

POTENCIJAL NAUČNIH ISTRAŽIVANJA U OBLASTI POLIMERA U SRBIJI

Dr Dragan Babić¹, prof. dr Đuro Kutlača²

¹Institut „Vinča“, Univerzitet u Beogradu, Beograd

²Institut „Mihajlo Pupin“, Univerzitet u Beogradu, Beograd

APSTRAKT: Primenom originalne metodologije za Srbiju i još 5 zemalja regiona izračunavan je nivo kvaliteta naučnih publikacija u oblasti polimernih materijala na osnovu h-indeksa. Dobijeni rezultati ukazuju na to da istraživanja u oblasti polimera u Srbiji ostvaruju kvalitet publikacija iznad opšteg proseka zemalja jugoistočne Evrope, koji su bolji od rezultata većine drugih oblasti i podoblasti.

POTENTIAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN THE FIELD OF POLYMERS IN SERBIA

ABSTRACT: Quality level of scientific publications in the field of polymeric materials for Serbia and 5 more countries from the region has been determined by using original methodology based on h-index. Obtained results show that the research in the field of polymers in Serbia has yielded with publication quality higher than general average of Southeastern Europe countries, which is better than the results in the most of other fields and subfields.

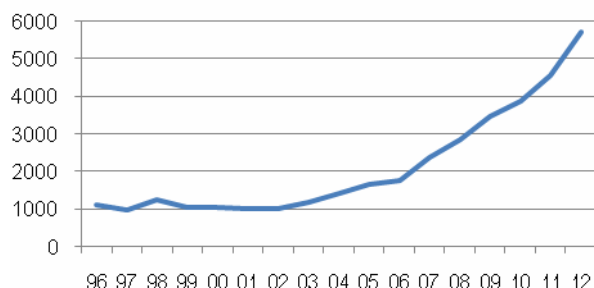
Baza podataka naučnih publikacija

Podaci o publikovanim radovima ekstrahovani su iz baze *Web of Science* (Institute for Scientific Information, Thomson Reuters, New York). Period objavljivanja publikacija obuhvata interval 1996-2012. Pretraga je pored Srbije obuhvatila još 5 zemalja regiona (Slovenija, Hrvatska, Mađarska, Bugarska i Rumunija) u cilju bolje procene uporedne vrednosti naučnih rezultata. Pretraga u oblasti nauke o polimerima odnosila se na kategoriju *polymer science* prema kategorizaciji *Web of Science* (sa ukupno 150 oblasti) kojoj su pridodate publikacije koje sadrže ključnu reč *polymer*. Rezultati su poređeni sa rezultatima u drugim oblastima i podoblastima naučnih istraživanja kategorizovanih prema klasifikaciji OECD-a (Frascati manual (1)), koja se sastoji od 6 osnovnih oblasti (Prirodne nauke, Inženjerstvo i tehnologija, Medicina i zdravstvo, Poljoprivredne nauke, Društvene nauke i Humanitarne nauke) i 42 podoblasti. Detaljna analiza kvantiteta i kvaliteta naučnih publikacija za period 2005-2010. u svim oblastima za 12 zemalja jugoistočne Evrope (Albanija, Bosna i Hercegovina, Bugarska, Crna Gora, Grčka, Hrvatska, Mađarska, Makedonija, Rumunija, Slovenija, Srbija i Turska) i Austriju (2) realizovana je za potrebe projekta III 47005 *Istraživanje i razvoj platforme za naučnu podršku u odlučivanju i upravljanju naučnim i tehnološkim razvojem u Srbiji*.

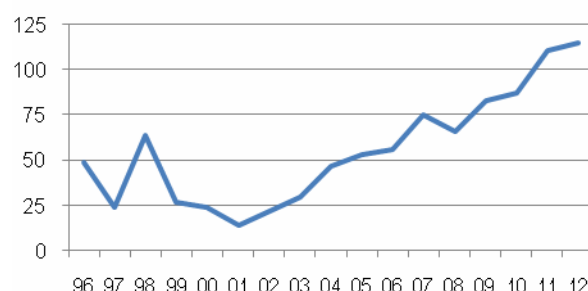
Broj naučnih publikacija

Srbija se po porastu broja objavljenih naučnih publikacija u prvoj deceniji novog milenijuma nalazi među prvim zemljama u svetu i često joj se pripisuje da je u nauci zvezda u usponu (*rising star*). Prosečan godišnji rast ukupnog broja publikacija u dekadi 2002/2012. iznosi 18% što odgovara ukupnom porastu produkcije za 10 godina od preko 5 puta. Ukupni rast

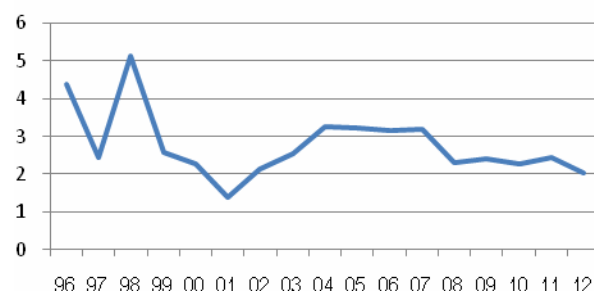
Ukupan broj publikacija u Srbiji



Broj publikacija u oblasti nauke o polimerima



Udeo publikacija (%) u oblasti polimera

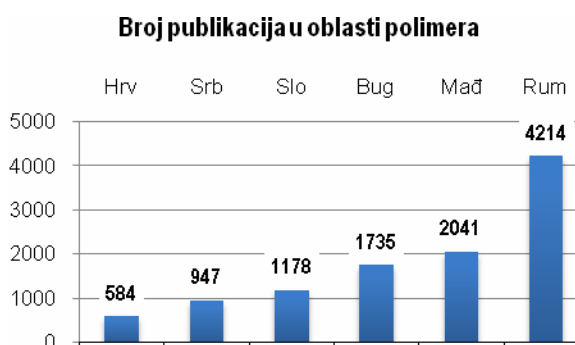


SLIKA 1. Promena broja publikacija u Srbiji za period 1996-2012.

broja objavljenih radova u oblasti polimera gotovo da je isti, s tim što je taj rast u početku bio nešto veći, a kasnije usporeniji (slika 1). Udeo publikacija u oblasti polimera u odnosu na ukupan broj publikacija početkom ovog perioda dostigao je 3%, a nakon toga lagano opada ka udelu od oko 2%.

Broj publikacija u oblasti polimera odgovara prosečnoj veličini klasifikovane podoblasti razmatranih u ovom radu, s tim što je oblast nauke o polimerima u pravom smislu reči multidisciplinarna i ona uključuje publikacije iz nekoliko oblasti (pre svega Prirodne nauke, Inženjerstvo i tehnologije, a zatim Medicina i zdravstvo, pa i druge) i mnogih podoblasti. Broj publikacija u ovoj oblasti varira u zemljama regiona (slika 2), što, osim od tematske usmerenosti istraživanja, zavisi od više faktora, kao npr. broja stanovnika, broja istraživača, nivoa finansiranja, produktivnosti istraživanja itd. (3).

Ako se uzme u obzir da su Srbija i Bugarska bliske po broju stanovnika (malo više od 7 miliona), da je Hrvatska nešto manja (4,4 miliona), Slovenija znatno manja (2 miliona), Mađarska nešto veća (10 miliona), a Rumunija znatno veća (20 miliona), produktivnost publikovanja u oblasti polimera najmanja je u Srbiji i Hrvatskoj, a najveća u Sloveniji (tabela 1).



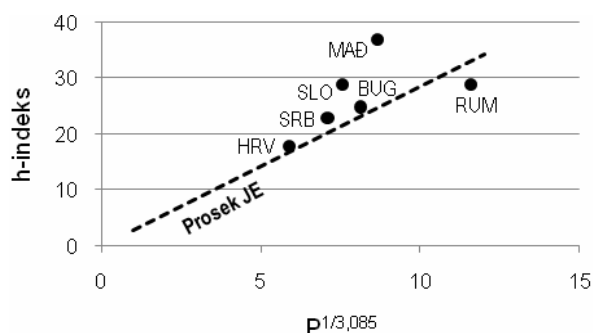
SLIKA 2. Ukupan broj publikacija u oblasti polimera u 6 zemalja regiona za period 1996-2012.

TABELA 1. Broj publikacija P u oblasti polimera za period 2005-2010, odgovarajući h-indeks, broj stanovnika (u milionima) i produktivnost publikovanja (u broju radova po godini na milion stanovnika) za 6 zemalja regiona

Zemlja	P, br. publ.	h	Broj stan.	Prod. publ.	
Hrvatska	Hrv	238	18	4,4	9,0
Srbija	Srb	420	23	7,3	9,6
Slovenija	Slo	510	29	2,0	42,5
Bugarska	Bug	640	25	7,4	14,4
Mađarska	Mađ	775	37	10,0	12,9
Rumunija	Rum	1909	29	20,3	15,7

Kvalitet naučnih publikacija

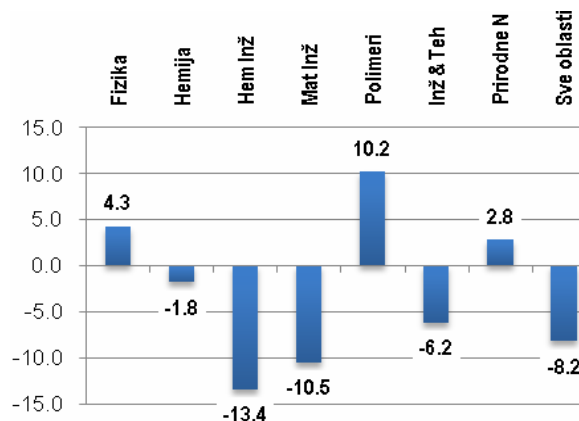
Procena kvaliteta naučnih publikacija znatno je složenija od utvrđivanja broja publikacija. U poslednje vreme najčešće korišćeni indikator kvaliteta publikacija je h-indeks čija vrednost označava koliki broj publikacija iz određenog skupa ima broj citata najmanje jednak vrednosti h (4). Vrednost h-indeksa zavisi i od broja publikacija na koji se odnosi i od njihovog kvaliteta koji se u ovom slučaju meri brojem citata svake pojedinačne publikacije. Razvijena je posebna metodologija kojom se vrednost h-indeksa čini nezavisnom od broja publikacija u nekom skupu, odnosno kojom se iz h-indeksa proračunava nivo kvaliteta (SPQL) određenog skupa publikacija (5). Suština metodologije je u uspostavljanju optimalne linearne zavisnosti između h-indeksa i broja publikacija P, ali u obliku $P^{1/\alpha}$. Za 12 zemalja jugoistočne Evrope i za publikacije u svim oblastima istraživanja u periodu 2005-2010. utvrđena je optimalna linearna zavisnost prema relaciji $h = 3,677 \cdot P^{1/3,085}$ (5). Na slici 3 prikazane su pozicije tačaka koje odgovaraju publikacijama u oblasti polimera u periodu 2005-2010. za 6 zemalja regiona, kao i prava koja predstavlja pomenutu optimalnu linearnu zavisnost između h i $P^{1/\alpha}$ za sve oblasti istraživanja u istom periodu. Na osnovu razlike vrednosti h-indeksa koji odgovara određenom skupu publikacija i vrednosti definisane za isti broj publikacija optimalnom linearnom zavisnošću može se izračunati nivo kvaliteta naučnih publikacija za taj skup publikacija koji se može izraziti u procentima odstupanja od proseka za zemlje jugoistočne Evrope (Prosek JE).



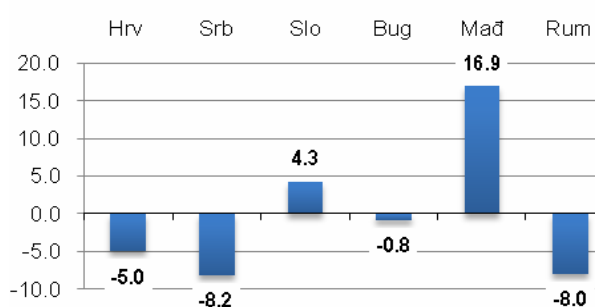
SLIKA 3. Zavisnost h-indeksa od broja publikacija u obliku $h = k \cdot P^{1/\alpha}$ za publikacije u oblasti polimera za 6 zemalja regiona. Isprekidanom linijom označen je prosek svih oblasti istraživanja za 12 zemalja jugoistočne Evrope (Prosek JE)

Nivo kvaliteta naučnih publikacija za različite oblasti u 6 zemalja regiona prikazan je na slici 4. Podaci koji se odnose na sve oblasti zajedno i oblast Prirodnih nauka preuzete su iz originalnog rada (5), dok je nivo kvaliteta publikacija u oblasti polimera izračunat na osnovu podataka za P i h datim u Tabeli 1. Ukupan nivo kvaliteta publikacija za sve oblasti najniži je za Srbiju i Rumuniju (oko 8% ispod Proseka JE), dok je

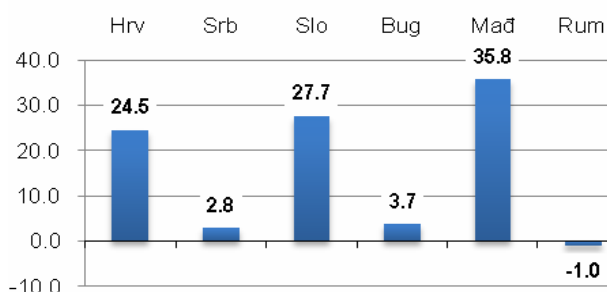
značajno najviši u Mađarskoj (17% iznad Proseka). Nivo kvaliteta publikacija u oblasti Prirodnih nauka u Srbiji bolji je od zabeleženog ukupnog nivoa za sve oblasti i iznosi 2,8% iznad Proseka JE. Sličan rezultat blizak Proseku JE imaju i Bugarska i Rumunija, a nivoi Hrvatske, Slovenije i Mađarske u oblasti Prirodnih nauka znatno su iznad Proseka JE. Kvalitet naučnih publikacija u oblasti polimera najbolji je u Sloveniji i Mađarskoj sa nivoom koji je veoma blizak nivou Prirodnih nauka ovih zemalja. Interesantno je da treći najbolji rezultat (10% iznad Proseka JE) u oblasti polimera ima Srbija i po ovom rezultatu je ispred Bugarske, Hrvatske i Rumunije.



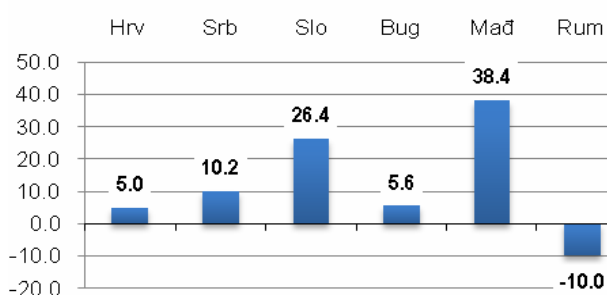
Nivo kvaliteta naučnih publikacija (sve oblasti)



Nivo kvaliteta naučnih publikacija (Prirodne n.)



Nivo kvaliteta naučnih publikacija (Polimeri)



SLIKA 4. Nivo kvaliteta naučnih publikacija (%) za zemlje regiona u različitim oblastima

SLIKA 5. Nivo kvaliteta naučnih publikacija (%) u Srbiji u različitim oblastima

Nivo kvaliteta naučnih publikacija u Srbiji za različite oblasti prikazan je na slici 5. Kvalitet publikacija u oblasti polimera beleži nivoe kvaliteta veće nego u drugim oblastima (Prirodne nauke, Inženjerstvo i tehnologije) i podoblastima (Fizika, Hemija, Hemijsko inženjerstvo, Inženjerstvo materijala).

Zaključak

Potencijal u oblasti nauke o polimerima evidentno postoji, ali mera njegove iskorišćenosti prevashodno će zavistiti od stanja Nacionalnog inovacionog sistema (NIS) u Srbiji koje nije sjajno. Ono je, pre svega, uslovljeno prostorom i istorijskim prilikama (6). Promena stanja NIS uslov je za bolji transfer kvalitetnih rezultata istraživanja u srpsku privredu, a s druge strane ta promena bi svakako bila i snažan podsticaj za dodatno podizanje nivoa kvaliteta naučnih istraživanja, jer bi onda njihov smisao dobio i drugu dimenziju i postao mnogo jasniji.

Reference

1. OECD – Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators (2007). Revised field of science and technology (FoS) classification in the Frascati manual. OECD, pp. 1–12. [<http://www.oecd.org/science/inno/38235147.pdf>]
2. Đuro Kutlača, Dragan Babić, Lazar Živković, Dijana Štrbac: „Analysis of quantitative and qualitative indicators of SEE countries scientific output“, *Scientometrics*, Published online April 2014, pp.1-19, DOI 10.1007/s11192-014-1290-y.
3. Dragan Babić, Biljana Stošić, Đuro Kutlača, Dušica Semenčenko: „Održivi razvoj nauke i društva – Analiza osnovnih pokazatelja stanja u Srbiji“, Tematski zbornik radova XXI naučnog skupa međunarodnog značaja „Tehnologija, kultura i razvoj“, 2014, Tivat, Crna Gora, 2-4. septembar 2014, str. 186-195.
4. J. E. Hirsch, An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (2005), 16569–16572.

5. Dragan Babić, Đuro Kutlača, Lazar Živković, Dijana Štrbac, Dušica Semenčenko, *Evaluation of the quality of scientific performance of the selected countries of Southeast Europe*, Scientometrics, Published online August 2015, pp.1-30, DOI 10.1007/s11192-015-1649-8.
6. Đuro Kutlača, Dušica Semenčenko, Nacionalni inovacioni sistem u Srbiji: prošlost, sadašnjost, budućnost, Institut „Mihajlo Pupin“, Beograd, 2015.

Zahvalnost

Istraživanja predstavljena u ovom radu podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije kroz projekat „Istraživanje i razvoj platforme za naučnu podršku u odlučivanju i upravljanju naučnim i tehnološkim razvojem u Srbiji“, 2011-2015, reg. br. III 47005.

Biografija Dr Dragan Babić



Dragan Babić je u Beogradu završio Matematičku gimnaziju 1972, a diplomirao na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu 1978. Iste godine zaposlio se u Laboratoriji za radijacionu hemiju u fiziku „Gama“ Instituta za nuklearne nauke „Vinča“.

Magistrirao je 1984. na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu sa temom *Umrežavanje i degradacija polietilena i polipropilena pod dejstvom gama zračenja*.

Na istom fakultetu je doktorirao 1992. sa temom *Radijaciono umrežavanje i degradacija polimera*.

U periodu 1984–1985. boravio je na specijalizaciji na North Carolina State University u Raliju (Raleigh), Severna Karolina, SAD, kod prof. Viviana Stannetta, vrhunskog američkog stručnjaka i jednog od pionira u oblasti radijacione tehnologije polimera.

Od 1992. do 2004. bio je u zvanju naučni saradnik, kada je izabran u zvanje višeg naučnog saradnika.

Direktor Laboratorije za radijacionu hemiju i fiziku „Gama“ bio je u periodu 2001–2005.

Predsednik Naučnog veća Instituta za nuklearne nauke „Vinča“ bio je od 2006. do 2008.

Dr Dragan Babić jedan je od osnivača Društva inženjera plastičara i gumara i član Upravnog odbora Društva od 1997. do danas. Član je Uredništva naučno-stručnog časopisa *Svet polimera* čiji je izdavač Društvo od 1998. do danas. Dr Babić je bio član svih Naučnih odbora na kongresima koje je organizovalo Društvo inženjera plastičara i gumara (1998, 2002, 2004, 2006. i 2008).

Pored toga, dr Babić je član Srpskog hemijskog društva i Slovačkog hemijskog društva.

Aktivan je član Komisije za plastiku pri Institutu za standardizaciju Srbije od osnivanja Komisije 2009. do danas.

Istraživačko iskustvo dr Babića obuhvata fizičku hemiju polimera, radijacionu modifikaciju polimernih materijala, karakterizaciju radijaciono modifikovanih polimera, termičku i radijacionu stabilnost i stabilizaciju polimera, primenu zračenja za zaštitu životne sredine i sl.

Dr Dragan Babić je autor ili koautor preko 100 radova. Od toga, preko 30 radova objavljeno je u međunarodnim časopisima, uključujući i vrhunske kao što su *Radiation Physics and Chemistry*, *Physical Review*, *Polymer Degradation and Stability*, *Progress in Organic Coating*, *Journal of Microscopy*, *Scientometrics* i drugi. Saopštio je preko 30 radova na međunarodnim konferencijama, koji su štampani u zbornicima radova u celini ili u izvodu.

U periodu od 2001. do 2010, dr Dragan Babić je svoj naučnoistraživački rad usmerio, između ostalog, ka ispitivanju modifikacija polimernih materijala i smeša.

Ispitivanje uticaja radijacionog umrežavanja polimernih smeša na njihovu kompatibilnost najpre je rađeno na smešama polietilena i polipropilena, a nastavljeno na drugim polimernim sistemima. Kompatibilnost biodegradabilnih polimernih smeša ispitivana je u saradnji sa Institutom za polimere Slovačke akademije nauka iz Bratislave koja je uspostavljena inicijativom dr Dragana Babića i dr Ivana Chodaka, počev od 2004. u toku dva projektna ciklusa.

Poseban interes dr Babića bio je rad na projektima koji su imali potencijal za direktnu primenu u privredi kao što su: Umrežavanje kablovske izolacije i pribora pomoću akceleratora elektrona od 1,5 MeV (u saradnji sa Industrijom kablova, Jagodina), Radijaciona sterilizacija medicinskih sredstava za jednokratnu upotrebu („Zdravlje“, Leskovac), Osvajanje proizvodnje radijaciono stabilisanog polipropilena („Hipol“, Odžaci i „Zdravlje“, Leskovac), Nekorozivne soli za odmrzavanje saobraćajnica iz sekundarnih sirovina („Bela Stena“, Baljevac na Ibru; MSK, Kikinda; Gradski sekretarijat za puteve, Beograd) i UV umrežavajući polimerni premazi na bazi hiperrazgranatih polimera (Novi proizvodni program Industrije boja i lakova „Duga“, Beograd, koji je razvijala „DugaNova“).

Pored toga, poslednjih godina dr Babić bavi se pretežno različitim aspektima primene naučnih rezultata, tj. efikasnijim povezivanjem nauke i privrede, metrikom kvantiteta i kvaliteta naučnih publikacija, kao i doprinosima održivom razvoju. Ove aktivnosti deo su istraživačkog projekta „Istraživanje i razvoj platforme za naučnu podršku u odlučivanju i upravljanju naučnim i tehnološkim razvojem u Srbiji“ kojim rukovodi prof. dr Đuro Kutlača (Centar za istraživanje razvoja nauke i tehnologije Instituta „Mihajlo Pupin“ iz Beograda).

Priredila Aleksandra Mihajlović