

ANALIZA NAUČNIH RADOVA IZ OBLASTI ELEKTROTEHNIKE SA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU U DESETOGODIŠNJEM PERIODU

Vladimir Otašević¹, Uroš Romić², Jelica Protić³

^{1,2,3}Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

¹ov205007p@studenet.etf.bg.ac.rs, ²uros.romic@etf.bg.ac.rs, ³jelica.protic@etf.bg.ac.rs

Kratak sadržaj: U ovom radu sagledane su karakteristike naučne produkcije radova iz oblasti elektrotehnike gde je barem jedan autor/koautor kao afilijaciju naveo Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu. Za potrebe istraživanja analizirano je 567 radova, objavljenih u periodu od 2010. do 2020. koji su referisani u Web of Science indeksnoj bazi. Analiza je sprovedena primenjujući principe naukometrijskih i bibliometrijskih metoda u cilju prikazivanja oblasti i kategorije vezane za impakt faktor publikovanih radova. Prikazani rezultati u radu takođe ukazuju na stepen ostvarene saradnje Elektrotehničkog fakulteta na međunarodnom planu. Rezultati, na osnovu 60 publikovanih radova u posmatranom periodu, pokazuju da je najveća pojedinačna međunarodna saradnja ostvarena sa istraživačima iz Sjedinjenih Američkih Država. Međutim, na osnovu 150 publikovanih radova u posmatranom periodu, uočava se da je najveća, sveobuhvatna, međunarodna saradnja ostvarena sa evropskim istraživačima. Pored rezultata koji govore o stepenu ostvarene saradnje, prikazani su rezultati analize koja ukazuju na kvalitet časopisa u kojima su objavljeni radovi. Rezultati pokazuju da je elektrotehnika naučna oblast koja je usko povezana sa ostalim naučnim disciplinama koje se izučavaju na Elektrotehničkom fakultetu.

Ključne reči: Elektrotehnika, naukometrija, međunarodna saradnja, Elektrotehnički fakultet, publikacije

ANALYSIS OF INTERNATIONAL COOPERATION OF THE SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING IN BELGRADE ON THE BASIS OF PUBLISHED SCIENTIFIC PAPERS IN THE FIELD OF ELECTRICAL ENGINEERING

Abstract: This paper examines the characteristics of scientific productivity in the field of electrical engineering, where at least one author/co-author is affiliated with the School of Electrical Engineering, University of Belgrade. For the purposes of the research 567 papers were analyzed, which were published in the period from 2010. to 2020. and referred in the Web of Science index database. The analysis was conducted by applying the principles of scientometric and bibliometric methods in order to show the scientific field and category related to impact factor of published papers. The presented results in the paper indicate the degree of cooperation of the School of Electrical Engineering at the international level. The results, based on 60 published papers in the observed period, show that the largest single international cooperation was achieved with researchers from the United States. However, based on 150 published papers in the observed period, it can be seen that the largest, comprehensive, international cooperation has been achieved with European researchers. In addition to the results that show the degree of cooperation, the presented results of the analysis indicate the quality of the journals where the papers were published. The results show that electrical engineering is a scientific field that is closely related to other scientific disciplines that are studied at the Faculty of Electrical Engineering.

Key Words: electrical engineering, scientometric, international cooperation, the School of Electrical Engineering, publications

1. UVOD

Elektrotehnički fakultet (u daljem tekstu ETF), kao deo Univerziteta u Beogradu, predstavlja visokoškolsku ustanovu koja školuje inženjere elektrotehnike i računarstva. Od svog osnivanja pa do danas, na ETF su formirani različiti smerovi i odseci koji su nastali, direktno ili indirektno, na osnovu naučnih oblasti koje su se vremenom pojavile kao zasebne naučne celine unutar oblasti elektrotehnike ili su bliske toj oblasti.

Sa ciljem da se utvrdi stepen saradnje ETF prilikom publikovanja radova iz oblasti elektrotehnike, sprovedena je analiza radova koji su referisani u WoS bazi i objavljeni u periodu od 2010 do 2020 godine. Na osnovu sprovedene analize i dobijenih rezultata izneti su zaključci koji ukazuju na kategorizaciju časopisa u kojima su objavljeni radovi iz oblasti elektrotehnike, kao i na stepen ostvarene saradnje. Fokus sprovedene analize u ovom radu jeste da ispita naukometrijske i bibliometrijske karakteristike naučnih publikacija koje su objavljene u časopisima sa WoS kategorijom *Engineering, Electrical & Electronic*, koji su referisani u WoS bazi i kod kojih je identifikovano da je barem jedan autor naveo kao afilijaciju ETF. Kako bi se ukazalo na značaj ostalih naučnih oblasti koje su direktno ili indirektno nastale kao grane elektrotehnike, u analizi su prikazani podaci o zastupljenosti ostalih WoS kategorija koje se javljaju u časopisima pored *Engineering, Electrical & Electronic*. Do sada su sprovedene slične analize koje su se bavile ispitivanjem naučne produktivnosti naučnih zajednica u određenoj oblasti [1][2][3]. Ipak, do sada nije

sprovedena analiza naučne produktivnosti ETF-a iz oblasti elektrotehnike na način koji je opisan u ovom radu.

Elektrotehnika predstavlja sastavni deo obrazovanja svakog studenta koji se školuje da postane inženjer elektrotehnike i računarstva. Sagledavanje ostvarene saradnje i analiza karakteristika naučnih publikacija iz oblasti elektrotehnike može predstavljati merilo naučnog doprinosa ETF široj naučnoj zajednici. Takođe, rezultati sprovedene analize jesu pokazatelji koji interpretiraju kakav je trend u naučnom razvoju elektrotehnike na fakultetu, a na kraju to utiče i na samu nastavu.

M-kategorija predstavlja pokazatelj ostvarenih naučnih rezultata. M-kategorija je značajna pri izboru pojedinca u naučno i/ili nastavničko zvanje, ali u ovom radu M-kategorija je upotrebljena kao merilo napretka istraživača sa ETF-a koji izučavaju oblast elektrotehnike. Uzimajući u obzir saradnju koju istraživači sa ETF-a ostvaruju sa stranim istraživačima, koja rezultira objavljivanjem rada, M-kategorija je iskorišćena za sagledavanje kvaliteta ostvarene međunarodne saradnje.

Rad je podeljen u četiri poglavlja. Detalji korišćenih podataka kao i pristup u prikupljanju podataka opisani su u drugom poglavlju. U trećem poglavlju prikazani su rezultati sprovedenih naukonometrijskih i bibliometrijskih principa. Diskusija rezultata i zaključak dati su u četvrtom poglavlju.

2. PRIKUPLJANE PODATAKA

Pre analize podataka bilo je neophodno sakupiti i objediniti podatke iz različitih izvora. Prvi skup podataka predstavlja podatke o publikacijama. Kao izvor podataka o publikacijama korišćeni su podaci iz WoS baze podataka. Pored standardne pretrage radova na osnovu naziva ili časopisa na osnovu ISSN broja, WoS baza podataka pruža veći broj naprednih pretraga. Napredne pretrage omogućavaju sofisticiranu pretragu radova koja se postiže definisanjem upita. Za potrebe prikupljanja podataka, kreiran je upit koji filtrira objavljene publikacije u časopisima sa WoS kategorijom *Engineering, Electrical & Electronic*, u periodu od 2010. do 2020., kod kojih je barem jedan autor kao afilijaciju naveo ETF. Na Slici 1. prikazan je korišćeni upit. Na osnovu dodatnih pretraga, uočeno je da su autori sa ETF-a u posmatranom periodu publikovali 1296 rada u časopisima koji nemaju WoS kategoriju *Engineering, Electrical & Electronic*. Dosadašnja saznanja i prakse ukazuju na veliki problem filtriranja afilijacija [4][5]. Prvi problem je taj što pored pravilnika koji propisuju pravilno navođenje afilijacije, događa se da autori kao afilijaciju navedu nešto što ukazuje na instituciju kojoj pripadaju ali da taj autorski navod nije predviđen nijednim aktom. Drugi problem je taj što uvek može doći do slovne greške prilikom navođenja afilijacije. Treći problem je da još uvek ne postoji sveobuhvatno rešenje od strane agregativnih baza, kao što je WoS, koja na jednoznačan način identifikuje afilijacije. Pored navedenih problema, prikupljeni podaci zahtevaju dodatnu obradu. Stoga je sprovedeno i dodatno, sekundarno, filtriranje podataka. Pregledanjem svih preuzetih zapisa utvrđeno je da postoji 567 radova koji ispunjavaju kriterijume analiza. Pored samog naziva publikacije, godine publikovanja, autora i afilijacije, za potrebe analize korišćeni su podaci o ISSN broju časopisa i WoS kategorizaciji.

OG=University of Belgrade and (AD=(Elec* same Belgrad*) or AD=(Elek* same Beograd*)) and (PY=2010 or PY=2011 or PY=2012 or PY=2013 or PY=2014 or PY=2015 or PY=2016 or PY=2017 or PY=2018 or PY=2019 or PY=2020) and (DT=Article or DT=Review*) and WC=Engineering Electrical Electronic

Slika 1. Upit korišćenjem za dohvaćanje radova iz WoS baze

Kako bi se podaci obogatili, korišćeni su podaci o M-kategorijama. Podatak o M-kategoriji predstavlja važnu informaciju iz razloga što ukazuje na kvalitet publikacije. Za istraživače, bilo da se oni biraju u istraživačko i/ili nastavno zvanje ili su studenti, M-kategorija je važna informacija zato što određuje ispunjenost uslova za napredovanje u zvanju ili predaju doktorske teze. Ovo obogaćivanje je postignuto na osnovu pregledanja M-kategorija koje se mogu pronaći pomoću KoBSON servisa. Za potrebe analize, posmatrana je najbolja M-kategorija koju je časopis imao u posmatranoj godini.

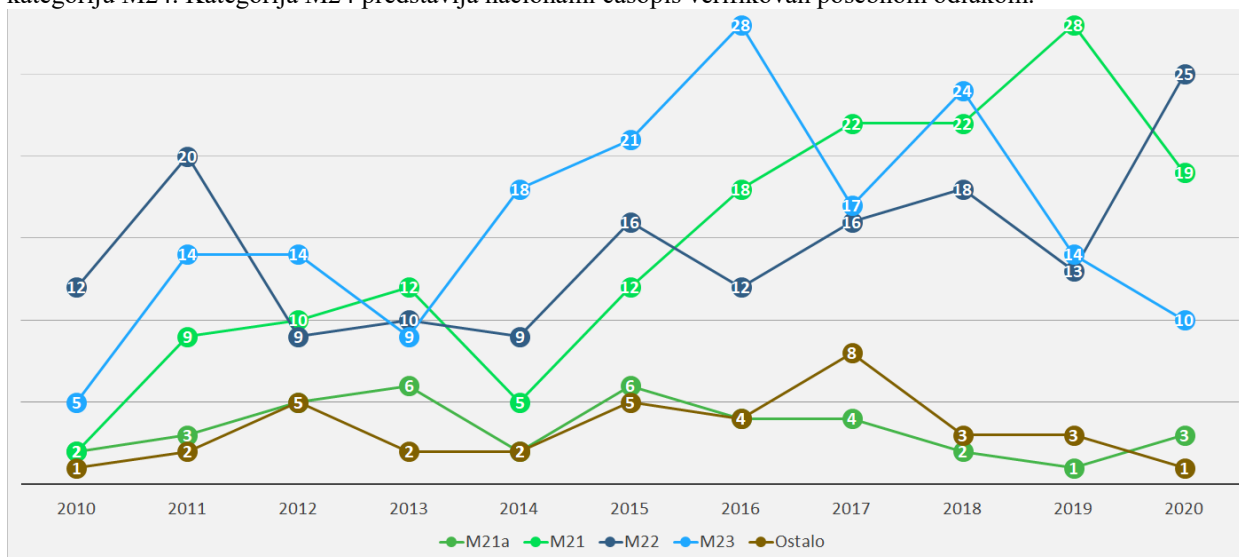
Za potrebe analiziranja saradnje bilo je neophodno sprovesti parsiranje podataka. Iz navedenih punih afilijacija izvučen je podatak o zemljama iz kojih dolaze ostali autori/koautori na radu. Informacija o zemlji korišćena je kako bi se predstavilo sa kojim sve zemljama sarađuju istraživači sa ETF-a. Podatak o zemljama predstavlja važnu informaciju zato što ukazuje na stepen saradnje koju istraživači sa ETF-a ostvaruju iz oblasti elektrotehnike.

U cilju prikazivanja ostvarene naučne saradnje, prikupljeni podaci analizirani su na različite načine. Analiza obuhvata diskusiju o publikovanim radovima u periodu od 2010. do 2020. raspoređenih po M-kategorijama. Cilj ovog ispitivanja jeste da se pokaže kvalitet časopisa u kojima se objavljuju radovi iz oblasti elektrotehnike. Na osnovu prikupljenih podataka, prikazani su najpopularniji časopisi na osnovu broja publikovanih radova. Takođe, na osnovu časopisa u kojima su istraživači sa ETF-a objavljivali radove, prikazane su druge WoS kategorije koje se javljaju pored kategorije *Engineering, Electrical & Electronic*. Pored broja publikacija, izdvojeno je još nekoliko pokazatelja naučne produktivnosti, kao što je celovito i frakciono brojanje. Kako bi se ukazalo na značaj međunarodne saradnje kao i na njen doprinos naučnoj produktivnosti, sprovedena je analiza publikacija na osnovu zemalja iz kojih su koautori radova.

3. METODOLOGIJA I ANALIZA REZULTATA

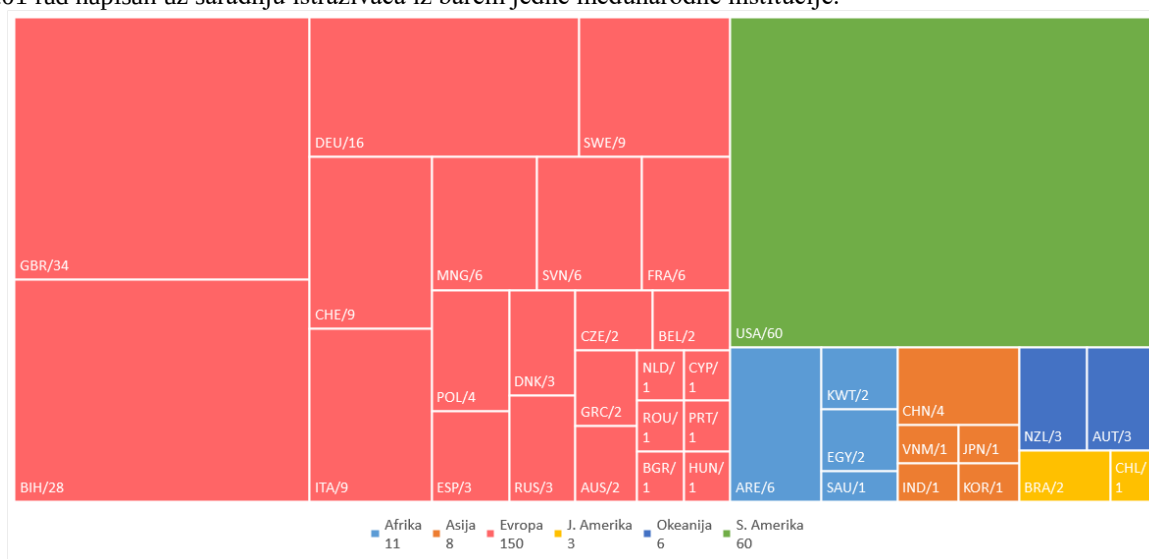
Na Slici 2. prikazani su publikovani radovi razvrstani po godini i M-kategoriji. Na slici se može uočiti da je od

2014. do 2019. intenzivno rastao broj radova publikovanih u časopisima kategorije M21. Takav trend ukazuje da su radovi iz godine u godinu pisani i publikovani u visoko kvalitetnim časopisima. Takođe, na osnovu prikazanih podataka uočava se da su najproduktivnije bile 2016., 2017. i 2018. godina sa 66, 67 odnosno 69 radova. Uočen je blagi pad broja publikacija u 2019. i 2020. godini. Iako je u 2019. i 2020. godini objavljeno približno isti broj publikacija, odnosno 59 i 58 struktura publikovanih radova se razlikuje. U 2019 godini publikovano je 28 radova M21 kategorije, što je rekord radova publikovanih u časopisima kategorije M21 za posmatrani period, dok je u 2020 godini taj broj umanjen i iznosi 19. Ipak treba uzeti u obzir da su na radove publikovane u 2019. i 2020. godini uticale posledice nastale usled pandemije Covid-19. Pored kategorija M21a, M21, M22 i M23 uvedena je kategorija „Ostalo“. Institucije i fakulteti na različite načine mogu tretirati radove koji jesu kategorisani u WoS citatnoj bazi, ali koji nemaju M-kategoriju ili imaju posebno verifikovanu M-kategoriju. U kategoriji „Ostalo“ nalaze se radovi referisani u WoS bazi kod kojih časopisi u kojima su radovi publikovani nisu imali M-kategoriju u posmatranoj godini ili su imali kategoriju M24. Kategorija M24 predstavlja nacionalni časopis verifikovan posebnom odlukom.



Slika 2. Raspodela broja publikacija prema M-kategoriji časopisa i prema godine u kojoj su radovi publikovani

Na Slici 3. prikazane su sve ostvarene međunarodne saradnje u oblasti elektrotehnike. Smatra se da je na radu ostvarena međunarodna saradnja ako je na radu navedena afilijacija barem jedne institucije koja nije iz Srbije. Bez obzira na broj autora iz inostrane institucije, kao i na broj institucija iz iste strane zemlje, broj saradnji sa stranom zemljom se računa kao jedan. Najveći broj radova ostvaren je u saradnji sa evropskim institucijama. Ako se posmatra pojedinačna zemlja, onda je najveći broj radova nastao u saradnji sa institucijama iz SAD-a. Od 567 radova istraživači sa ETF-a su samostalno publikovali 162 rada, 204 rada su publikovali u saradnji samo sa istraživačima iz Srbije, dok je 201 rad napisan uz saradnju istraživača iz barem jedne međunarodne institucije.



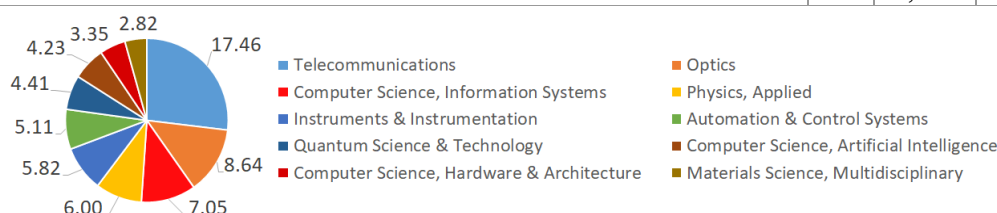
Slika 3. Broj zajedničkih radova između ETF-a i stranih zemalja. Podatak o zemlji preuzet je iz afilijacije autora

Najpopularniji časopisi u kojima objavljuju radove istraživači sa ETF-a, u oblasti elektrotehnike, dati su u Tabeli 1, dok je prikaz najzastupljenijih naučnih oblasti, pored elektrotehnike, prikazan na Slici 4. Pored naziva časopisa, u

tabeli su prikazani podaci dobijeni celovitim brojanjem publikacija (CB) i frakcionim brojanjem publikacija (FB). Takođe, u tabeli su prikazani podaci o učešću istraživača sa ETF-a u pisanju radova (FB/CB). Na osnovu Tabele 1, uočava se da učešće istraživača sa ETF-a iznosi približno 65% što ukazuje na visok stepen angažovanosti istraživača sa ETF-a. Taj podatak ujedno ukazuje i da je približno 35% naučnih radova realizovano kroz međuinstitucionalnu saradnju. Najpopularniji časopis ima samo WoS kategoriju *Engineering, Electrical & Electronic* i u posmatranom periodu je bio kategorisan osam puta kao M21 i jedanput kao M21a. Zanimljivo je to što se među najpopularnijim časopisima pojavljuje i časopis koji je referisan u WoS bazi ali da njegova kategorija u posmatranom vremensku periodu bila M24, M51 ili M52. Takav časopis ima u nazivu „*“. Na Slici 3. može se uočiti da se u časopisima, pored elektrotehnike, javljaju najčešće radovi koji imaju veze i sa telekomunikacijama, računarstvom i fizikom. Uzimajući u obzir većinu najpopularnijih naučnih kategorija, pored elektrotehnike, uočavaju se dve stvari. Prvo, postoji velika povezanost između elektrotehnike i srodnih naučnih oblasti, a kao drugo uočava se da identifikovane srodne oblasti odgovaraju katedrama i smerovima koji postoje na ETF-u.

Tabela 1. Prikaz deset najpopularnijih časopisa prema broju publikovanih radova

Naziv časopisa	CB	FB	FB/CB
INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS	29	20,733	71,49
ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH	28	20,250	72,32
*FACTA UNIVERSITATIS-SERIES ELECTRONICS AND ENERGETICS	22	16,139	73,36
OPTICAL AND QUANTUM ELECTRONICS	20	13,535	67,67
SENSORS	16	8,417	52,60
IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION	15	10,533	70,22
IEEE ACCESS	14	8,617	61,55
MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS	13	6,667	51,28
AEU-INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS	12	8,217	68,47
INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING EDUCATION	12	8,667	72,22



Slika 4. Procentualni udeo ostalih WoS kategorija koje se javljaju pored „Engineering, Electrical & Electronic“

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazani su rezultati analize međunarodne saradnje ETF-a na osnovu radova istraživača koji pripadaju ETF-u, a koji su publikovali radove iz oblasti elektrotehnike u periodu od 2010-2020. Analizom dobijenih rezultata, uočava se da istraživači sa ETF-a publikuju radove u bolje kategorisanim časopisima iz godine u godinu. Ipak treba napomenuti da su na rezultate u 2019. i 2020. godini uticali otežani uslovi usled globalne pandemije. Najveći broj saradnji na radovima istraživači sa ETF-a ostvarili su sa SAD-om, ali ako se posmatra grupisano po kontinentima najveća saradnja je ostvarena sa evropskim zemljama. Takođe, uočeno je da su radovi iz oblasti elektrotehnike u značajnom broju kategorisani i u ostalim srodnim naučnim oblastima.

5. LITERATURA

- [1] D. Milovančević, M. Mišić, J. Protić, *Mrežna analiza naučne kolaboracije zaposlenih na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu na osnovu institucionalne evidencije objavljenih radova*, XXIV Skup TRENDovi RAZVOJA, pp. 238-241, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Kopaonik, Feb, 2018.
- [2] Đ. Živanović, M. Mišić, D. Milovančević, J. Protić, *Uporedna analiza naučne produkcije iz oblasti računarstva na Univerzitetu u Beogradu*, XXV Skup TRENDovi RAZVOJA, pp. 241-244, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Kopaonik, Feb, 2019.
- [3] M. Mišić, A. Krcunović, J. Protić and G. Preliminary analysis of scientific production in robotics field in Hungary and Serbia, XXVII skup Trendovi razvoja, Novi Sad, Srbija, Feb. 2021.
- [4] S. Purić, U. Romić, J. Protić, M. Popović, *Mogućnosti i ograničenja izdavanja liste naučnih radova zaposlenih iz raspoloživih izvora na primeru Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu*, XXI skup Trendovi razvoja, Zlatibor, Srbija, Feb. 2015., pp. 98-102
- [5] I. Mitrović and J. Protić, *Problems with affiliations, names and personal identity in the process of evaluating higher education institutions*, EDULEARN14 Proceedings, 2014., pp. 2524-2533.