



METRIKA INTEGRISANOSTI NAUKE I PRIVREDE

SCIENCE AND ECONOMY INTEGRATION METRICS

LAZAR ŽIVKOVIĆ¹, ĐURO KUTLAČA²

¹ Institut Mihajlo Pupin, Beograd, lazar.zivkovic@pupin.rs

² Institut Mihajlo Pupin, Beograd, djuro.kutlaca@pupin.rs

Režime: U ovom radu je predstavljena metoda mrežne analize kao alat za merenje intenziteta saradnje nauke i privrede (U-I saradnja). Imajući u vidu složenost interakcije i različitih vidova saradnje koja se dešava između univerziteta i privrede, u radu su sumirani i glavni oblici saradnje kao i indikatori za merenje saradnje nauke i privrede. Metoda mrežne analize predstavlja alat koji se koristi u cilju razumevanja sturkturnih karakteristika mreža znanja koje se formiraju između istraživača sa univerziteta i privrede i predstavlja pogodan alat za analizu evolucije U-I saradnje.

Gljučne reči: Saradnja nauke i privrede, naučna produktivnost, mrežna analiza.

Abstract: This paper presents the network analysis as an tool for measuring the intensity of science-industry cooperation. Considering the complexity of interaction and different types of cooperation that take place between researchers from universities and industry, this paper summarizes the main forms of cooperation as well as indicators for measuring cooperation between science and the economy as well. The method of network analysis is an tool for understanding the structural features of knowledge networks that are formed between researchers from universities and industry and is a convenient tool for analyzing the evolution of U-I collaboration.

Keywords: Science-Industry Cooperation, Science Productivity, Network Analysis.

1. UVOD

Uloga univerziteta u društvu se od prvih osnivanja do danas značajno promenila, od nastave i istraživanja kao osnovnih misija do uvođenja treće misije koja se odnosi na transfer tehnologije i znanja u privredu. Ovaj transfer nije jednosmeran već se zasniva na interakciji i zajedničkoj saradnji nauke i privrede. Uspostavljanje uspešne saradnje naučnoistraživačkog i privrednog sektora predstavlja važan aspekt naučnoistraživačkih i tehnoloških politika. Na univerzitetu se sve više gleda kao na kritične institucije u inovacionim sistemima i kao takve su došle do izražaja u vladinim inovacionim programima (Mowery and Bhavan, 2006). Jedan od ciljeva naučno-tehnoloških politika ne samo u Srbiji već i u drugim državama, je uvođenje konkretnih mera sa ciljem unapređenja saradnje nauke i privrede.

Hronološkim pregledom naučno-tehnoloških politika u poslednjih 70 godina, jasno se može zaključiti da je potreba za uspostavljanjem jače saradnje između nauke i privrede bila prepoznata u većini politika ovog perioda, ali bez vidljivih rezultata. Iako predstavlja aktuelni izazov današnjice, značaj približavanja naučnoistraživačkih institucija i privrede u Srbiji je prvi put prepoznat 50-tih godina prošlog veka osnivanjem saveznih fondova za unapređenje industrijske proizvodnje, građevinarstva i poljoprivrede u cilju finansiranja istraživačkih projekata koji bi davali konkretne rezultate primenjive u privredi. Rezolucijom savezne skupštine o naučnoistraživačkom radu, donete 1965. godine, cilj je bio da se usklade naučna istraživanja sa potrebama privrednog razvoja i unapređenje primene rezultata naučnih istraživanja u privredi (Horvat et al. 1971). Jedan od razloga neuspelih pokušaja uspostavljanja bliže saradnje nauke i privrede je taj što su univerziteti i naučnoistraživačke institucije u velikoj meri fokusirane na fundamentalna istraživanja i dugoročne naučne projekte, dok je privreda sa druge strane zainteresovana za kratkoročno rešavanje razvojnih problema i izazova u svakodnevnom poslovanju. Takođe, važan razlog neuspeha leži i u nedostatku indikatora za merenje saradnje nauke i privrede u oblasti istraživanja, razvoja i inovacija. Još uvek prisutan linearni model upravljanja istraživanjem i razvojem predstavlja glavnu prepreku za umrežavanje IR sektora sa ostalim delovima privrede i društva (Kutlača & Semenčenko 2015).

Transfer znanja između nauke i privrede u praksi se ostvaruje kroz različite vidove saradnje i interakcije od strogo formalnih do neformalnih veza. Pri analiziranju i evaluaciji saradnje nauke i privrede potrebno je pristupiti sveobuhvatno i uzeti u obzir sve vidove i forme saradnje koji se mogu ostvariti. U skladu sa navedenim tvrdnjama, cilj ovog rada je da definiše različite vidove saradnje nauke i privrede kao i da definiše indikatore za merenje ove saradnje. Pored prikaza ključnih vidova saradnje, poseban aspekt ovog rada je prikaz osnovnih koncepata mrežne analize kao moguće metodologije za ocenu nivoa interakcije nauke i privrede u Republici Srbiji.

2. DEFINISANJE OBLIKA SARADNJE I INDIKATORA ZA MERENJE SARADNJE NAUKE I PRIVREDE

Opšte je poznato da postoje različiti oblici saradnje koje uspostavljaju naučnoistraživačke institucije i privreda i da se ova saradnja ne može objasniti jednim opštim obrascem. Saradnja može biti strogo formalna kroz potpisivanje ugovora o saradnji ili krajnje neformalna što podrazumeva neformalne kontakte, komunikaciju i savetovanje. Imajući u vidu navedenu složenost međusobnih veza, pri analiziranju nivoa saradnje univerziteta i industrije (U-I), neophodno je uzeti u obzir navedenu složenost. Iako u literaturi postoji čitav niz klasifikacija koje su imale za cilj da obuhvate sve vidove i oblike U-I saradnje, jedna od veoma korisnih klasifikacija je ona koju su razvili Ramos-Vielba et.al (2010), a prema njima se svi oblici saradnje mogu podeliti u sledeće 4 kategorije:

- Istraživačko-razvojne aktivnosti i formalni konsalting;
- Obuke i razmena zaposlenih;
- Komercijalizacija nekog od oblika intelektualne svojine;
- Druge vrste saradnje.

Prvi oblik saradnje podrazumeva zajedničke IR projekte koji se finansiraju preko fondova za finansiranje istraživačkih aktivnosti kao i IR projekte koje realizuju univerziteti ili instituti, a naručeni su od strane privrede. Druga vrsta saradnje je značajno izraženija u naučno-intenzivnim oblastima, dok je u zajedničkim IR projektima prisutna saradnja u širokom krugu oblasti. Pored IR projekata, ova kategorija obuhvata i formalan konsultantski rad pružen od strane univerziteta ili instituta za potrebe realizacije razvojnih projekata u privredi.

Obuke i razmene zaposlenih pripadaju drugoj grupi aktivnosti saradnje U-I i ona podrazumeva aktivnosti obuka i treninga studenata i postdiplomaca kao i prakse u firmama, zatim privremene razmene zaposlenih i obuke zaposlenih u firmi koje pruža univerzitet. Prakse u firmama su veoma čest oblik saradnje koja se uspostavlja između univerziteta i privrede i često podrazumeva formalne ugovorne odnose pri kojima univerziteti upotpunjuju svoje nastavne programe, dok firme imaju šansu da identifikuju stručne kadrove i da ih kasnije zadrže u svojim firmama. Obuke zaposlenih u firmi koje pruža univerzitet je takođe jedan od čestih vidova saradnje međutim, potrebno je ovde dodati da se često realizuje i obrnut vid obuka, tj. firme pružaju praktične obuke studenima na fakultetima.

Komercijalizacija nekog od oblika intelektualne svojine se najčešće realizuje eksploatacijom patenata ili otvaranjem novih firmi kao što su spin-off kompanije. Navedena dva oblika saradnje predstavljaju ujedno i neefikasnije oblike transfera tehnologije. Pored intelektualne svojine pod ovu grupu spadaju i aktivnosti korišćenja ili iznajmljivanja objekata ili opreme kao jedan od takođe važnih oblika saradnje koje uspostavljaju univerziteti i privreda.

Pod druge oblike saradnje, autori navode neformalne veze i odnose koji ujedno predstavljaju možda i najčešći oblik uspostavljanja U-I saradnje. Ovo je čest oblik saradnje koji ne podrazumeva formalan odnos već korišćenje postojećih kontakata u cilju savetovanja i angažovanja za određene aktivnosti. U druge oblike saradnje spadaju i zajednička ulaganja u istraživačke centre koji se uglavnom realizuju uz podršku nacionalne ili regionalne vlade.

U cilju otkrivanja stepena saradnje univerziteta i privrede, često se istražuju oblici saradnje koji su uspostavljeni u određenom vremenskom periodu. Međutim, da bi se dobili kompletni rezultati i efekti navedene saradnje, nije dovoljno samo identifikovati zajedničke projekte ili neku drugu aktivnost, već je neophodno istražiti i ishode konkretne saradnje kao i efekte koje ta saradnja ima na privredu ali i na društvo u celini. Zbog toga se često u istraživačkim i inovacionim strategijama i politikama definišu indikatori koji mere ishode navedene saradnje. Prema (Seppo & Lilles, 2012), svi indikatori U-I saradnje se mogu svrstati u tri kategorije:

- Ulazni indikatori;
- Indikatori učinka;
- Indikatori utućaja.

Ulazni indikatori su važni i veoma često korišćeni indikatori saradnje, a odnose se na uložene resurse u cilju ostvarivanja saradnje. Seppo & Lilles (2012) su identifikovali ukupno pet vrsta ulaznih indikatora: resursi, sposobnosti istraživača, motivacija istraživača, sposobnosti firme, motivacija firme. Najčešće korišćeni ulazni indikatori su izdaci za IR i broj istraživačkih kadrova, a veoma često se koriste u naučno-tehnološkim politikama.

Indikatori učinka ili rezultata predstavljaju konkretne ishode iz saradnje, a najčešće korišćeni indikatori rezultata u literaturi su zajednički patenti i zajedničke publikacije. Ovi indikatori se često koriste pre svega zbog lake dostupnosti podataka o publikacijama i patentima u svetskim renomiranim institucijama kao i zavodima za patente kako nacionalnim tako i međunarodnim. Pored navedenih indikatora rezultata mogu biti i broj spin-off kompanija, broj master teza ili doktorskih teza kao rezultat saradnje, intenzitet saradnje i dr. (Iqbal et al. 2011; Perkmann et al. 2011)

Indikatori uticaja predstavljaju direktne ili indirektne efekte koje U-I saradnja ima na privredu ili društvo u celini. Neki od često korišćenih indikatora uticaja su sledeći: prihodi od licenci, rast spin-off kompanija, broj zaposlenih diplomaca ali i indikatori kao što su: ukupna faktorska produktivnost, intenzitet proizvodnje, rast zaposlenosti i dr. (Seppo & Lilles, 2012).

Zbog velikog broja indikatora koji se koriste u literaturi, teško je utvrditi najprikladnije pokazatelje koji evaluiraju intenzitet U-I saradnje. Prilikom odabira indikatora, neophodno je voditi se ciljem koji se želi postići. Idealno je pored ulaznih indikatora, koristiti i neke od indikatora uticaja ili učinka kako bi se dobila kompletna slika i efekti U-I saradnje.

3. MREŽNA ANALIZA KAO ALAT ZA MERENJE INTENZITETA SARADNJE NAUKE I PRIVREDE

Metode mrežne analize se zasnivaju na pretpostavci o značaju međusobnih veza između pojedinaca, grupa, organizacija, država i drugih društvenih jedinica koji ostvaruju međusobnu interakciju i razmenjuju različite resurse: materijalne resurse, usluge, informacije, norme i sl. Osnovna komponenta teorije mreže su odnosi između ključnih aktera koji čine mrežu (Wassermann & Faust, 1994). Ključni koncepti mrežne analize su se razvijali u poslednjih 70-tak godina kao integralni deo društvene teorije, empirijskih istraživanja, kao i matematike i statistike. Metode mrežne analize omogućavaju uvid u strukturne karakteristike mreže, identifikaciju ključnih aktera, određivanje položaja i karakteristika svakog aktera u mreži, razvoj odnosa glavnih institucionalnih aktera i razumevanje dinamike saradnje (Wassermann & Faust, 1994).

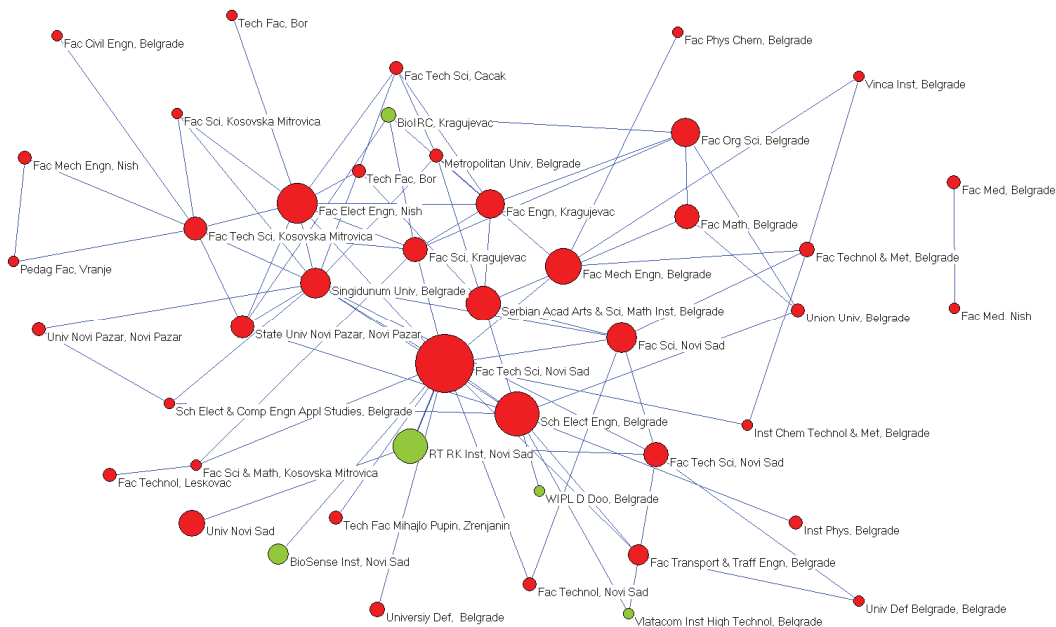
Mrežna analiza poseduje značajne prednosti u istraživanju u sledećim situacijama: kada skup aktera nije unapred poznat, odnosno kada tek treba ustanoviti aktere uključene u neki sistem odnosa; kada je značajno ispitati vrste interakcija unutar ili između društvenih grupa; kada je potrebno detaljnije analizirati položaj pojedinačnog aktera u širem sistemu; ili kada je potrebno uočiti način na koji se akteri povezuju i pokreću akciju, mrežni pristupi nude pogodne instrumente analize, kojima je navedene pojave moguće adekvatno opisati i razumeti (Zivkovic & Kutlača 2018). Metodom vizuelizacije moguće je grafički predstaviti ključne aktere u mreži, ali i izvršiti klasterizaciju na osnovu koje se mogu identifikovati istraživačke grupe koje međusobno sarađuju u naučnoistraživačkim aktivnostima.

Istraživanja koja su koristila mrežnu analizu kao ključni alat za otkrivanje institucionalnih veza u okviru nacionalnih i regionalnih inovacionih sistema se u najvećoj meri baziraju na upotrebi dostupnih podataka kao što su zajednički patenti ili zajedničke publikacije istraživača sa univerziteta i privrede. Mrežna analiza je korišćena za: ispitivanje veza između institucija privatnog i javnog sektora (Krätke & Brandt, 2008), zatim ispitivanje uticaja sektora biotehnologije na intenzitet odnosa nauke i privrede (Leidesdorff 2004), ispitivanje obima i intenziteta saradnje akademskih i industrijskih istraživača u sektoru mikroelektronike (Balconi and Laboranti 2006), definisanje modela za merenje protoka informacija i znanja između kompanija i univerziteta u oblasti tekstilne industrije (Capo-Vicedo et al. 2013), ispitivanja stepena preliivanja znanja koje vodeće firme u oblasti proizvodnje nameštaja apsorbuju iz eksternih izvora (Morrison 2008), identifikaciju i mapiranje ključnih institucija zaduženih za transfer znanja u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija (Kutlača et al. 2020) i dr.

Interesantan oblik transfera znanja koji će biti prikazan u ovom radu je međuinstitucionalni prenos znanja koji proizilazi iz ko-autorstva u objavljenim radovima istraživača. Ova vrsta interakcije podrazumeva transfer prečutnog (tacitnog) znanja kao rezultat kontakata između ko-autora naučnih radova. Imajući u vidu ograničenost broja strana, u ovom radu će biti ukratko predstavljeni osnovni koncepti mrežne analize kao i primer primene ove metode u cilju istraživanja intenziteta saradnje naučnoistraživačkih institucija i privrede u Republici Srbiji.

3.1. Primer primene mrežne analize

Na slici 1 dat je vizuelni prikaz institucionalnog ko-autorstva u objavljenim radovima istraživača iz Republike Srbije u oblasti Informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) u 2019. godini objavljenih na SCI listi, a preuzetih iz baze Web of Science (WOS). Zbog jasnijeg prikaza, slika prikazuje samo institucije koje imaju minimum 2 objavljena rada u oblasti IKT u toku 2019. godine. Čvorovi u mrežnoj strukturi predstavljaju institucije istraživača u kojima su zaposleni, dok veze između njih prikazuju zajedničke publikacije objavljene u ko-autorstvu između različitih institucija. Crvenom bojom su označene naučnoistraživačke institucije (instituti i fakulteti), dok su zelenom bojom označena preduzeća. Veličina čvora ukazuje na broj objavljenih radova autora iz te institucije. Debljina linije određuje intenzitet saradnje između dve institucije.



Slika 1: Mrežna struktura saradnje u objavljivanju naučnih radova naučno-istraživačkih institucija i privrede u oblasti IKT

*Slika je kreirana koristeći *open source* softver Pajek.

Na osnovu mrežnog dijagrama može se videti kakva je saradnja između nauke i privrede u proizvodnji novog znanja kao i kakvog je intenziteta data saradnja. Imajući u vidu da samo oko 7% istraživača u Srbiji radi u poslovnom sektoru, mrežna struktura naučne saradnje pruža očekivanu dominaciju naučnoistraživačkih institucija u objavljivanju naučnih radova. U analizi strukture mreže, ide se korak dalje i pored prikaza osnovnih informacija o mreži, mrežna analiza ima mogućnost da pruži odgovore na sledeća pitanja:

- Kakav je uticaj pojedinih institucija na ostale učesnike u mreži?
- Koji je stepen zavisnosti jedne institucije od ostalih aktera u mreži?
- Koji je stepen značajnosti pojedinih institucija u mrežnoj strukturi?
- Kakva je funkcija institucije u procesu transfera znanja? i dr.

Neki od najvažnijih indikatora mrežne analize koji mogu biti korisni u analizi intenziteta saradnje nauke i privrede su sledeći:

- Indeks centralizovanosti mrežne strukture - Vrednost ovog indeksa se kreće od 0 do 1. Visoka vrednost ovog indikatora ukazuje na to da je mrežna struktura visoko zavisna od jednog aktera u mreži što bi u ovom konkretnom primeru značilo da jedna institucija ima najveći broj objavljenih radova dok su ostali akteri u mreži zavisni od saradnje i povezanosti sa glavnom institucijom. Vrednost 1 označava da je jedan čvor povezan sa svim ostalim čvorovima a svi ostali su povezani sa

samo tim jednim čvorom, što označava mrežu sa oblikom zvezde. Niska vrednost ovog indikatora ukazuje da mreža ima nizak stepen centralizovanosti, što znači da se naučnoistraživačka produktivnost u ovoj oblasti izvršava u više institucija i da nisu zavisne jedna od druge. Vrednost 0 označava da svi čvorovi imaju isti stepen centraliteta što daje mrežu sa kružnim oblikom.

- Stepenn centralizacije čvora (*Centralization Degree*) – Ova vrednost ukazuje na stepen uticaja jednog čvora na ostale aktere u mreži. Što je veća vrednost čvora to je njegov uticaj veći na ostale učesnike i najveći uticaj na transfer znanja. U našem primeru, visoka naučna produktivnost jedne institucije ne mora da implicira da ta ista institucija ima i visok uticaj na transfer znanja u mreži.
- Broj aktera između kojih se čvor nalazi (*Betweenness Centrality*) - Ova vrednost iskazuje obim u kome je dati čvor potreban kao veza u lancu kontakata i time omogućava širenje informacija kroz mrežu. Ovaj indikator broji koliko često jedan čvor stoji na najbližoj putanji između druga dva čvora, dakle, uzimajući u obzir povezanost susednih aktera, daje veću vrednost institucijama koje formiraju klustere. Veća vrednost čvora ukazuje na veću značajnost ovog čvora u mrežnoj strukturi, dakle, čvor poseduje visoku funkciju u procesu prenošenja informacija.
- Stepenn bliskosti čvorova (*Closeness Centrality*) ukazuje na to koliko je dati čvor u mreži blizak sa ostalim čvorovima. Dakle ukoliko čvor može brzo da komunicira sa ostalim čvorovima u mreži poseduje visoku vrednost ovog indikatora. Najniža vrednost ovog indikatora je za institucije koje su izolovane u mreži i nisu povezane sa ostalim akterima. Institucije koje su povezane sa ključnim akterima mreže direktno ili indirektno imaju visoke vrednosti ovog indikatora.
- Udaljenost (*Distance*) – relativna udaljenost čvora u odnosu na druge čvorove u mreži. Ovaj indikator omogućava da se za svakog pojedinačnog aktera prikaže relativna udaljenost od ostalih aktera u mreži.

Pored prethodno navedenih indikatora mrežne analize, postoji još čitav niz drugih indikatora koji imaju potencijal primene u istraživanju saradnje nauke i privrede kao što je identifikacija klastera tj. usko povezanih insitucija koje formiraju zajedničke pod-mreže znanja i dr.

4. ZAKLJUČAK

Interakcija i saradnja nauke i privrede može uzeti različite forme, od neformalnih do strogo formalnih oblika saradnje. U prvom delu ovog rada prikazan je sumarni pregled svih oblika saradnje i ukazano je na važnost korišćenja kako ulaznih indikatora tako i indikatora učinka i efekata kako bi se dobila kompletna slika i sveobuhvatna analiza rezultata i uticaja saradnje nauke i privrede. U drugom delu rada je predstavljena mrežna analiza kao koristan alat u cilju otkrivanja strukturnih karakteristika umrežavanja insitucija koje učestvuju u proizvodnji novog znanja i inovacija sa posebnim fokusom na saradnju nauke i privrede.

Mrežna analiza, iako u najvećoj meri korišćena u sociologiji, pokazalo se da ima značajno širu primenu i praktično je primenjiva u svim istraživačkim hipotezama koje za cilj imaju istraživanje međusobnih veza i interakcija između subjekata koji su predmet ispitivanja. Tradicionalne statističke metode uglavnom pružaju odgovor na pitanje o oblicima i konkretnim rezultatima i efektima saradnje, dok mrežna analiza predstavlja važan alat u cilju mapiranja ključnih institucija u procesu generisanja novog znanja ali i istraživanja pozicije pojedinačnih institucija u mrežama kao i njihovu ulogu u procesu transfera znanja. Za razliku od tradicionalnih metoda, mrežna analiza ispituje strukturne i međuinstitucionalne karakteristike ključnih aktera primenom kvantitativne i kvalitativne metodologije.

U primeru primene mrežne analize u ovom radu, prikazani su samo osnovni indikatori centralizovanosti mreže i način na koji ovi indikatori mogu odgovoriti na konkretna pitanja u vezi strukture saradnje nauke i privrede u oblasti IKT. Međutim, ovo nije i konačan broj mogućnosti koje pruža mrežna analiza. Naime, pomoću mrežne analize, moguće je otkriti i druge strukturne ktrakteristike mreže kao što je udruživanje i klasterizacija pojedinih aktera u mrežnoj saradnji.

Metode mrežne analize u najvećem broju slučajeva koriste sekundarne podatke, međutim ova tehnika je primenjiva i na podatke koji se mogu dobiti iz primarnih uzoraka kao što je direktno ispitivanje institucija o njihovim istraživačkim partnerima. Mrežna analiza uglavnom prikazuje stanje zatečeno u vremenskom preseku koji je uzet u toku istraživanja, i zbog toga je za dalja istraživanja potrebno razviti i metode evolucije mreža tokom vremena.

ZAHVALNOST

Istraživanje opisano u ovom radu finansirano je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Srbije.

LITERATURA

- [1] Balconi, M. & Laboranti, A. (2006) University–industry interactions in applied research: The case of microelectronics, *Research Policy*, 35 (10), 1616-1630.
- [2] Capo-Vicedo, J., Molina-Morales, F. X. & Capo, J. (2013) The role of universities in making industrial districts more dynamic. A case study in Spain, *Higher Education*, 65 (4), 417-435.
- [3] Horvat, B., Kovačević, M., Madžar, Lj., Maksimović, D., Ostračanin, M., Ratković, M., Sicherl, P. & Tričković, V. (1971). *Nauka i tehnologija u privrednom razvoju Jugoslavije*, Knjiga 1, Opšti pogled na razvoj privrede i naučnih kapaciteta, red: dr Vidosav Tričković, Institut ekonomskih nauka, Beograd
- [4] Iqbal, A.M., Khan, A.S., Iqbal, S. & Senin, A.A. (2011). Designing of Success Criteria-based Evaluation Model for Assessing the Research Collaboration between University and Industry, *International Journal of Business Research and Management*, 2(2), 59-73.
- [5] Krätke, S. & Brandt, A. (2008) Knowledge Networks as a Regional Development Resource: A Network Analysis of the Interlinks between Scientific Institutions and Regional Firms in the Metropolitan region of Hanover, Germany, *European Planning Studies*, Vol 17, No. 1, 43-63.
- [6] Kutlača, Đ. & Semenčenko D. (2015) Nacionalni inovacioni sistem u Srbiji: prošlost, sadašnjost, budućnost, Institut Mihajlo Puppin, Beograd 2015
- [7] Kutlača, Đ., Semenčenko, D. & Živković, L. (2020). ICT as challenging driver for social transformations in Serbia, in book: *Society and Technology*, Routledge 2020, 124-150
- [8] Leydesdorff, L. (2004) The University-Industry Knowledge Relationship: Analyzing Patents and the Science Base of Technologies, *Journal of the American Society for Information Science & Technology*, 55 (11), 991-1001.
- [9] Morrison, A. (2008) Gatekeepers of Knowledge within Industrial Districts: Who They Are, How They Interact, *Regional Studies*, 42 (6), 817-835.
- [10] Mowery, D. & Bhavan, S. (2006). Universities in national innovation systems. *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 209-239.
- [11] Perkmann, M., Neely, A. & Walsh, K. (2011). How should firms evaluate success in university–industry alliances? A performance measurement system, *R&D Management*, 41, 202–216.
- [12] Ramos-Vielba, I., Fernandez-Esquinas, M. & Espinosa-de-los-Monteros, E. (2010). Measuring university-industry collaboration in a regional innovation system, *Scientometrics*, 84 (3), 649-667
- [13] Seppo, M., & Lilles, A. (2012). Indicators measuring university cooperation. *Discussions on Estonian Economic Policy*, 20(1), 204–225. Retrieved from <http://ssrn.com/abstract=2194394>
- [14] Zivkovic, L. & Kutlača, Đ. (2018). Connections of key institutions in the field of operational research and their impact on knowledge transfer - application of the network analysis, XLV Simpozijum o operacionim istraživanjima, Zlatibor, 16-18. septembar, 2018, Zbornik radova, 102-108
- [15] Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.