literary Text with Word Embedding Tools. *Proceedings of the Workshop on Language Technology Resources and Tools for Digital Humanities (LT4DH)*, 18–25. Retrieved October 16, 2019 from <https://www.aclweb.org/anthology/W16-4000/>.

Yau, N. (2015). Shakespeare tragedies as network graphs | FlowingData. Retrieved July 07, 2019 from <https://flowingdata.com/2015/12/30/shakespeare-tragedies-as-network-graphs>.

Yose, J., Kenna, R., Maccarron, M., & Maccarron, P. (2018). Network analysis of the Viking Age in Ireland as portrayed in *Cogadh Gaedhel re Gallaibh*. *Royal Society Open Science*, 5(1), 1–21. <https://doi.org/10.1098/rsos.171024>

Yose, J., Kenna, R., Maccarron, P., Platini, T., & Tonra, J. (2016). A Networks-Science Investigation into the Epic Poems of Ossian. *Advances in Complex Systems*, 19(04n05). Retrieved October 16, 2019 from <https://arxiv.org/pdf/1610.00142.pdf>.

Zvereva, O. M. (2016). Triad Census Usage for Communication Network Analysis. In *AIST (Supplement)* (pp. 378–389). Retrieved October 16, 2019 from <http://ceur-ws.org/Vol-1710/paper38.pdf>.

Арсет, Е. Ј. (2015). Нелинеарност и теорија књижевности. *Летопис Матице српске*, 496(3), 253–291.

Васић, С. (1998). *Полазне основе новије српске прозе / Књига II: Хазарски речник Милорада Павића – фреквенцијски речник*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства; Институт за педагошка истраживања.

Гордић Петковић, В. (2015). Култура странице, култура екрана: читање у доба интернета. *Летопис Матице српске*, 496(3), 245–252.

Ђурић, М. (2017). Квант у књижевности – Џејмс Џојс и Милорад Павић. *Прилози за књижевност, језик, историју и фолклор*, 83, 115–130.

Јакић, М. (2018). Фреквенцијски речници. У М. Тешић, Р. Драгићевић, & Н. Ивановић (ур.), *Српска лексикографија од Вука до данас / Каталог изложбе*. Београд: Српска академија наука и уметности / Савез славистичких друштава Србије.

- Јерков, А. (1996). Поговор. У *Заувек и дан више: Сабрана дела М. Павића*, књ. 10 (стр. 113–180). Београд: Драганић.
- Јоцић, М. (2015). Отисци на дигиталном мору: Осврт на историју интернета и веб-стваралаштва. *Летопис Матице српске*, 191(3), 234–244.
- Милосављевић, С. (2018). Методички приступ теми словенског језика и писма у *Хазарском речнику* Милорада Павића на додатној настави у средњој школи. *Методички видици*, 9, 55–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.19090/mv.2018.9.55-74>
- Павић, М. (2005). *Роман као држава и други огледи*. Београд: Плато.
- Петровић, П. (2012). *Енциклопедичност као поетички модел романа Растка Петровића*. Универзитет у Београду (докторска дисертација). Преузето 16.10.2019. са <http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/4012/Disertacija.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Татаренко, А. (2013). *Поетика форме у прози српског постмодернизма*. Београд: Службени гласник.

Prilog

Tabela 23. Spisak odrednica sa atributima

Odrednica (id)	Knjiga	Sloj	Ime odrednice	Legenda (Knjiga)	Legenda (Sloj)
1	0	0	Ateh (/CK)	0 = Crvena knjiga	0 = srednji vek
2	0	1	Branković Avram (Branković A.)	1 = Zelena knjiga	1 = barok
3	0	1	Branković Grgur (Branković G.)	2 = Žuta knjiga	2 = 20. vek
4	0	0	Kagan (/CK)		
5	0	0	Lovci snova		
6	0	0	Metodije Solunski (Metodije)		
7	0	1	Sevast Nikon (Sevast)		
8	0	1	Skila Averkije (Skila)		
9	0	1	Stolpnik		
10	0	2	Suk dr Isajlo (Suk)		
11	0	0	Cirilo		
12	0	0	Hazari (/CK)		
13	0	0	Hazarska polemika (Haz. pol./CK)		
14	0	0	Čelarevo		
15	1	1	Akšani Jabir Ibn (Akšani)		
16	1	0	Al Bekri Spanjard (Al Bekri)		
17	1	0	Ateh (/ZK)		
18	1	0	Zidar muzike		
19	1	0	Ibn Abu Hadrasx		
20	1	0	Kagan (/ZK)		
21	1	0	Kora Farabi Ibn (Kora)		
22	1	0	Ku		
23	1	1	Masudi Jusuf (Masudi)		
24	1	0	Mokadasa al Safer (Mokadasa/ZK)		
25	1	2	Muavija dr Abu-Kabir (Muavija)		
26	1	1	Mustaj-beg Sabljak (Sabljak)		
27	1	1	Odlomak iz Basre		
28	1	1	Prstomet		
29	1	0	Hazari (/ZK)		
30	1	0	Hazarska polemika (Haz. pol./ZK)		
31	2	0	Ateh (/ŽK)		
32	2	1	Veridbeni ugovor Samuela Koena i Lidisije Saruk (Veridbeni ugovor)		
33	2	1	Daubmanus		
34	2	0	Kagan (/ŽK)		
35	2	1	Koen Samuel (Koen)		
36	2	1	Liber Cosri		
37	2	1	Lukarević Efrosinija (Efrosinija)		
38	2	0	Mokadasa al Safer (Mokadasa/ŽK)		
39	2	0	Sangari Isak (Sangari)		
40	2	0	Tibon Jehuda Ibn		
41	2	0	Hazari (/Žk)		
42	2	0	Hazarska polemika (Haz. pol./ŽK)		
43	2	0	Hazarski ćup		
44	2	0	Halevi Jehuda (Halevi)		
45	2	2	Šulc dr Dorota (Šulc)		

Tabela 24. Dosežnost čvorova: ukupna dosežnost čvorova od svih ostalih čvorova i ka svim ostalim čvorovima u mreži odrednica i podmrežama zasnovanim na knjigama

Id	Odrednica	Cela_mreža_u	Cela_mreža_iz	CK_u	CK_iz	ZK_u	ZK_iz	ŽK_u	ŽK_iz
1	Ateh	44	38	13	6				
2	Branković A.	44	38	4	11				
3	Branković G.	44	38	4	11				
4	Kagan	44	38	13	6				
5	Lovci snova	44	38	13	6				
6	Metodije	44	38	13	6				
7	Sevast	44	38	4	11				
8	Skila	44	38	4	11				
9	Stolpnik	44	38	4	11				
10	Suk	44	38	1	8				
11	Ćirilo	44	38	13	6				
12	Hazari	44	38	13	6				
13	Hazarska polemika	44	38	13	6				
14	Čelarevo	44	38	1	8				
15	Akšani	44	38			14	11		
16	Al Bekri	44	38			14	11		
17	Ateh	44	38			14	11		
18	Zidar muzike	0	39			0	12		
19	Hadraš	44	38			14	11		
20	Kagan	44	38			14	11		
21	Kora	44	38			14	11		
22	Ku	44	38			14	11		
23	Masudi	44	38			14	11		
24	Mokadasa	44	38			14	11		
25	Muavija	1	39			0	12		
26	Sabljak	44	38			0	0		
27	Odlomak iz Basre	0	39			0	12		
28	Prstomet	44	38			14	11		
29	Hazari	44	38			14	11		
30	Hazarska polemika	44	38			14	11		
31	Ateh	44	38					14	11
32	Veridbeni ugovor	0	39					0	12
33	Daubmanus	44	38					14	11
34	Kagan	44	38					14	11
35	Koen	44	38					14	11
36	Liber Cosri	44	38					14	11
37	Efrosinija	44	38					14	11
38	Mokadasa	44	38					14	11
39	Sangari	44	38					14	11
40	Jehuda Ibn	44	38					14	11

41	Hazari	44	38					14	11
42	Hazarska polemika	44	38					14	11
43	Hazarski ćup	0	39					0	12
44	Halevi	44	38					14	11
45	Šulc	0	40					0	12

Tabela 25. Geodezici svih čvorova u mreži odrednica i podmrežama zasnovanim na knjigama

Id	Odrednica	Cela_mreža_u	Cela_mreža_iz	CK_u	CK_iz	ZK_u	ZK_iz	ŽK_u	ŽK_iz
1	Ateh	1.76	1.92	2.07	1.14				
2	Branković A.	2.13	1.62	1.00	1.25				
3	Branković G.	2.53	3.49	1.20	2.83				
4	Kagan	1.44	2.10	1.43	1.57				
5	Lovci snova	1.76	2.03	2.07	1.43				
6	Metodije	2.33	1.87	2.00	0.86				
7	Sevast	3.07	2.56	1.60	2.08				
8	Skila	2.58	2.00	1.60	2.08				
9	Stolpnik	2.53	2.54	1.20	2.00				
10	Suk	3.04	2.38	0.50	1.78				
11	Ćirilo	2.04	2.10	1.93	1.14				
12	Hazari	1.20	2.05	1.29	1.14				
13	Hazarska polemika	1.67	1.90	1.93	1.00				
14	Čelarevo	2.13	2.41	0.50	1.78				
15	Akšani	2.71	2.03			2.33	1.75		
16	Al Bekri	2.58	1.79			2.53	1.50		
17	Ateh	1.76	1.67			1.47	1.33		
18	Zidar muzike	0.00	2.45			0.00	2.46		
19	Hadraš	2.44	2.33			2.07	2.17		
20	Kagan	1.44	2.18			1.40	2.08		
21	Kora	2.22	2.13			1.80	1.92		
22	Ku	2.69	2.15			2.27	2.00		
23	Masudi	1.76	1.28			1.47	1.00		
24	Mokadasa	2.29	1.82			2.33	1.58		
25	Muavija	0.50	2.27			0.00	2.46		
26	Sabljak	2.76	2.49			0.00	0.00		
27	Odlomak iz Basre	0.00	2.35			0.00	2.46		
28	Prstomet	2.69	2.23			2.27	1.83		
29	Hazari	1.20	1.87			1.13	1.67		
30	Hazarska polemika	1.67	1.90			1.80	1.75		
31	Ateh	1.76	1.62					2.00	1.33
32	Veridbeni ugovor	0.00	2.05					0.00	1.92
33	Daubmanus	1.64	2.46					1.40	2.42
34	Kagan	1.44	1.85					1.33	1.50
35	Koen	1.98	1.54					1.73	1.33

36	Liber Cosri	2.49	2.31					2.13	2.00
37	Efrosinija	2.91	2.49					2.53	2.17
38	Mokadasa	2.29	2.00					2.73	1.75
39	Sangari	1.98	2.05					1.53	1.58
40	Jehuda Ibn	2.56	2.31					1.93	2.00
41	Hazari	1.20	2.00					1.00	1.58
42	Hazarska polemika	1.67	1.67					1.4	1.42
43	Hazarski ćup	0.00	2.35					0.00	2.08
44	Halevi	1.78	1.87					1.33	1.25
45	Šulc	0.00	1.90					0.00	1.54

Tabela 26. Ekscentičnost svakog čvora u mreži odrednica i podmrežama zasnovanim na knjigama

Id	Odrednica	Cela_mreža_u	Cela_mreža_iz	CK_u	CK_iz	ZK_u	ZK_iz	ŽK_u	ŽK_iz
1	Ateh	4	3	4	2				
2	Branković A.	3	3	2	2				
3	Branković G.	3	5	2	4				
4	Kagan	3	3	3	3				
5	Lovci snova	4	3	4	3				
6	Metodije	3	3	3	1				
7	Sevast	4	4	3	3				
8	Skila	3	4	3	3				
9	Stolpnik	3	4	2	3				
10	Suk	5	4	1	3				
11	Ćirilo	4	4	4	2				
12	Hazari	3	4	3	2				
13	Hazarska polemika	4	3	4	2				
14	Čelarevo	4	4	1	3				
15	Akšani	4	4			3	3		
16	Al Bekri	5	3			4	2		
17	Ateh	4	3			2	2		
18	Zidar muzike	0	4			0	4		
19	Hadraš	4	4			3	3		
20	Kagan	3	4			2	3		
21	Kora	4	4			3	3		
22	Ku	4	4			3	3		
23	Masudi	3	3			2	2		
24	Mokadasa	4	3			3	3		
25	Muavija	1	4			0	4		
26	Sabljak	4	4			0	0		
27	Odlomak iz Basre	0	4			0	4		
28	Prstomet	4	4			3	3		
29	Hazari	3	3			2	3		
30	Hazarska polemika	4	3			3	3		

31	Ateh	4	3					3	3
32	Veridbeni ugovor	0	3					0	4
33	Daubmanus	4	4					3	4
34	Kagan	3	3					2	3
35	Koen	3	3					3	3
36	Liber Cosri	4	4					3	4
37	Efrosinija	4	4					4	4
38	Mokadasa	4	3					4	3
39	Sangari	4	4					2	3
40	Jehuda Ibn	4	4					3	4
41	Hazari	3	4					2	3
42	Hazarska polemika	4	3					2	3
43	Hazarski ćup	0	4					0	4
44	Halevi	3	3					2	3
45	Šulc	0	4					0	3

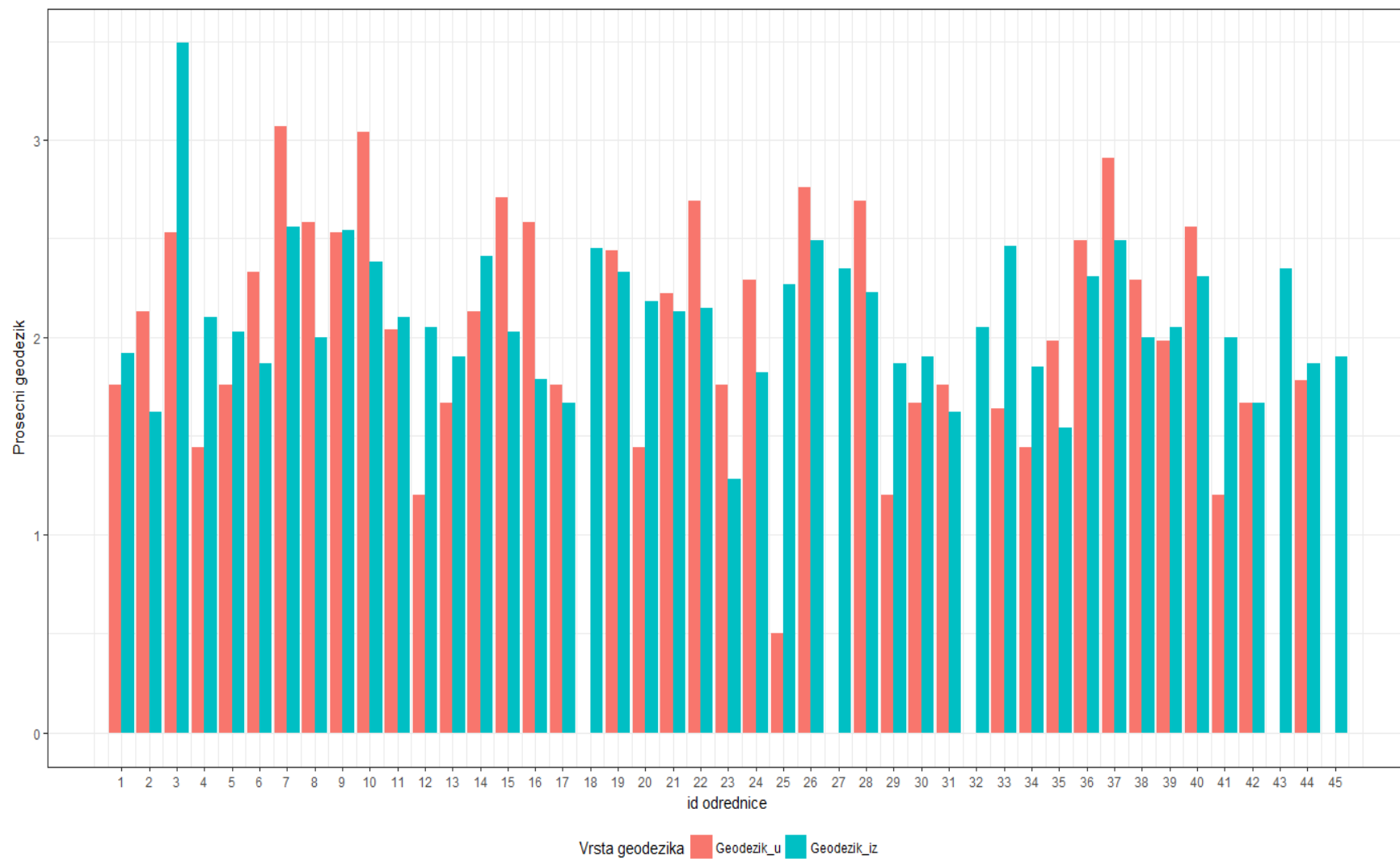
Tabela 27. Poređenje 'trojki' odrednica prema centralnosti bliskosti

Id	Odrednica	CB_u	Rang	CB_u t	Rang	CB_iz	Rang	CB_iz t	Rang
1	Ateh	0.57	11	0.99	23	0.51	15	1.00	19
17	Ateh	0.57	11	0.99	22	0.58	5	1.25	4
31	Ateh	0.57	11	0.99	24	0.60	3	1.13	6
4	Kagan	0.70	4	1.46	6	0.46	23	0.98	22
20	Kagan	0.70	4	1.46	5	0.45	27	1.03	16
34	Kagan	0.70	4	1.47	4	0.53	9	0.90	24
12	Hazari	0.79	1	2.94	1	0.47	21	1.04	14
29	Hazari	0.79	1	2.94	1	0.52	10	1.06	10
41	Hazari	0.79	1	2.94	3	0.49	16	1.04	15
13	Haz. pol.	0.59	7	1.02	19	0.51	13	1.24	5
30	Haz. pol.	0.59	7	1.05	16	0.51	13	1.03	17
42	Haz. pol.	0.59	7	1.03	18	0.58	5	1.08	9
Učesnici u hazarskoj polemici									
11	Ćirilo	0.47	20	1.01	21	0.46	23	1.06	11
21	Kora	0.46	21	1.02	20	0.46	25	1.05	13
39	Sangari	0.49	18	0.70	33	0.47	21	0.99	21
Hroničari hazarske polemike									
6	Metodije	0.42	25	0.76	28	0.52	10	1.11	7
16	Al Bekri	0.38	30	0.71	32	0.54	7	0.95	23
44	Halevi	0.54	16	1.09	12	0.52	10	1.06	12
Barokni istraživači hazarskog pitanja									
2	BrankovićA.	0.47	19	1.10	11	0.60	3	1.36	2
23	Masudi	0.57	11	1.30	8	0.76	1	1.70	1
35	Koen	0.51	17	1.21	9	0.63	2	1.29	3
Dvadesetovekovni istraživači hazarskog pitanja									
10	Suk	0.31	39	0.43	39	0.41	32	0.99	20
25	Muavija	-		-		-		-	
45	Šulc	-		-		-		-	
Demoni									

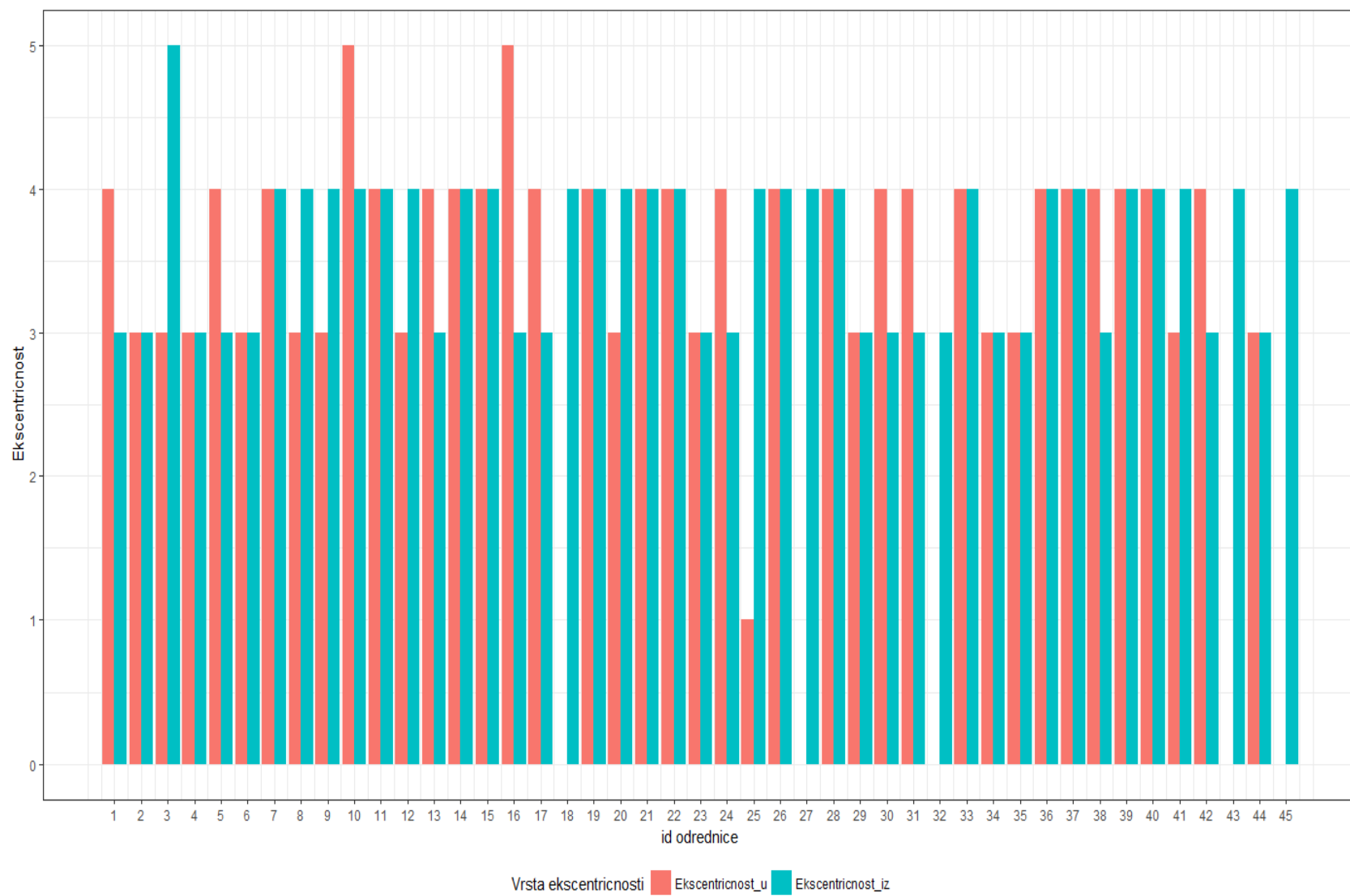
7	Sevast	0.33	38	1.04	17	0.38	38	0.58	37
15	Akšani	0.37	35	1.06	15	0.48	19	0.65	33
37	Efrosinija	0.34	37	1.14	10	0.39	35	0.89	26

Tabela 28. Poređenje 'trojki' odrednica prema *Page Rank-u*

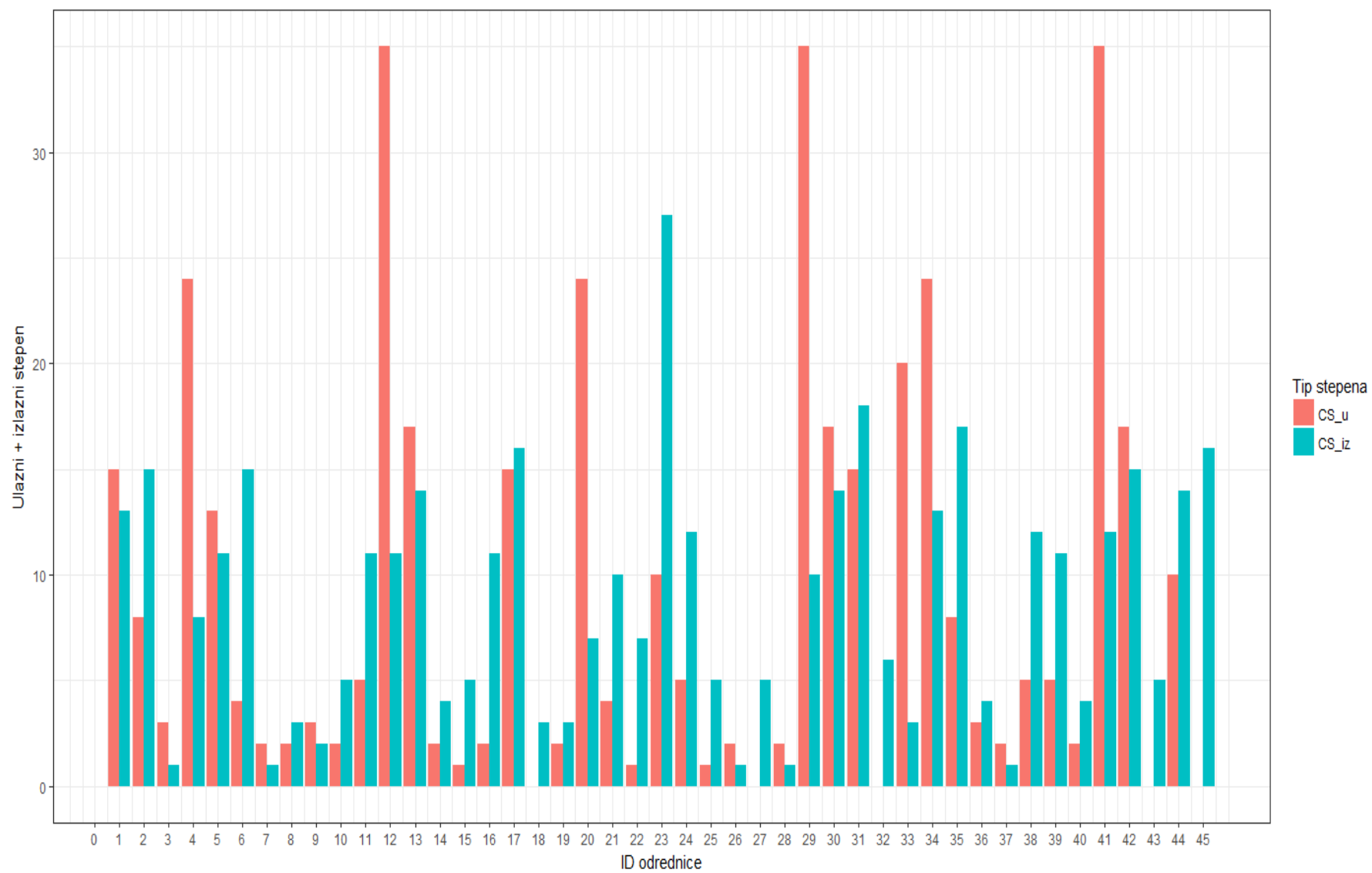
Id	Odrednica	PR usm	Rang	PR usm t	Rang	PR neusm	Rang	PR neusm t	Rang
1	Ateh	0.0385	10	0.0151	11	0.0296	16	0.0248	14
17	Ateh	0.0390	8	0.0149	12	0.0296	15	0.0233	15
31	Ateh	0.0392	7	0.0155	10	0.0326	10	0.0308	13
4	Kagan	0.0592	5	0.0497	6	0.0348	8	0.0370	6
20	Kagan	0.0584	6	0.0529	5	0.0348	7	0.0360	7
34	Kagan	0.0614	4	0.0586	4	0.0361	5	0.0324	9
12	Hazari	0.0794	2	0.1852	1	0.0531	1	0.1093	2
29	Hazari	0.0788	3	0.1828	3	0.0531	2	0.1081	3
41	Hazari	0.0798	1	0.1836	2	0.0531	3	0.1101	1
13	Haz. pol.	0.0379	12	0.0091	19	0.0304	13	0.0310	12
30	Haz. pol.	0.0379	13	0.0093	17	0.0305	12	0.0192	16
42	Haz. pol.	0.0380	11	0.0093	18	0.0304	13	0.0376	5
Učesnici u hazarskoj polemici									
11	Ćirilo	0.0149	22	0.0054	22	0.0197	24	0.0151	19
21	Kora	0.0155	19	0.0053	23	0.0186	26	0.0128	22
39	Sangari	0.0152	20	0.0046	28	0.0199	23	0.0101	27
Hroničari hazarske polemike									
6	Metodije	0.0081	27	0.0039	32	0.0252	19	0.0143	20
16	Al Bekri	0.0070	28	0.0036	37	0.0186	25	0.0122	23
44	Halevi	0.0195	18	0.0080	20	0.0277	17	0.0181	17
Barokni istraživači hazarskog pitanja									
2	BrankovićA.	0.0205	17	0.0119	15	0.0350	6	0.0311	11
23	Masudi	0.0240	15	0.0148	13	0.0469	4	0.0541	4
35	Koen	0.0213	16	0.0181	8	0.0330	9	0.0317	10
Dvadesetovekovni istraživači hazarskog pitanja									
10	Suk	0.0056	30	0.0038	33	0.0117	30	0.0084	28
25	Muavija	0.0035	40	0.0036	35	0.0111	32	0.0084	29
45	Šulc	0.0033	41	0.0033	41	0.0245	20	0.0329	8
Demoni									
7	Sevast	0.0052	35	0.0050	25	0.0074	41	0.0064	32
15	Akšani	0.0041	38	0.0036	36	0.0139	27	0.0056	38
37	Efrosinija	0.0049	36	0.0064	21	0.0067	44	0.0078	30



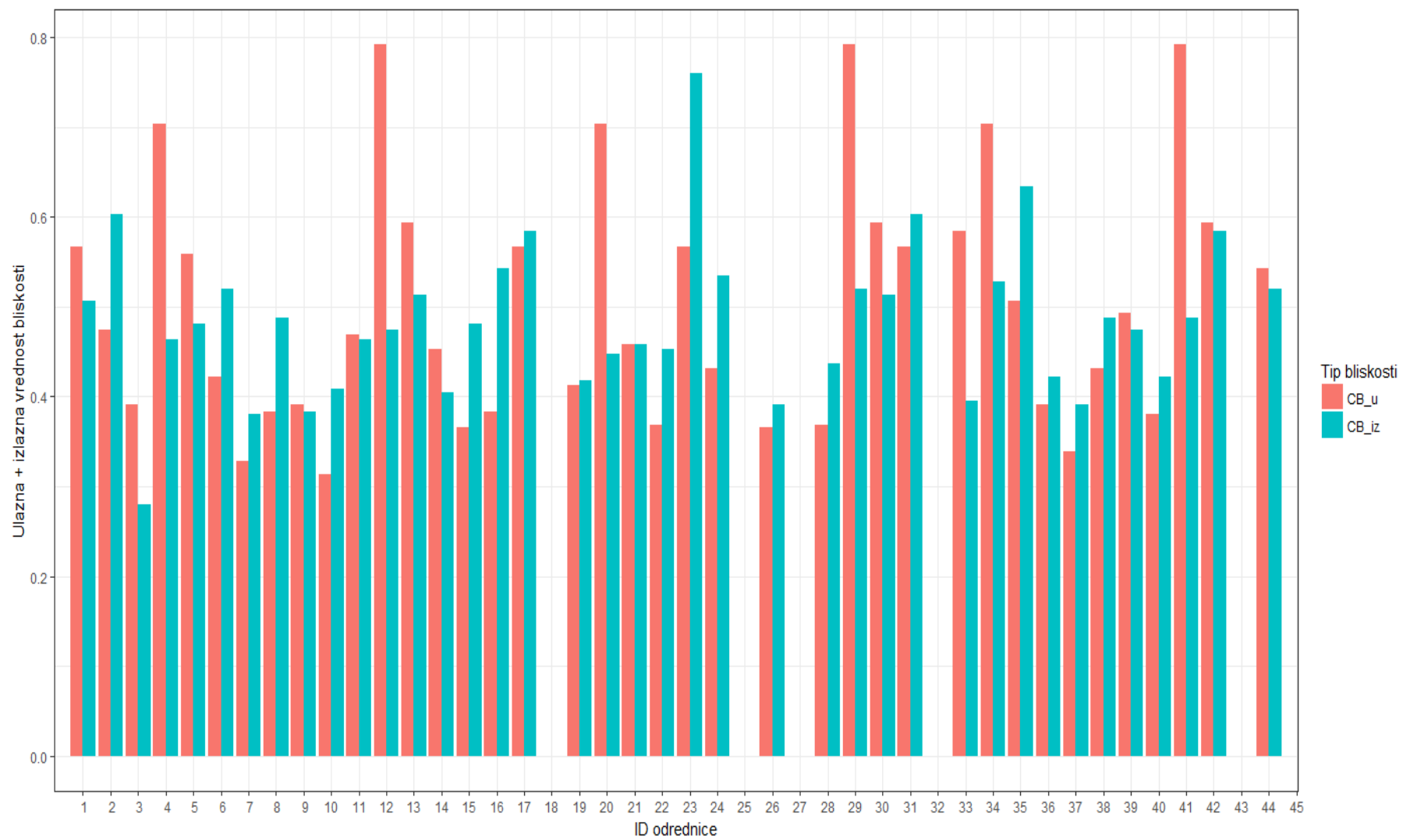
Slika 13. Geodezici za svaki čvor u mreži odrednica



Slika 14. Ekscentričnost svakog čvora u mreži odrednica



Slika 15. Uporedni prikaz centralnosti stepena prema ulaznim i izlaznim vrednostima stepena



Slika 16. Uporedni prikaz centralnosti bliskosti po ulaznim i izlaznim vrednostima

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Potpisivanjem izjavljujem:

- da je rad isključivo rezultat mog sopstvenog istraživačkog rada;
- da sam rad i mišljenja drugih autora koje sam koristio u ovom radu naznačio ili citirao u skladu sa Uputstvom;
- da su svi radovi i mišljenja drugih autora navedeni u spisku literature/referenci koji su sastavni deo ovog rada i pisani u skladu sa Uputstvom;
- da sam dobio sve dozvole za korišćenje autorskog dela koji se u potpunosti/celosti unose u predati rad i da sam to jasno naveo;
- da sam svestan da je plagijat korišćenje tuđih radova u bilo kom obliku (kao citata, parafraza, slika, tabela, dijagrama, dizajna, planova, fotografija, filma, muzike, formula, veb sajtova, kompjuterskih programa i sl.) bez navođenja autora ili predstavljanje tuđih autorskih dela kao mojih, kažnjivo po zakonu (Zakon o autorskom i srodnim pravima, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 104/2009, 99/2011, 119/2012), kao i drugih zakona i odgovarajućih akata Univerziteta u Beogradu;
- da sam svestan da plagijat uključuje i predstavljanje, upotrebu i distribuiranje rada predavača ili drugih studenata kao sopstvenih;
- da sam svestan posledica koje kod dokazanog plagijata mogu prouzrokovati na predati master rad i moj status;
- da je elektronska verzija master rada identična štampanom primerku i pristajem na njegovo objavljivanje pod uslovima propisanim aktima Univerziteta.

U Beogradu,

Stefan Milosavljević
(Broj indeksa: 208/2016)