



KNOWLEDGE. SINCE 1989.

FACULTY OF MANAGEMENT ZAJEČAR



September 26, 2020

# BOOK OF PROCEEDINGS

MINERALS - FORESTS - WATER - HUMANS - ENERGIES - ECOLOGY

MINERALS - FORESTS - WATER - HUMANS - ENERGIES - ECOLOGY



**Fakultet za menadžment Zaječar**  
**Faculty of Management Zajecar**  
Univerzitet Megatrend, Beograd  
Megatrend University, Belgrade



**ZBORNİK RADOVA**  
**PROCEEDINGS**

**10. MEĐUNARODNI SIMPOZIJUM**  
**O UPRAVLJANJU PRIRODNIM RESURSIMA**

**10<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM**  
**ON NATURAL RESOURCES MANAGEMENT**

**Urednici/Editors**  
**Dragan Mihajlović**  
**Bojan Đorđević**

**Zaječar, Serbia**  
**2020, September 26**

**10. Međunarodni simpozijum o upravljanju prirodnim resursima  
10<sup>th</sup> International Symposium on Natural Resources Management**

<b>Izdavač/Publisher:</b>	Faculty of Management, Zajecar, Megatrend University, Belgrade
<b>Za izdavača/For the publisher:</b>	Dragan Ranđelović, Executive Director
<b>Urednici/Editors:</b>	Dragan Mihajlović, Full Professor Bojan Đorđević, Full Professor
<b>Tehnički urednici/Technical editors:</b>	Dragan Jelenković Dragica Stojanović, Assistant Professor
<b>Štampa/Printed:</b>	Printing office "Happy" Zajecar
<b>Tiraž/Copies:</b>	40

**ISBN 978-86-7747-624-3**

CIP - Katalogizaciju u publikaciji  
izdala Narodna biblioteka Srbije, Beograd  
(dostupno na COBISS.RS)

*The publisher and the authors retain all rights. Copying of some parts or whole is not allowed. Authors are responsible for the communicated information.*

**Zaječar, Serbia  
2020, September**

## NAUČNI ODBOR/SCIENTIFIC COMMITTEE

- Sung Jo Park, *Free University, Berlin, Germany*
- Jean Jacques Chanaron, *Grenoble Ecole de Management, France*
- Radomir A. Mihajlović, *New York Institute of Technology, USA*
- Shekhovtsova Lada, *Faculty of Economics, University of Novosibirsk, Russia*
- Yuriy Skolubovich, *Faculty of Economics, University of Novosibirsk, Russia*
- Lisa Fröhlich, *CBS Cologne Business School GmbH, European University of Applied Sciences, Köln, Germany*
- Julia Maintz, *CBS Cologne Business School GmbH, European University of Applied Sciences, Köln, Germany*
- Dominique Jolly, *CERAM, Sophia Antipolis, Nice, France*
- Antonello Garzoni, *Universita LUM "Jean Monnet", Bari, Italy*
- Antonio Salvi, *Universita LUM "Jean Monnet", Bari, Italy*
- Angeloantonio Russo, *Universita LUM "Jean Monnet", Bari, Italy*
- Candida Bussoli, *Universita LUM "Jean Monnet", Bari, Italy*
- Ljuben Ivanov Totev, *"St. Ivan Rilski" University of Mining and Geology, Sofia, Bulgaria*
- Vencislav Ivanov, *"St. Ivan Rilski" University of Mining and Geology, Sofia, Bulgaria*
- Srećko Devjak, *MLC Management and Law College Ljubljana, Slovenia*
- Žarko Lazarević, *Institute for Contemporary History, Ljubljana, Slovenia*
- Nikolae Georgesku, *Alma Mater University of Sibiu, Romania*
- Mihai Botu, *University of Craiova, Department of Horticulture & Food Science, Craiova, Romania*
- Violeta Nour, *University of Craiova, Department of Horticulture & Food Science, Craiova, Romania*
- Maria Popa, *Faculty of Economic Sciences, "1 December 1918" University in Alba Iulia, Romania*
- Gavrila - Paven Ionela, *Faculty of Economic Sciences, "1 December 1918" University in Alba Iulia, Romania*
- Pastiu Carmen, *Faculty of Economic Sciences, "1 December 1918" University in Alba Iulia, Romania*
- Jan Polcyn, *Economics Institute of Stanislaw Staszic University of Applied Sciences in Pila, Poland*
- Bazyli Czyzewski, *Economics Institute of Stanislaw Staszic University of Applied Sciences in Pila, Poland*
- Sebastian Stepien, *Economics Institute of Stanislaw Staszic University of Applied Sciences in Pila, Poland*
- Stavros Lalas, *Department of Food Technology Technological Educational Institute of Thessaly, Karditsa, Greece*
- Nadežda Čalić, *Faculty of Mining Prijedor, Banja Luka University, Bosnia and Herzegovina*
- Milinko Ranilović, *International University of Travnik, Bosnia and Herzegovina*

Marija Janković, *Faculty of business studies, Mediterranean University, Podgorica, Montenegro*

Mića Jovanović, *Rector Megatrend University Belgrade*

Milivoje Pavlović, *Megatrend University Belgrade Dragan Nikodijević, Megatrend University Belgrade*

Dragan Ž. Đurđević, *Megatrend University Belgrade*

Milan Milanović, *Faculty of Law, Megatrend University Belgrade*

Ranka Mitrović, *Faculty of Business Studies, Megatrend University Belgrade*

Gorica Cvijanović, *Faculty of Biofarming, Bačka Topola, Megatrend University Belgrade*

Gordana Dozet, *Faculty of Biofarming, Bačka Topola, Megatrend University Belgrade*

Dragan Mihajlović, *Faculty of Management Zaječar, Megatrend University Belgrade*

Džejn Paunković, *Faculty of Civil Aviation, Megatrend University Belgrade*

Bojan Đorđević, *Faculty of Management Zaječar, Megatrend University Belgrade*

Igor Trandafilović, *Faculty of Management Zaječar, Megatrend University Belgrade*

Krunislav Sovtić, *Faculty of Management Zaječar, Megatrend University Belgrade*

Jelena Bošković, *Faculty of Economics and Engineering Management Novi Sad, University Business Academy in Novi Sad*

Radmilo Pešić, *Faculty of Agriculture, University of Belgrade*

Petar Veselinović, *Faculty of Economics, University of Kragujevac*

Svetislav Milenković, *Faculty of Economics, University of Kragujevac*

Drago Cvijanović, *Faculty of Hotel Management and Tourism in Vrnjačka Banja, University of Kragujevac*

Dejan Sekulić, *Faculty of Hotel Management and Tourism in Vrnjačka Banja, University of Kragujevac*

Miljan Leković, *Faculty of Hotel Management and Tourism in Vrnjačka Banja, University of Kragujevac*

Marija Lakićević, *Faculty of Hotel Management and Tourism in Vrnjačka Banja, University of Kragujevac*

Vojin Đukić, *Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad*

Ljubiša Papić, *DQM, Research center Prijedor, Čačak*

Dragan Kostić, *Contracting chamber of economy Pirot district*

Vladan Jeremić, *RARIS - Regional Development Agency Eastern Serbia, Zaječar*

Zoran Milovanović, *RARIS - Regional Development Agency Eastern Serbia, Zaječar*

# ZNAČAJ RAZVOJA PREDUZETNIŠTVA U AKADEMSKOJ ZAJEDNICI REPUBLIKE SRBIJE

## IMPORTANCE OF ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT IN THE ACADEMIC COMMUNITY OF REPUBLIC OF SERBIA

Dragana Zlatović<sup>1</sup>  
Srđan Miletić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Institut od nacionalnog značaja za republiku Srbiju, Beograd, Njegoševa br. 12, dzlato@chem.bg.ac.rs (corresponding author)

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Institut od nacionalnog značaja za republiku Srbiju, Beograd, Njegoševa br. 12, srdjan@chem.bg.ac.rs

### REZIME

Moderno društvo je suočeno sa ubrzanom degradacijom životne sredine, eksploatacijom resursa, ekonomskom i finansijskom krizom, što se reflektuje na sve socijalne segmente ugrožavajući sposobnost za dugoročni razvoj i rast, odnosno održivost. Akademska zajednica i naučne organizacije sve više postaju ključni akteri u razvoju inovacionih sistema i inovacije bazirane na nauci ispunjavaju sve uslove za poziciju strateškog prioriteta u poslovanju, samom činjenicom da se pomoću njih može ostvariti brzi ekonomski rast i konkurentna prednost. Sve više se nameće neophodnost razvijanja preduzetničkog duha u akademskoj zajednici i usmeravanja naučnog rada u pravcu primenjenih i razvojnih istraživanja, odnosno ka implementaciji na tržištu.

### KLJUČNE REČI

preduzetništvo, inovativnost, akademska zajednica, bioremedijacija, spin-off

### ABSTRACT

Modern society is faced with accelerated degradation of the environment, overexploitation of the resources, economic and financial crisis. This reflects through all social segments, compromising the capacity for long-term development and growth, or sustainability. The academic community and scientific organizations are increasingly becoming key players in the development of innovation systems. Science-based innovations are fulfilling all the requirements for a strategic business priority, just with the fact that using them, the rapid economic growth and competitive advantage could be achieved. The need for developing a spirit of entrepreneurship in the academic community is becoming increasingly important, as so is guiding the scientific work towards the applied and development research, and implementation in the market.

### KEYWORDS

entrepreneurship, innovation, academia, bioremediation, spin-off

## 1. UVOD

Vreme u kome živimo karakterišu velike promene, turbulentnost, ubrzani razvoj tehnologija, širenje i globalizacija tržišta, te se nameće potreba za konstantnim unapređivanjem poslovanja i preispitivanjem uspešnosti. Borba za osvajanje tržišta i pridobijanje potrošača je sve žešća, sve je teže pronaći nešto novo,

otkriti nezadovoljene potrebe potrošača i na taj način ostvariti konkurentsku prednost. Upravo to je razlog da u okviru svakog biznis modela inovacije postanu nezaobilazna i strateška tema. Jos 1991. godine Draker ističe da „inovacija predstavlja radnju koja obdaruje resurse novim kapacitetima za stvaranje bogatstva i da inovacija u stvari kreira resurs“ (Drucker, P., 1991.).

Ovim radom se kroz istraživanje literature, javno dostupne podatke i baze podataka, kao i direktan uvid i analizu toka naučnih istraživanja u praksi, ukazuje na neka bitna pitanja kao što su: značaj razvijanja preduzetništva u akademskoj sredini povezivanjem privrednih subjekata i naučnih institucija i neophodnost unapređenja istraživanja na putu od invencije do inovacije. Takođe, imajući u vidu da savremena proizvodnja dovodi do generisanja sve većih količina otpadnog materijala, deo rada je posvećen neophodnosti ulaganja napora da se štetni uticaji svedu na minimum, kako kreiranjem inovativnih, a istovremeno ekološki podobnih proizvoda, tako i iznalaženjem postupaka i metoda za umanjenje negativnih efekata socijalne nebrige za prirodnu sredinu. Kroz studiju slučaja obrađen je primer projekta, koji je poštujući sve principe održivosti, od fundamentalnih istraživanja, zahvaljujući izuzetnoj upornosti istraživača i izraženom preduzetničkom duhu, prešao put do implementacije na tržištu kroz formiranje *spin-off* kompanije.

## 2. INOVATIVNOST KAO OSNOVA PREDUZETNIŠTVA

Par teza zapisanih na brzinu, kroki sa izukrštanim strelicama i samo nama znanim skraćenicama samo čine ideju, a svaka ideja ili tehničko rešenje ne predstavljaju inovaciju. Biti inovativan znači obezbediti organizaciona i tehnička poboljšanja koja se mogu uspešno prodavati na tržištu. Tehnološke inovacije su sve manje rezultat slučajnog otkrića, odnosno sve manje zavise samo od talenta i sposobnosti pojedinaca, a sve više su rezultat planiranog istraživačkog i razvojnog rada, uz ogromna finansijska ulaganja i angažovanje ljudskih resursa (Lajović, D., *et al.*, 2010.). U tržišnom sistemu, održivi razvoj zahteva inovativnost i preduzetnike koji mogu postići ekološke ili društvene ciljeve sa superiornim inovacijama koje su uspešne na tržištu (Wustenhagen, R., 2008.).

Pristup inovacijama može se sagledati i iz perspektive različitih aktera (Sarkis, J., *et al.*, 2010.):

- **Perspektiva preduzeća za profit** - Veliki deo inovacija može se smatrati rezultatom preduzetničkog duha, koji za krajnji cilj ima ekonomsku održivosti preduzeća i njegovog lanca snabdevanja;
- **Perspektiva kreatora javne politike** - fokusira se na aspekte javno-privatnog partnerstva pri čemu kreatori javne politike kontrolišu budžetiranje i kanališu podršku u dodeljivanju održivih inovacija;
- **Perspektiva R&D jedinice, laboratorije ili univerziteta** – održivost se najčešće kreće od osnovnih prema primenjenim istraživanjima, jer ove organizacije obično imaju neophodne naučne i istraživačke resurse za pokretanje inovacija. One su repozitorijumi starog i novog znanja.

Iako je uloga univerziteta i nauke u okviru različitih mreža održivosti i inovacija još u povelju, može se reći da je investiranje u znanje od ključnog značaja za naučna i tehnološka istraživanja i inovacije (Kronja, J., *et al.*, 2011.). Akademska zajednica se sve više prepoznaje kao ključni akter u nacionalnim inovacionim sistemima, te je u velikom broju studija o inovacijama snažan fokus stavljen na visokotehnološke inovacije zasnovane na nauci i na interakcijama između velikih firmi, univerziteta i drugih istraživačkih organizacija. Od univerziteta se sve više očekuje saradnja ne samo sa visoko-tehnološkim firmama, već i sa malim i srednjim preduzećima i drugim organizacijama (uključujući i vladu), koje se bave niskim ili srednjim nivoom tehnologija i sve više se smatraju ključnim pokretačima regionalnog rasta i razvoja i postaju ključni elementi u regionalnom inovacionom sistemu (Sarkis, J., *et al.*, 2010.).

Polazeći od činjenice da je savremeno društvo društvo znanja, jasno je da to podrazumeva novu ekonomiju u kojoj je upravo znanje ključan resurs za opstanak i razvoj (Lekić, S., *et al.*, 2018.). U novoj ekonomiji znanje postaje najvažnija sirovina, najvažniji proizvod i ključ upravljanja poslovanjem (Stewart, T. A., 2001.). Razvoj nove ekonomije znanja i povećanje konkurentnosti uslovljeni su, kako unapređenjem saradnje nauke i privrede, tako i neophodnim ulaganjem u inovacije. Treba istaći činjenicu da su najkonkurentnije privrede ujedno i najinovativnije i da imaju jaku ekonomiju zasnovanu na znanju, ekonomiju u kojoj u razvoj i inovacije podjednako ulažu i državni i privatni sektor (Jovičić, J., 2018.).

Za razvoj nauke, tehnologija i inovacija svake zemlje neophodna je prvenstveno sinergija i usklađenost tri „misije“ Univerziteta – obrazovanja i obuke, istraživanja i razvoja i saradnje sa privredom, kako bi se

pokrenuo širok spektar aktivnosti koje unapređuju zajedničku svest, komunikaciju i interakciju između univerziteta, privrede i društva u celini. Saradnja univerziteta i istraživačkih organizacija, kao javnog sektora, i privrede je izazov za obe strane (Danilović-Grković, G., *et al.*, 2007.) i doprinosi generisanju, praktičnoj primeni i eksploataciji znanja i drugih sposobnosti univerziteta izvan akademskog okruženja (Molas-Gallart, J., *et al.*, 2002.).

### 3. PREDUZETNIŠTVO U FUNKCIJI ODRŽIVOSTI NAUKE

Još davne 1911. godine u svom klasiku „Teorija ekonomskog razvoja“ *Schumpeter* daje odličnu polaznu tačku za značaj preduzetništva i kroz predloženu teoriju kreativnog uništavanja nedvosmisleno govori o organizacionoj strukturi koja je najpogodnija za preduzetnike (*Schumpeter*, J., 1911.). Navodi da bi nove firme sa uključenim preduzetničkim duhom pomerile umorne i stare nosioce vlasti, a to bi dovelo do snažne inovativne aktivnosti i stvorilo veći stepen ekonomskog rasta (*Acs*, Z. J., *et al.*, 2009.). Teorije ekonomije i menadžmenta, kao i literatura o upravljanju životnom sredinom su dugo zanemarivale fenomen preduzetništva. Međutim, poslednjih godina sve veći broj autora se bavi preduzetništvom, prateći i nastavljajući rad *Schumpeter*-a i *Kirzner*-a (*Wustenhagen*, R., 2008.). Čak i Evropski savet u Lisabonu 2002. godine, zajedno sa tadašnjim predsednikom Evropske unije, Romanom Prodiem, u nastojanju da se oživi ekonomski rast i perspektiva zapošljavanja, sugerišu Evropi da ne postane samo lider u znanju već i lider u preduzetništvu (*Acs*, Z. J., *et al.*, 2009.). „Naše praznine u polju preduzetništva se moraju ozbiljno shvatiti zato što se sve više dokazuje da ključ za ekonomski rast i poboljšanje produktivnosti leži u preduzetničkom kapacitetu ekonomije“ (*Prodi*, R., 2002.).

#### 3.1 Preduzetništvo u nauci kroz osnivanje *spin-off* kompanija

Mnoge danas uspešne i vidljive kompanije su stvorili ljudi koji su se odlučno zadržali na idejama odbačenim od strane birokratije matičnih organizacija. Vodeće *spin-off* organizacije su uglavnom rezultat menadžerske i strateške nesuglasice unutar vodećih firmi, koje su ponekad nevoljne da nastave korišćenje nove ideje ili neproizvodno uvezene prakse u drugim industrijama i firmama.

Osnovni razlozi koje kompanije navode za osnivanje *spin-off*-a uključuju sledeće (*Kastiel* K., 2014.):

- Poboľšan poslovni fokus,
- Struktura kapitala prikladna za poslovanje,
- Razliĉiti investicioni identitet,
- Efikasnost kompenzacije zasnovane na kapitalu,
- Korišćenje kapitala kao valute za sticanje.

Kod Univerziteta i nauĉno-istraĉivaĉkih organizacija u sluĉaju razvijanja inovacije sa komercijalnom primenom moĉe se izvršiti transfer ili u neko od postojećih preduzeća ili osnivanjem novog *spin-off* preduzeća, koje postaje korisnik nove tehnologije, odnosno komercijalni entitet, pri ĉemu znaĉajan deo poslovnih aktivnosti ostvaruje primenom tehnologije i znanja koji su rezultat akademskih nauĉnih istraĉivanja (*Stošić*, B., 2013.).

#### 3.2 Preduzetništvo u nauci kroz javno-privatno partnerstvo

Kao još jedan znaĉajan oblik interakcije univerziteta i privrede javlja se institucija javno-privatnog partnerstva koja postaje vaĉno sredstvo u kombinaciji politika ministarstava i agencija za inovacije, kako u OECD-u tako i u ekonomijama zemalja koje nisu ĉlanice (Kina, Rusija i Malezija). U odnosu na poreske kredite ili subvencije, JPP se ističu kao fleksibilan i prilagodljiv instrument za podsticanje saradnje u nauci, tehnologiji i inovacijama (DSTI/STP/TIP(2014)15).

Ipak, uprkos ekspanziji institucije javno-privatnog partnerstva kao inovativnog i povoljnog naĉina finansiranja javnog sektora, kroz literaturu i u praksi se susrećemo samo sa sporadiĉnim idejama o primeni u oblasti nauke, tehnologija i inovacija. Za sada se sve svodi na mrtvo slovo na papiru, dobru volju i poneko propagandno izlaganje na nauĉnim skupovima ili konferencijama za novinare.



#### 4. KORELACIJA NAUKE, PRIVREDE I DRUŠTVA U SRBIJI RADI PODSTICANJA PREDUZETNIŠTVA

Republika Srbija, kao i većina zemalja u regionu, nema razvijene regionalne inovacione sisteme, već samo pojedine elemente (institucije i organizacije) između kojih postoji slaba povezanost, tokovi znanja i novca. Kao dva najveća problema ističu se slaba iskorišćenost rezultata naučno-istraživačkog rada i dug period od ideje do tržišta. Imajući u vidu da se naučnoistraživački rad u Srbiji uglavnom finansira iz bužeta, kao dodatni, i verovatno najveći problem javlja se nedostatak ulaganja u istraživanje od strane privrede, kojim bi se podstakla primenjena istraživanja i razvijao preduzetnički duh u nauci, odnosno preduzetništvo znanja kao i održivo preduzetništvo (tabela 1).

**Tabela 1.** Procentualno učešće državnog i poslovnog sektora u ukupnom odvajanju za I&R u Republici Srbiji i zemljama regiona 2012-2017 (Izvor: Eurostat, Obradio: autor)

	2012.		2013.		2014.		2015.		2016.		2017.	
	drž.	posl.	drž.	posl.	drž.	posl.	drž.	posl.	drž.	posl.	drž.	posl.
<b>EU - 28 zemalja</b>	32.8	55.1	32.5	55.2	31.9	55.5	31.3	55.3	30.2	57.0	29.3	58.2
<b>Austrija</b>	37.8	45.7	33.6	48.7	35.6	47.7	32.6	49.7	30.4	53.1	27.6	54.7
<b>Bugarska</b>	31.5	20.8	31.6	19.5	26.4	22.3	20.3	35.6	21.8	43.6	24.3	43.2
<b>Hrvatska</b>	45.5	38.2	39.7	42.8	41.7	42.9	36.4	46.6	41.4	42.9	43.1	42.6
<b>Mađarska</b>	36.9	46.9	35.9	46.8	33.5	48.3	34.6	49.7	26.2	56.4	31.9	52.7
<b>Rumunija</b>	49.9	34.4	52.3	31.0	48.5	32.9	41.7	37.3	39.6	49.4	35.9	54.1
<b>Slovenija</b>	28.7	62.2	26.9	63.8	21.8	68.4	19.9	69.2	20.2	69.2	22.9	63.1
<b>Srbija</b>	51.3	5.8	59.5	7.5	53.5	8.2	50.6	12.8	45.6	9.2	46.6	10.0

Iz priloženog se vidi da je Republika Srbija još uvek daleko od cilja postavljenog još Lisabonskom agendom da istraživanje i razvoj bude samo sa jednom trećinom finansirano iz državnih sredstava (budžeta), dok bi dve trećine trebale da potiču od investitora, odnosno privrednog sektora (European Council, 2000.).

Strategija naučnog i tehnološkog razvoja već u uvodnom delu ističe da su nauka i inovacije ključni faktori konkurentnosti i održivog razvoja, te u tom smislu definiše šest posebnih ciljeva, od kojih su tri fokusirana na podsticanje saradnje nauke i privrede u cilju jačanja preduzetništva i to (Strategija NiTR RS, 2016.):

- Jačanje povezanosti nauke, privrede i društva radi podsticanja inovacija,
- Uspostavljanje efikasnog sistema upravljanja naukom i inovacijama u RS,
- Povećanje ulaganja u istraživanje i razvoj putem javnog finansiranja i podsticanja ulaganja poslovnog sektora u istraživanje i razvoj.

No i pored uloženog napora, treba istaći da su kapaciteti Republike Srbije u skoro svim aspektima inovativnosti i transfera tehnologija ograničeni i da su aktivnosti naučnoistraživačkog sektora trenutno na izuzetno niskom nivou. Ohrabrujuća činjenica je da se radi na ublažavanju ovakve situacije i da su u poslednje dve godine intenzivirane aktivnosti vezane za inovacionu delatnost i jačanje preduzetničkog duha u cilju transfera tehnologija i to kroz dve aktivnosti koje se odvijaju paralelno i nezavisno (Vlada RS, Nacionalni savet, 2018.) - Fond za inovacionu delatnost i Programe iz oblasti inovacione delatnosti projekata koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

#### 5. OD FUNDAMENTALNOG ISTRAŽIVANJA DO SPIN-OFF-A

Ideja zapošljavanja mikroorganizama u upravljanju otpadom nije tako nova kao što se misli. Postupak je korišćen u starim rimskim postrojenjima za tretman otpadnih voda izgradnjom sofisticiranog kanizacionog sistema (*Cloaca Maxima*), gde se voda isušivala i čistila prirodnom biodegradacijom. Vekovima kasnije, sličan proces je koristio i *George M. Robinson*, koji je razvio modernu bioremedijaciju šezdesetih godina. Robinson je mešao bakterijske kulture sa naftnim derivatima i shvatio da bi oni mogli da budu potencijalni

„lek“ za brojna izlivanja nafte. Prva komercijalna upotreba sistema bioremedijacije vezuje se za čišćenje naftovoda *Sun Oil* u Ambleru, Pensilvanija 1972. godine (OUP blog, 2018.).

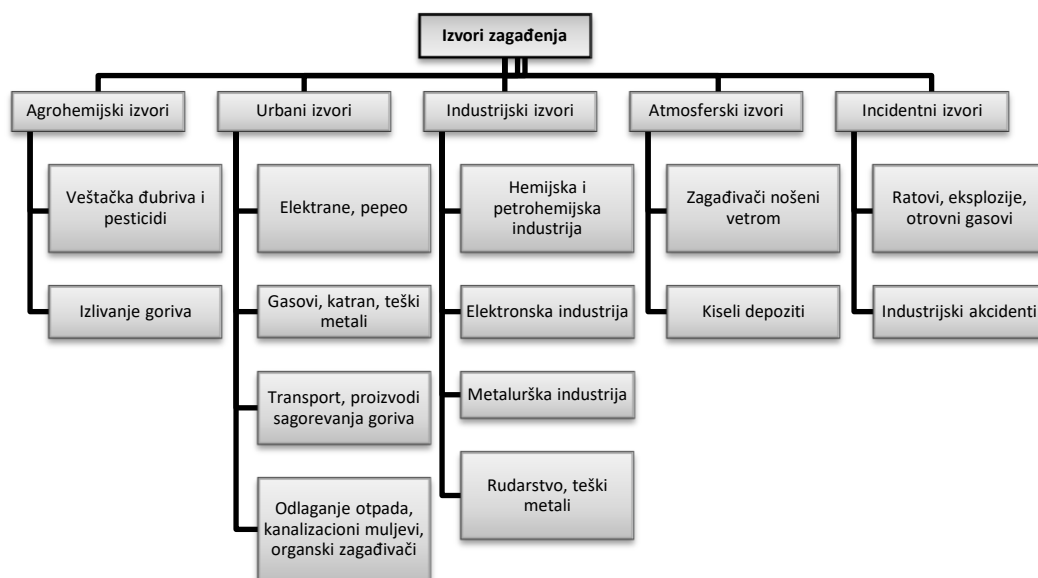
Na osnovu iznetog vidi se da je bioremedijacija godinama uspešno sprovedena za sprečavanje naftnih zagađenja u vodenim okruženjima. Istraživači NU Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju i Hemijskog fakulteta su u svojim istraživanjima otišli korak dalje i osnovni postupak razradili i usavršili za prečišćavanje zemljišta zagađenog naftnim izlivanjima.

Ideja za istraživanje u oblasti bioremedijacije rodila se pre više od deset godina u istraživačkoj grupi za biohemiju i biotehnologiju i to polazeći od, tada tek samo naznaka, o budućoj aktuelnosti ekoloških istraživanja i značaja zaštite životne sredine. Razmatranje ideje startovalo je sagledavanjem dve komponente: ekosistema, kao mreže interakcija između organizama (ali i kao odnosa između organizama i njihove životne sredine) i značaja ekologije ekosistema koja kao glavne procese proučava energetske transformacije i biogehemijske cikluse (Schulze, E. D., *et al.*, 2005.), a takođe se bavi i funkcionisanjem sistema kao celine i glavnim funkcionalnim aspektima sistema.

Prva, preliminarna i čisto naučna istraživanja u ovoj oblasti započeta su 2006. godine, nakon odobravanja finansijskih sredstava od strane Ministarstva nauke i tehnologije za projekat fundamentalnih istraživanja. Paralelno sa fundamentalnim istraživanjima, 2008. godine su istraživanja unapređena kroz inovacioni projekat. Tokom odvijanja projekta i nakon zadovoljavajućih rezultata fundamentalnih istraživanja, kao i osvajanja prvog mesta za Najbolju tehnološku inovaciju, sve više se kristalisala ideja mogućnosti uvođenja novog postupka u zaštiti životne sredine i njegove implementacije na tržištu.

Prilikom generisanja ideje komercijalizacije bioremedijacije zemljišta istraživački tim je metodom pregleda literature prikupio i sagledao neke osnovne polazne tačke, kao što su:

- Zemljište je važan faktor koji utiče na razvoj i produktivnost različitih ekosistema naše planete, ali tek poslednjih nekoliko decenija zemljište se ispituje u naučnom smislu (Jenny, H., 2005.);
- Zagađenje zemljišta može poticati iz mnogih izvora, kao što se može videti na slici 1.
- Cilj remedijacije je da se zagađeno stanište dovede u održivu životnu sredinu, pri čemu se koncentracija zagađivača smanjuje ispod zakonom dozvoljenog maksimuma;
- Remedijacija se može izvesti primenom fizičkih i hemijskih metoda ili bioremedijacijom. Kod zemljišta remedijacija se može izvesti na mestu gde se zagađenje nalazi (*in situ*) ili nakon odvoženja na specijalno postrojenje (*ex situ*);
- Uspešan remedijacioni plan se zasniva na informacijama dobijenim u toku preliminarnih istraživačkih postupaka. Oni moraju biti urađeni pre početka remedijacije i daju odgovore na pitanja o stepenu zagađenja, tipovima i hemijskoj prirodi zagađivača, nivou rizika i sl.



Slika 1. Izvori zagađenja zemljišta (Mirsal, I. A., 2008.)

U okviru generalne specifikacije, a nakon pripremnih radnji, metodom skerniranja okruženja (prvenstveno ispitivanjem tržišta) se došlo do sledećih činjenica:

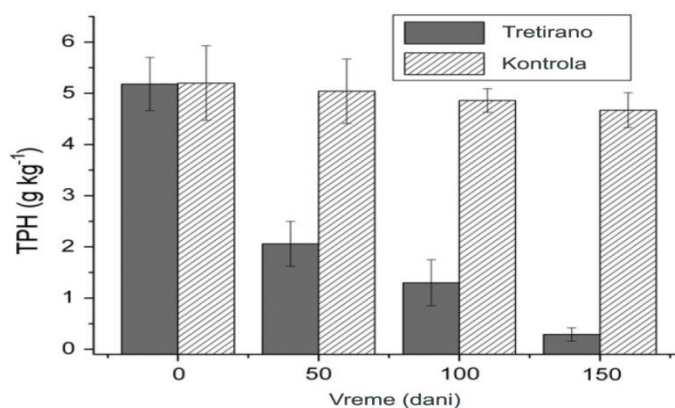
- Da se postupak bioremedijacije u praksi prvenstveno primenjuje za zagađenja u vodenim okruženjima,
- Da je tržište zaštite životne sredine i remedijacionih tehnologija u stalnom porastu i da je procena za 2011. godinu 16,6 milijardi dolara, što predstavlja porast od 7,8% godišnje (Robles-Gonzales, I.V., *et al.*, 2008.),
- U Republici Srbiji su donošenjem novog Zakona o zaštiti životne sredine 2004. godine stvoreni preduslovi za razvoj remedijacionih tehnologija,
- Na osnovu istraživanja Agencije za zaštitu životne sredine identifikovano je 375 kontaminiranih lokaliteta.

Neophodno je istaći podatak da se u svetu biološke metode koriste dugi niz godina i da u odnosu na abiotičke imaju višestruku prednost koja se manifestuje kroz ekonomsku isplativost i pripadnost „prijateljskim za okolinu“ tehnologijama. Ovi postupci dovode do transformacije u jedinjenja sa smanjenom toksičnošću ili do potpune razgradnje kontaminanata, pri čemu se ne stvara otpad, a tretirano zemljište može da povрати svoju prirodnu biološku aktivnost. Biološkim metodama se osim ugljovodonika nafte uklanjaju i drugi organski zagađivači. Kao biološki agensi se pri ovim metodama koriste mikroorganizmi, ali i biljke, te se može reći da „bioremedijacija u širem smislu podrazumeva korišćenje bioloških agenasa za uklanjanje većine toksičnih komponenti, uključujući i metale“ (Beškoski, V. P., *et al.*, 2012.).

Bioremedijacija ima potencijal potpune degradacije ili transformacije opasnih organskih zagađivača u bezopasne proizvode. Upotreba mikroorganizama u bioremedijaciji nije ograničena na detoksifikaciju organskih jedinjenja. Pojedini mikroorganizmi mogu katjone teških metala redukovati u manje toksične oblike i teže rastvorne forme. (Beškoski, V. P., *et al.*, 2012.).

Upotrebom mikrobnе populacije karakteristične za dato područje ne unose se strani patogeni tokom remedijacionog procesa čime se smanjuje rizik za narušavanje ekološke ravnoteže remedijacionog mesta i okoline. Proces selekcionisanja mikroorganizama nam olakšava razvoj i jedinstvenog hranljivog dodatka koji će omogućiti optimalne uslove za rast izabrane mikrobnе populacije. Sastav svakog hranljivog dodatka je specifičan za svaki pojedinačni projekat i sastoji se iz prirodnih, biorazgradivih komponenti. (Beškoski, V. P., *et al.*, 2012.).

Sadržaj ukupnih ugljovodonika nafte (TPH, od engleske reči Total Petroleum Hydrocarbons) se u toku bioremedijacije smanjuje i do približno 95% u vremenskom periodu od 150 dana u odnosu na početni sadržaj, kao što je prikazano na slici 2 (Beškoski, V. P., *et al.*, 2011.).



**Slika 2.** Smanjenje koncentracije TPH u toku bioremedijacije (na histogramu je prikazana i standardna devijacija za pet merenja) (Beškoski, V. P., *et al.*, 2011.)

Sam postupak bioremedijacije se već nekoliko godina uspešno primenjuje na terenu za potrebe organizacija koje se javljaju kao veći zagađivači životne sredine, a konkretan izbor tehnologije za bioremedijaciju je jedinstven za svaki slučaj i zavisi od celog spektra faktora: „vrste i koncentracije kontaminanta, karakteristike zemljišta i terena, graničnih koncentracija koje treba dostići na osnovu zakonske

regulative, vremena raspoloživog da se izvede dekontaminacija, kao i cene“ – kao što nisu sve tehnologije primenljive za sve slučajeve, tako ni najpovoljnija ekonomska opcija ne mora da bude i najbolja tehnička varijanta (Beškoski, V. P., *et al.*, 2012.).

Ono što posebno karakteriše ovaj niz projekata od fundamentalnih do primenjenih istraživanja je izražena izuzetna preduzetnička volja i sposobnost istraživačke grupe, što je dovelo do formiranja *spin-off* kompanije Brem group d.o.o., kao i želja da se doprinese očuvanju životne sredine novom *in situ* tehnologijom, koja se kao deo zelene hemije i zelenog inženjeringa uklapa u strategiju održivog razvoja, prateći trend ekonomski razvijenih zemalja koje podižu kriterijume u ovoj oblasti.

## 6. ZAKLJUČAK

Naučno-tehnološka dostignuća prožimaju sve aspekte društva, te samim tim imaju značajan uticaj na podsticanje ekonomskog razvoja, kao i na socijalna događanja i životnu sredinu. Povećanje svesti o veličini trenutnih izazova održivosti neminovno vodi ka uvođenju ekološki podobnih „čistih“ tehnologija i zelenih proizvoda i postupaka.

Nameće se neophodnost intenziviranja aktivnosti koje bi dovele do toga da privreda prepozna inovacije kao jedini način opstanka u savremenom poslovanju i spozna da je do obezbeđenja konkurentske prednosti najefikasniji put kroz saradnju sa naučnim organizacijama. Istovremeno je neophodno edukovanje akademske zajednice o potrebi uspostavljanja i negovanja preduzetničke inicijative i težnje da se naučni rad sve više kreće u pravcu primenjenih i razvojnih istraživanja, odnosno ka implementaciji na tržištu. U Republici Srbiji razvoj inovacionog sistema je još uvek u povelju i uprkos uložnim naporima svodi se na sporadične akcije i programe koji do sada nisu doveli do značajnijih rezultata i ispunjenja definisanih ciljeva. Povezanost naučno-istraživačkih organizacija i privatnih preduzeća, kao i primena koncepta *triple helix* je još uvek na nezadovoljavajućem nivou, te se može reći da je potrebno još dosta napora da bi se utemeljila dugoročna institucionalna podrška održivom inovativnom preduzetništvu znanja. Naime, programi koji se sprovode su uglavnom namenjeni razvijanju saradnje u slučajevima odmaklih istraživanja (možda čak i postojanja finalnog proizvoda ili prototipa), dok je značaj rezultata osnovnih istraživanja i interesovanje za iste od strane privrednih organizacija relativno nisko, o čemu svedoči i izuzetno nizak stepen ulaganja poslovnog sektora u istraživanje i razvoj ( $\leq 10\%$  od ukupnih ulaganja).

Bez saradnje nauke i privrede nema inovacionog napretka, ekonomskog razvoja i održivosti, te je neophodno da javni i privatno poslovni sektor kroz zajedničko delovanje i simbiozu rade na razvijanju novih tehnologija. Imajući u vidu da su se naučna i tehnološka istraživanja u Srbiji do sada skoro isključivo finansirala iz javnih resursa, odnosno budžeta, jasno je da primarnu ulogu u uspostavljanju mostova između privrede i akademske zajednice mora da preuzme država koja bi morala da obezbedi okruženje i uslove koji će stimulisati privredu da više ulaže u naučno-istraživački rad kroz primenu novih organizacionih modela, poresku politiku, adekvatne mehanizme saradnje i sprečavanje odliva mozgova.

## ZAHVALNICA

Sredstva za realizaciju istraživanja obezbedilo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Srbije (ugovor br. 451-03-68/2020-14/200026)

## REFERENCE

- Acs, Z. J., Audretsch, D. B., Storm, R. J., (Editors), 2009. *Entrepreneurship, Growth, and Public Policy*, Cambridge University Press.,
- Beškoski, V. P., Gojgić-Cvijović, G. Đ., Milić, J. S., Ilić, M. V., Miletić, S. B., Jovančićević, B. S., Vrvic, M. M., 2012. Bioremedijacija zemljišta kontaminiranog naftom i naftnim derivatima: mikroorganizmi, putanje razgradnje, tehnologije, *Hemijska industrija* 66 (2), 275-289

- Beškoski, V. P., Gojgić-Cvijović, G., Milić, J., Ilić, M., Miletić, S., Šolević, T., Vrvic, M. M.; 2011. *Ex situ* bioremediation of a soil contaminated by mazut (heavy residual fuel oil) – A field experiment; *Chemosphere* 83(1), 34-40
- Danićević-Grković, G., Horvat, M., Vukmirović, D., Lazić, M., Lučanin, V., Pešić, R., Mijušković, S., Milovanović, Z., Antić, A., Milošević, M., 2007. *Javno-privatno partnerstvo za naučno-zasnovane inovacije i znanjem vođen ekonomski razvoj u Srbiji*, United Nations Development Programme, Country Office in Serbia (UNDP)
- Drucker, P. F., 1991. *Inovacije i preduzetništvo*, Privredni pregled, Beograd
- DSTI/STP/TIP(2014)15, Directorate for Science, Technology and Innovation, Committee for scientific and technological policy, 2014. *Strategic Public/Private Partnerships in Science, Technology and Innovation – Final report*, OECD Conference Centre, 16-17 December 2014
- Jenny, H., 2005., *Factors of soil formation*, Dover Publication, INC, New York
- Jovičić, J., Petković, S., Štimac, M., 2018. *Inovativnost kao pokretač razvoja privrede sa akcentom na praćenje inovativnosti*, FIMEK Inovaeducation 2018., Novi Sad, September 2018. ISBN 978-86-87619-89-0
- Kastiel K., 2014. *Spin-Off Guide*, Wachtell, Lipton, Rosen & Katz
- Kronja Jasminka, Avlijaš Sonja, Matejić Vlastimir, Todić Dragoljub, Kovačević Aleksandar, Branković Jelena, 2011. *Vodič kroz strategiju Evropa 2020*, Evropski pokret u Srbiji, COBISS.SR-ID 183795468
- Lajović, D., Vulić, V., 2010. *Tehnologija i inovacije*, Ekonomski fakultet, Podgorica
- Lekić, S., Mijailović, J., Rajaković-Mijailović, J., 2018. *Znanje i inovacija kao faktor konkurentne prednosti preduzeća*, FIMEK Inovaeducation, Novi Sad, September 2018. ISBN 978-86-87619-89-0
- Mirsal, I. A., 2008. *Soil Pollution – Origin, Monitoring & Remediation*, 2nd Ed., Springer
- Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott, A., Duran, X., 2002. *Measuring Third Stream Activities. Final Report to the Russel Group of Universities. Science and Technology Policy Research (SPRU)*, University of Sussex
- Prodi, R., 2002. *For a New European Entrepreneurship*, Public Speech, Instituto de Empresa in Madrid
- Robles-Gonzales, I. V., Fava, F., Poggi-Varaldo, H. M., 2008. *A review on slurry bioreactors for bioremediation of soils and sediments*, *Microb. Cell Fact.* 7
- Sarkis, J., Cordeiro, J.J., Vazquez Brust, D., (Editors) 2010. *Facilitating Sustainable Innovation through Collaboration*, Springer
- Schulze, E.D., Beck, E., Müller-Hohenstein, K., 2005. *Plant Ecology*, Springer, Berlin
- Schumpeter, J. A., 1911. *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmerrgewinn, Kapital, Kredit, Zins und dem Konjunkturzyklus*. Berlin: Dunker und Humblot. (English translation, 1934, *The Theory of Economic Development*, trans. Redvers Opie, Cambridge: Harvard University Press.)
- Stewart, T. A., 2001. *The Wealth of Knowledge: Intellectual Capital and the Twenty-First century Organization*, London: Nicholas Braely
- Stošić, B., 2013., *Menadžment inovacija – Inovacioni projekti, modeli i metodi*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- Vlada Republike Srbije, 2018. Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj, *Izveštaj o stanju u nauci u 2017. godini, sa predozima i sugestijama za narednu godinu*, 20. decembar 2018.
- Wustenhagen, R., Hamschmidt, J., Sharma, S., Starik, M., (Editors), 2008. *Sustainable Innovation and Entrepreneurship*, Edward Elgar Publishing

**Internet izvori** (posećeni u periodu od 10.-15. marta 2020.)

- European Council, Presidency conclusions, Lisbon, 23-24 March, 2000,  
[http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_en.htm](http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm).
- European Statistical Office – EUROSTAT (<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> )
- OUPblog, Oxford University Press`s, Academic Insights for the Thinking World  
(<https://blog.oup.com/2018/10/bioremediation-microorganisms-clean-up-the-environment/>)
- Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije za period 2016. do 2020. godine – Istraživanja za inovacije, 2016. (<http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2015/08/STRATEGIJA-naucnog-i-tehnoloskog-razvoja-RS-za-period-2016-2020..pdf>)

[\(POVRATAK NA SADRŽAJ\)](#)



++381(1)9 43 08 04 ++381(1)9 43 08 05  
Park šuma „Kraljevica” bb  
19000 Zaječar SRBIJA  
[www.fmz.edu.rs](http://www.fmz.edu.rs); [simpozijum@fmz.edu.rs](mailto:simpozijum@fmz.edu.rs)



978-86-7747-624-3