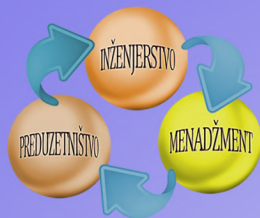


Visoka tehniška šola
strukovnih studija
u Zrenjaninu



**IX Naučno stručni skup
PREDUZETNIŠTVO, INŽENJERSTVO I MENADŽMENT**

Tema:

“Upravljanje resursima - korak napred”

ZBORNİK RADOVA



EDICIJA
9
ZBORNICI

Zrenjanin, 2020.

IX Naučno stručni skup
Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment
Zrenjanin, 24.10.2020. god.

Tema:
“UPRAVLJANJE RESURSIMA – KORAK NAPRED“

ZBORNİK RADOVA

Zrenjanin, 2020.

IX Naučno stručni skup
Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment

Tema:

“UPRAVLJANJE RESURSIMA – KORAK NAPRED“

ZBORNİK RADOVA

Izdavač:

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Glavni i odgovorni urednik:

Dr Mile Lovre, direktor VTŠSS u Zrenjaninu

Urednici:

Dr Marija Matotek Anđelić

Dr Miodrag Kovačević

Tehnička priprema:

Dr Marija Matotek Anđelić

Štampa:

Štamparija VTŠSS u Zrenjaninu

Format:

B5

Godina izdanja:

2020. godine

Tiraž:

75 primeraka

ISBN 978-86-84289-90-4

NAUČNI ODBOR:

1. Dr Mile Lovre, VTŠSS Zrenjanin, predsednik
2. Dr Miodrag Kovačević VTŠSS Zrenjanin, potpredsednik
3. Dr Isak Karabegović, Tehnički fakultet Bihać, BiH
4. Dr Dušan Regodić, Slobomir P Univerzitet, BiH
5. Dr Mehmet Zeyrek, Middle East Tehnical University, TUR
6. Dr Stepan Akterian, University of Food Technologies, BGR
7. Dr Jelena Žugić, Univerzitet Mediteran Podgorica, MNE
8. Dr Ratko Stanković, Veleučilište Velika Gorica, HRV
9. Dr Sulejman Meta, Državni Univerzitet u Tetovu, MKD
10. Dr Frosina Babanovska Milenkovska, Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Skoplje, MKD
11. Dr Ljubica Karakaševa, Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Skoplje, MKD
12. Dr Dorian Nedelcu, University of Resita, ROU
13. Dr Petru Negrea, Polytechnic University Timisoara, ROU
14. Dr Dumitru Tucu, Polytechnic University Timisoara, ROU
15. Dr Nicolae Stelian, Polytechnic University Timisoara, ROU
16. Dr Matejka Bizjak, Univeza v Ljubljani, SVN
17. Dr Irena Gorenak, Univerza v Mariboru, SVN
18. Dr Duško Letić, Univerzitet u Novom Sadu, SRB
19. Dr Dragan Čočkaló, Univerzitet u Novom Sadu, SRB
20. Dr Sanja Stanisavljev, Univerzitet u Novom Sadu, SRB
21. Dr Mladen Veinović, Univerzitet Singidunum Beograd, SRB
22. Dr Slavoljub Milovanović, Univerzitet u Nišu, SRB
23. Dr Snežana Dragičević, Univerzitet u Kragujevcu, SRB
24. Dr Dejan Molnar, Univerzitet u Beogradu, SRB
25. Dr Ernad Kahrović, Državni univerzitet u Novom Pazaru, SRB
26. Dr Marija Vuksanović, Institut za nuklearne nauke Vinča, SRB
27. Dr Robert Molnar, VTŠSS Zrenjanin, SRB
28. Dr Smiljana Mirkov, VTŠSS Zrenjanin, SRB
29. Dr Marija Matotek Anđelić, VTŠSS Zrenjanin, SRB

ORGANIZACIONI ODBOR

1. Dr Marija Matotek Anđelić, VTŠSS Zrenjanin, predsednica
2. Dr Ljiljana Radovanović, Univerzitet u Novom Sadu
3. Dr Eleonora Desnica, Univerzitet u Novom Sadu
4. Dr Jasmina Pekez, Univerzitet u Novom Sadu
5. Msc Mila Kavalić, Univerzitet u Novom Sadu
6. Dr Željko Eremić, VTŠSS u Zrenjaninu
7. Dr Miodrag Kovačević, VTŠSS u Zrenjaninu
8. Mr Tanja Sekulić, VTŠSS u Zrenjaninu
9. Dr Branislav Leleš, VTŠSS u Zrenjaninu
10. Mr Ninoslava Tihi, VTŠSS u Zrenjaninu
11. Dr Milada Novaković, VTŠSS u Zrenjaninu
12. Msc Nataša Zec, VTŠSS u Zrenjaninu
13. Msc Jelena Cerović, VTŠSS u Zrenjaninu
14. Damir Nemet, VTŠSS u Zrenjaninu

SADRŽAJ

PLENARNI DEO

- | | |
|-------|---|
| 13-27 | INTEGRALNO UPRAVLJANJE RESURSIMA: OD RESURSA KA KAPITALU
Robert Molnar |
| 28-39 | PREDUZETNIŠTVO (LJUDSKI KAPITAL) KAO FAKTOR EFIKASNOG UPRAVLJANJA LJUDSKIM RESURSIMA
Pero Petrović |
| 40-59 | ZNAČAJ PREPOZNATLJIVOSTI PROFESIJE INŽENJER U SAVREMENOM SRPSKOM DRUŠTVU
Smiljana Mirkov, Mila Kavalić |

POZITIVNO RECENZIRANI RADOVI

- | | |
|---------|---|
| 63-70 | UNAPREĐENJE NASTAVE KROZ PROJEKAT IT LAB (LABORATORIJA ZA INŽENJERSKU ANALIZU, MODELIRANJE I SIMULACIJU)
Dragica Radosav, Eleonora Desnica, Jasmina Pekez |
| 71-83 | RAZVOJ PREDUZETNIŠTVA U AGROBIZNISU I UTICAJ NA RURALNI RAZVOJ I BIOFARMING
Živković Dragan |
| 84-92 | EFEKTI LOKUSA KONTROLE NA IMPLEMENTACIJU MENADŽMENTA ZNANJA
Mila Kavalić, Dragan Čočkalo, Sanja Stanisavljev |
| 93-102 | UNAPREĐENJE ANGAŽOVANOSTI ZAPOSLENIH U MIKRO PREDUZEĆIMA
Sonja Segić, Valentina Mladenović, Danijela Lalić |
| 103-111 | DOPRINOS POBOLJŠANJU STRATEŠKIH PRINCIPA ULAZNE KONTROLE KVALITETA U JEDNOM PREDUZEĆU IZ ZRENJANINA
Spasoje Erić, Željko Stojanović, Snežana Radosavljević |

112-119	MITIGACIJA RIZIKA RADA OD KUĆE Marija Matotek Anđelić, Dušan Regodić
120-127	REINŽENJERING I IKT Biljana Maljugić
128-141	UPRAVLJANJE IT RESURSIMA I ASPEKTI OPTIMALIZACIJE Stefan Petrović, Pero Petrović
142-149	OPTIMIZACIJA ODRŽAVANJA MALOG DATA CENTRA PODRŽANOG IoT UREĐAJIMA Dušan Malić, Dalibor Dobrilović, Milan Malić
150-154	GraphQL I OPTIMIZACIJA PRISTUPA PODACIMA Željko Eremić
155-162	SAVREMENE INFRACRVENE KAMERE I ANALIZERI VIBRACIJA U FUNKCIJI TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE Dušan Malić, Dalibor Dobrilović, Milan Malić
163-168	UPRAVLJANJE RADIO-FREKVENTNIM SPEKTROM KAO PRIRODNIM RESURSOM Lazo Manojlović, Damir Nemet
169-176	OPTIMIZACIJA PROIZVODNJE SA ASPEKTA NJENE PRIMENE NA CNC GLODALICI Borivoj Novaković, Ljiljana Radovanović, Luka Đorđević
177-184	TOPOLOŠKA OPTIMIZACIJA NOSAČA Tibor Njergeš, Goran Jovičić, Aleksandar Rajić
185-193	GEOTERMALNA PROPORCIONALNO HIDRAULIČKA BUŠEĆA GARNITURA Veselin Mulić, Ljubica Lazić Vulićević, Julija Mulić
194-202	HIDRAULIČKI PROPORCIONALNI SISTEMI I VENTILI GEOTERMALNIH BUŠEĆIH GARNITURA Veselin Mulić, Milenko Stašević, Julija Mulić
203-209	UPRAVLJANJE PROIZVODNjom NAFTE – NOVI ALAT NA BAZI FAZI LOGIKE Miroslav Crnogorac, Dušan Danilović, Lola Tomić
210-217	FISCHER-TROPSCH SINTEZA TEČNIH UGLJOVODONIČNIH GORIVA Matilda Lazić, Dragan Halas, Duško Salemović

-
- | | |
|---------|--|
| 218-225 | METANOL - NAPOJ PETROHEMIJSKE PRERADE I RESURS ZA DOBIJANJE ALTERNATIVNIH MOTORNIH GORIVA
Matilda Lazić, Dragan Halas, Duško Salemović |
| 226-235 | WATER ETHICS AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
Amad.Deen Abdusalam Alghwail |
| 236-243 | STABILNI SISTEMI ZA DETEKCIJU GASA, EKSPLOZIVNIH PARA I SMEŠA
Miodrag Kovačević, Nemanja Tasić |
| 244-251 | IZBOR MATERIJALA RAČUNARSKI POTPOMOĞNUTIM SISTEMIMA (CAMS)
Miodrag Kovačević, Nemanja Tasić |
| 252-263 | SAVREMENA REŠENJA KOMPANIJE KEMIS U UPRAVLJANJU SVIM VRSTAMA OTPADA NA SRPSKOM TRŽIŠTU
Đorđe Pavlović, Branko Gledović |
| 264-272 | MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE I BIOHEMIJSKA SVOJSTVA SOJEVA <i>Leuconostoc</i> IZOLOVANIH IZ MESA
Milana Drašković, Vesna Nađalin |
| 273-281 | SOLARNO SUŠENJE GODŽI BOBICE (<i>Lycium barbarum</i>)
Ljubica Karakashova, Frosina Babanovska-Milenkovska, Jelena Mladenova |
| 282-290 | UTICAJ PROCESA ZAMRZAVANJA NA NUTRITIVNE KARAKTERISTIKE DVE SORTE ŠLJIVA
Ljubica Karakashova, Frosina Babanovska-Milenkovska, Daniela Kavrakova |
| 291-298 | STRUKTURA I STABILNOST PENE RAZLIČITIH VRSTA PIVA
Milana Drašković, Nataša Zec, Lazo Manojlović |
| 299-305 | GC/MS ANALIZA ISPARLJIVIH KOMPONENTI ETARSKIH ULJA DOBIJENIH HIDRODESTILACIJOM IZ RAZLIČITIH VRSTA RODA <i>Artemisia</i>
Jelena Cerović, Vesna Nađalin, Renata Siveri |



Napomena: Za pitanje originalnosti, stavova, tvrdnji i rezultata istraživanja iznetih od strane autora u ovoj publikaciji, izdavač ne snosi odgovornost

PREDGOVOR

U Zborniku radova sa naučno-stručnog skupa PIM 9 objavljeno je više radova iz oblasti preduzetništva, inženjerstva i menadžmenta. Radovi sadrže značajan udeo teorijskih i laboratorijskih istraživanja samih autora, a upućuju na znanja i teme vezane za studijske programe na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Zrenjaninu.

Prezentirane radove možemo klasifikovati prema generalizacijama i kategorijama koje tretiraju. Te generalizacije i kategorije su:

- *RESURSI (kadrovi, znanja, informacije, RF spektar, geotermalni potencijal, tehnički sistemi, otpad, materija, tehnički materijali, hardver, softver...);*
- *PROCESI (razvoj, proizvodnja, kontrola, tehnička dijagnostika, održavanje, odlučivanje, tehnološki procesi, reinženjering, upravljanje, optimizacija, predizetništvo...);*
- *KARAKTERISTIKE (kvalitet, struktura, stabilnost...).*

Kao što se vidi, iz navedenog, spektar razmatranih problema i tema je širok, multidisciplinaran i interdisciplinaran. Teme su značajne sa teorijskog i pragmatičnog aspekta, kako za istraživače, nastavnike tako i stručnjake iz proizvodne prakse.

Autori radova i recenzenti su uložili svoje vreme, znanje i rad u pisanje odnosno recenziju radova i zaslužuju priznanje. Zbornik radova naučno-stručnog skupa PIM 9 je vredna publikacija Visoke tehničke škole strukovnih studija u Zrenjaninu. Zahvaljujem se predsedniku Organizacionog odbora dr Mariji Matotek Anđelić za organizaciju Skupa i prezentaciju radova. Skup je, zbog pandemije virusa Covid – 19, morao biti održan elektronskim putem, što nimalo ne umanjuje njegovu vrednost i značaj.

*Dr Mile D. Lovre, Predsednik Naučnog odbora
Zrenjanin, oktobar 2020. godine.*

PLENARNI DEO

Dr Robert Molnar¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu/Srbija

Integralno upravljanje resursima: Od resursa ka kapitalu

Total Resource Management: From resource to capital

Rezime:

Resursi u opštem smislu predstavljaju pokretačke sile, a termin je najčešće u upotrebi kada se razmatraju organizacioni sistemi. Postoje u različitim vidovima i njihovo posjedovanje i pravilna upotreba su od vitalnog značaja za svakog pojedinca, organizaciju, pa sve do nivoa društva, odnosno država.

Prvi konflikti u ljudskom društvu koji su podrazumevali primenu organizovane sile jedne zajednice protiv druge, upravo su se i povelili zbog posjedovanja, odnosno „prava“ na upravljanje određenim resursima. Ono što se od tada do danas promenilo, uglavnom se nalazi u domenu tehnologije i strategije.

U modernim društvima/državama sve važnije pitanje postaje odgovorno i kompetentno upravljanje raspoloživim resursima, a pitanje održivog razvoja je u tesnoj vezi sa tim. S druge strane, multinacionalne kompanije su upravljanje resursima postavile u samu srž svog postojanja, a kapital kojim upravljaju im je omogućio da pored ekonomske, imaju i veoma značajnu ulogu na političkom planu.

Ključne reči: Resursi, upravljanje resursima, kapital, znanje, održivi razvoj.

Abstract:

Generally speaking, resources are understood as driving forces and the term is most commonly used when organizational systems are considered. They exist in different forms and their possession and proper use are vital for every individual, organization, untill the level of society or the state as well.

First conflicts in human society which included the use of an organized force of one community against the other one, were initiated in order to possess and/or have “the right” over control of certain resources. What has changed since those times is mainly belongs to the area of technology and strategy.

In modern societies/countries the question of responsible and competent management of available resources and the issue of sustainable development which is closely linked with it, is becoming increasingly important. On the other hand, multinational companies have placed the resource management in the very core of their existence, and the capital they manage has enabled them to play a very important role in economy sphere as well as they have a very important political role.

Keywords: Resouces, Resource management, Capital, Knowledge, Sustainable development.

¹ robert.molnar@vts-zr.edu.rs

UVOD

U razvoju ljudskog društva, resursi su imali ključnu ulogu. Njihova raspoloživost i kvalitet su u početku bili odlučujući u tome, koja zajednica će obezbediti svojim članovima veći nivo blagostanja. Kako se prelazilo na više civilizacijske nivoe, pored pitanja raspoloživosti i kvaliteta resursa, veoma važno je postalo i pitanje njihovog adekvatnog upravljanja.

Formiranjem prvih država, pojedinci na njihovom čelu su na sebe „preuzeli brigu” o ovome. U robovlasničkom društvu, pored zajedničkih (državnih) resursa, samo uzak sloj privilegovanih je na raspolaganju imao i lične resurse, među kojima su se našli i oni ljudski (robovi). Prelaskom u feudalni sistem organizovanja društva, uskom sloju privilegovanih se priključuje i crkva kao vlasnik značajnih resursa (objekti i zemlja), dok neke skromnije lične resurse mogu posedovati i neprivegovani članovi društva.

Razvojem kapitalističkih društava, dolazi do diversifikacije u vlasništvu nad resursima. Država i dalje ostaje vlasnik nad zajedničkim resursima, dok i crkva jedan deo svojih prihoda i resursa pretvara u kapital, npr. u novac koji alocira u finansijske institucije. Neprivilegovani članovi društva počinju da stiču sve značajnije lične resurse, i otvara se mogućnost za njihovu multiplikaciju, ali i gubitak. Ipak, ono što je važno za kapitalistička društva to su preduzeća, a pre svega multinacionalne kompanije, od kojih su neke po kapitalu, odnosno resursima kojima upravljaju, danas već moćnija od brojnih država.*

Socijalistička, odnosno komunistička društva uglavnom nisu „položila test istorije” po pitanju upravljanja resursima na nacionalnom nivou, ali ni na nivou velikih preduzeća kojima se upravljalo partijski. Međutim, slučaj Kine je pokazao da se određenim modifikacijama u upravljanju resursima ipak mogu postići vredni rezultati, takvi da

* *Prihodi Apple Inc. u 2019. god. su iznosili više od 267 mld. USD (od čega je profit iznosio preko 98 mld. USD), dok je planirani budžet Republike Srbije za 2020. god. nešto preko 13 mld. USD!*

zaslužuju pažnju ne samo istraživača, već i državnika na globalnom planu.**

Cilj ovog rada je da istakne značaj resursa u organizacionim sistemima, pre svega državama i multinacionalnim kompanijama, podvlačeći aspekt upravljanja kao presudan po rezultate njihovog funkcionisanja. U tu svrhu, u radu će se najpre izvršiti klasifikacija resursa i to prema njihovoj vrsti. Potom će se prikazati značaj u izboru prioriteta u korišćenju resursa, a kasnije i međusobni odnos resursa i kapitala. Na kraju će se uporediti globalni indeksi kompetentnosti najbolje rangiranih država prema njemu, podvlačeći ulogu znanja, najpre kao resursa, a zatim i kao kapitala. Na primeru Singapura, pokazaće se da veličina zemlje, kao ni njen broj stanovnika nisu ključni za konkurentnost jedne zemlje na globalnom nivou..

1. KLASIFIKACIJA RESURSA

Uopšteno govoreći resursi predstavljaju osnovne činioce funkcionisanja svih dinamičkih sistema. Oni su preduslov za pokretanje i izvođenje svih vrsta procesa u njima, kao i za kretanja i ponašanja elemenata, podsistema i sistema kao celine. Resursi su u složenim i promenljivim interakcijama sa delovima sistema, ali i međusobno. Pri tome, oni se troše i prenose svoju vrednost na izlaze iz sistema, i to na jedan njihov deo ili u potpunosti [1].

Resursi poseduju dinamička svojstva. Ovo znači da su se menjali u prošlosti, a njihova promena će se dešavati i u budućnosti [2].

U najširem smislu, resursi se mogu svrstati u sledeće kategorije:

- **Prirodni resursi** – predstavljaju kompletnu floru i faunu jedne zemlje, njeno zemljište sa svim svojim karakteristikama (plodnost, rudna bogatstva, morfologija i dr.), kao i sve vodotokove, vodne površine, ali i vazduh.
- **Tehnološki resursi I** - predstavljaju funkcionalnu osnovu svim procesima u sistemu, jer svoju vrednost prenose na rezultate njegovog funkcionisanja. U njih se ubrajaju; kompletna infrastruktura (saobraćajna, energetska, industrijska, građevinska..., kao i sva proizvodna i transportna sredstva i sl.).

** Više detalja na: <https://www.everycrsreport.com/reports/RL33534.html#:~:text=Since%20opening%20up%20to%20foreign,sustained%20expansion%20by%20a%20major>. Pristupljeno 10. oktobra 2020. god.

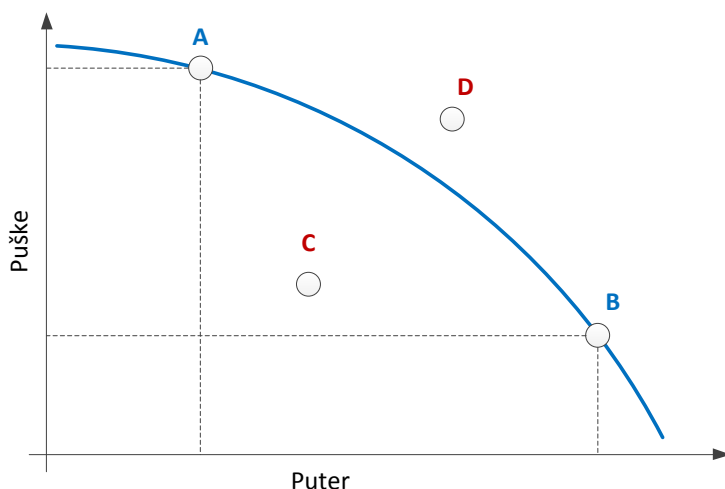
- **Tehnološki resursi II** - razlikuju se od prethodnih jer su kontinuirani, permanentni, učestali (sa lako promenljivom brzinom protoka). Razlikuju se sledeće vrste ovih resursa:
 - o *materijalni* (robne rezerve, svi materijali, sirovine i poluproizvodi i dr.),
 - o *energetski* (za snabdevanje potrošača u domaćinstvima i privredi, u svrhu grejanja/hlađenja, pokretanja mašina i uređaja i sl.), i
 - o *informacioni* (razni statistički i drugi podaci o sistemu, njegovim delovima i njegovom okruženju).
- **Humani (ljudski) resursi** - neophodni su za iniciranje i održavanje svih vrsta procesa u sistemu. Osobenost im je da mogu da ne zastarevaju u dužem vremenskom intervalu, pa čak i da im kvalitet poraste, ukoliko se permanentnim usavršavanjem održavaju aktuelnim, odnosno ukoliko se razvijaju. Ovu osobinu ne poseduje nijedna druga vrsta resursa!
- **Finansijski resursi** - ovi resursi predstavljaju sve finansije kojima upravlja organizacioni sistem (npr. preduzeće, država, ...). Tu se pre svega misli na budžet, državne fondove, razna primanja, kao i devizne i zlatne rezerve i dr. Karakteristika im je da se u normalnim uslovima, ovi resursi lako mogu konvertovati u neke druge.
- **Znanja (i veštine)** – može se posmatrati kao poseban resurs, u odnosu na znanje koje je „ugrađeno” u tehnologiju i/ili ljude. Znanje, pored individualnog, može biti i kolektivno i manifestuje se kroz sposobnost sinteze informacija. Znanje (i kreativnost) se mogu tretirati i kao „resursi svih resursa” bez kojih organizacija definitivno ne može opstati na duži rok. Važnost znanja kao resursa kojima raspolaže i upravlja neki sistem se ogleda u tome da, ukoliko ovaj resurs nedostaje, svi ostali resursi su veoma ugroženi, a sa njima i čitav sistem. S druge strane znanjem se može optimizovati angažman ostalih resursa radi postizanja određenih rezultata funkcionisanja sistema.
- **Ostali resursi** – predstavljaju sve druge pokretačke sile koje se nisu našle u prethodnim grupama, a koje mogu sistem pokrenuti, ili mu održavati konkretne procese. Tu se mogu ubrojati: kultura, pozicije u međunarodnim institucijama, imidž, brend(ovi), i dr.

2. RESURSI I NJIHOVO KORIŠĆENJE

Od svojih prapočetaka čovek je u zadovoljavanju sopstvenih potreba menjao pristup u eksploataciji resursa, pre svega prirodnih, ali isto tako ljudskih i svih ostalih [3].

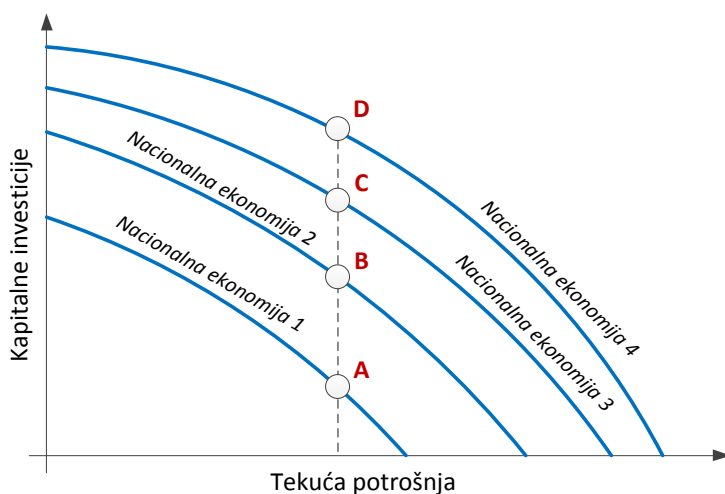
Svaki organizacioni sistem, pa tako i država raspolaže određenim resursima. Međutim, postoje izuzetno velike razlike u njihovom kvantitetu i kvalitetu. Tako su tokom istorije, nastajale, nestajale, padale i nanovo se budile brojne imperije. Da bi postale imperije, morale su prethodno obezbediti konkretne i dovoljne resurse, čijom upotrebom su došle u posed tuđih. Najčešće su plen (resursi nad kojima se steklo „pravo upravljanja“), odnosilo na prirodna bogatstva, ali isto tako i na ljudske resurse (npr. robovi). Ipak, savremeni svet nije daleko odmakao po svom odnosu prema resursima. I danas se primenjuje manje ili više otvorena sila, da bi se „steklo pravo“ na upravljanje tuđim resursima, pre svega prirodnim. Ipak, po pitanju upravljanja ljudskim resursima, postignut je određeni civilizacijski napredak pa su metode danas daleko sofisticiranije, mada u suštini i one uglavnom potiču iz prvobitno „stečenih prava“.

Različita društva/države svoje resurse upotrebljavaju na različite načine. Taj odnos u određenim istorijskim periodima može biti veoma različit. Naime, za svaki dobitak, mora se podneti određena žrtva, što je opisano ekonomskim postulatom: Puške (opšta kategorija kapitalnih dobara) nasuprot Puteru (opšta kategorija robe široke potrošnje). Po njemu, ukoliko se neko društvo koje raspolaže određenim resursima opredeli za proizvodnju pušaka, koje predstavljaju ulaganje u bezbednost ili vojnu nadmoć, tada se moraju podneti žrtve na strani putera, koji predstavlja potrošačka dobra [4]. Na Slici 1. predstavljena je teorijska kriva „puške nasuprot puteru“ koja slikovito predstavlja izbor pri angažovanju raspoloživih resursa za investicije ili potrošnju. Dok položaji tačaka „A“ i „B“ na krivoj definišu graničnu količinu proizvedenih dobara, dotle tačka „C“ predstavlja neefikasnu ekonomiju (resursi nisu iskorišćeni na najbolji način), a tačka „D“ predstavlja nemoguće stanje, jer nema dovoljno resursa da bi se ostvarila takva proizvodnja.



Slika 1. Kriva „puške nasuprot puteru“ (granica proizvodnih mogućnosti)

Slika 1. jasno demonstrira ideju oportunitetnih troškova, koji predstavljaju propuštenu dobit pri alternativnoj upotrebi resursa. Takođe, slika sugerše da različite nacionalne ekonomije imaju različite krive, odnosno mogućnosti proizvodnje, ali i da se određenim investicijama (odricanjima od potrošačkih dobara), može stići i u tačku „D“ sa Slike 1, odnosno da se vremenom mogu pomerati granice proizvodnih mogućnosti. Slika 2. prikazuje različite položaje krive graničnih proizvodnih mogućnosti, za različitu „snagu“ nacionalnih ekonomija.



Slika 2. Granice proizvodnih mogućnosti za različite nacionalne ekonomije

Slike 1 i 2 u stvari predstavljaju korelaciju koja povezuje strategiju vlade, investicije i proizvodnju. Bilo koji izbor da se napravi u datim uslovima, neminovno je da on dovodi do dugoročnih posledica po blagostanje društva u celini.*

3. AKUMULACIJA RESURSA

Istorija nas uči da su prvobitno sticana bogatstva uglavnom bila zasnovana na prisvajanju tuđih dobara, odnosno resursa. Tehnološki i/ili strateški superiorniji su na račun svojih osvajačkih pohoda bili u prilici da akumuliraju značajne resurse i iskoriste ih za povećanje sopstvenog blagostanja. Tako su se raznorodni resursi vremenom akumulirali u zemljama koje su tokom istorije predstavljale velike sile (stari Egipćani, Rimljani, Španci, Holandani, Englezi, Francuzi, ...). Međutim, pored toga što su tako akumulirani resursi povećali količinu i vrednost ukupnih resursa kojima su raspolagali, pitanje njihovog upravljanja je i dalje predstavljalo veliki izazov. Zapravo zbog neadekvatnog upravljanja ukupnim resursima kojima su raspolagali, neke, nekada moćne zemlje su se ili raspale, došle na margine svetskih dešavanja, ili jednostavno počele da gube vrednost sopstvenih resursa.

Otac moderne ekonomije, Adam Smit tvrdi da se svaki pojedinac trudi da nađe najprestižniji posao sa kapitalom kojim može da upravlja. Međutim, na kraju se ipak ispostavlja da je taj posao upravo najpovoljniji za društvo kao celinu. Pored ovoga, ističe se da se produktivnost u društvu maksimizuje uspostavljanjem podele rada koja omogućava pojedincima da se specijalizuju. Rezultirajućim viškom tada se može trgovati ili ulagati u skladu s vlastitim interesom pojedinca, što opet najbolje zastupa interese društva u celini, kojem treba omogućiti da se dalje razvija putevima slobodnog tržišta [5]. Dugoročno posmatrano, ovo slobodno tržište je benefit uglavnom samo za tehnološki napredne zemlje, jer onemogućava ravnopravan položaj manje tehnološki razvijenih [6]. Tako su poznati primeri da su danas

* Sve ovo se može preslikati i na mikro nivo, odnosno na preduzeće. Ukoliko ono ne investira, pre svega u proizvodna sredstva, ali ni u ljude, neće biti u mogućnosti da širi svoju granicu proizvodnih mogućnosti, čime ograničava svoju konkurentnost.

ekonomski razvijene zemlje, svoja bogatstva u ranoj fazi kapitalizma, očuvala i povećala tako što su štitila svoju ekonomiju [7].*

Dok je u jednom periodu ljudske istorije akumulacija prirodnih bogatstava nekih zemalja i njihovih ljudskih resursa bila osnovni model po kojem su svoju dominaciju održavale i razvijale superiornije zemlje, danas se barem po pitanju ljudskih resursa situacija promenila. Dok su nekada prirodna bogatstva odnošena iz porobljenih zemalja ili barem prerađivala „na licu mesta“, a u zemlju maticu transportovali tako prerađeni ili gotovi proizvodi, u određenim industrijama, danas je i taj koncept prevaziđen. Naime, nije redak slučaj da se u tzv. svetskoj podeli rada podrazumeva da će kompanije iz razvijenih zemalja ustupati poslove manje razvijenim, u kojima je cena rada znatno niža, a neretko su i prirodni resursi na dohvat ruke.

Na ovaj način vremenom se **znanje** nametnulo kao primarni resurs u razvoju neke zemlje. Tako su se danas, umesto kolonijalnih osvajanja, razvijene zemlje opredelile za sistematičan „napad“, na ljudske resurse nerazvijenih zemalja, ali i zemalja u razvoju. To se manifestuje apsorpcijom pre svega mladih i nadarenih ljudi u kompanije (domaće, multinacionalne), uopšteno i u institucije sistema (univeziteti, istraživački centri,...), ali i ustupanjem poslova koji mogu da se putem globalnih mreža, pre svega Interneta, obave i „na daljinu“.

Razvojem kapitalizma, od prve industrijske revolucije do danas došlo je do novih kretanja po pitanju kolonijalnih osvajanja, odnosno akumulacije resursa. Najpre je došlo do veće razmene roba, ljudi i kapitala, a kasnije su počele da se razvijaju i kompanije koje su prevazišle nacionalne okvire, i postale bitan činilac u današnjem modernom svetu. To su multinacionalne kompanije, koje danas ekonomski, ali sve više i politički dominiraju na globalnom nivou zahvaljujući, pre svega značajnim resursima koje su akumulirali i koje multiplikuju. Paralelno sa njima, u eri globalizacije došlo je i do uspostavljanja nadnacionalnih organizacija, kao što su Svetska trgovinska organizacija, Međunarodni monetarni fond, Svetska banka, ali i NATO vojni savez koji je tu da disciplinuje one koji bi da se odupru

* Npr. Velika Britanija je imala subvencije na proizvode tekstilne industrije čitavih 100 godina, dok ona nije ojačala, Nakon toga su osmislili „slobodnu trgovinu“.

globalizaciji. Sve ove organizacije raspolažu i upravljaju resursima koji prevazilaze resurse kojima upravljaju brojne zemlje širom sveta [8].*

4. TRANSFORMACIJA RESURSA U KAPITAL – AKUMULACIJA KAPITALA

Međutim, kada se prilikom analiziranja resursa i upravljanja njima, u prvi plan postavi konkurentnost tada je bitno da se resursi posmatraju kao **kapital**. „U prvom kamenu koji je divljak bacio na gonjenu zver, u prvom štapu koji je dohvatio da skine s drveta plod koji rukama nije mogao dohvatiti, vidimo prisvajanje izvesnog artikla u svrhu sticanja nekog drugog, i na ovaj način otkrivamo — poreklo kapitala [9].“ Kasnijim razvojem društva, naročito tehnologije, ali i strategija, kapital dobija svoje oblike koje prepoznamo danas.

Kao što je prethodno konstatovano, razvojem ljudskog društva došlo je do gomilanja resursa na pojedinim mestima u njemu. Ova gomilanja, odnosno akumulacija resursa je vršena nasilnim putem, kako na globalnom nivou, tako i na ličnom.

Kolonijalna osvajanja su dovela do ubrzanog nagomilavanja bogatstva, odnosno resursa na strani osvajača. Tadašnje srednjovekovne države su uz primenu organizovane sile, ubrzale proces transformacije feudalnog u kapitalističko društvo.* Svi ovi procesi su poznati pod imenom *prvobitna akumulacija* (kapitala). U ovom periodu dominantan je bio neposredni oblik robnog prometa, koji se bazirao na ciklusu $R \rightarrow N \rightarrow R$, gde se „prodavanje“ vršilo radi „kupovanja“, odnosno potrošnje zarad zadovoljavanja potreba, a čija suština se krije u upotrebnoj vrednosti robe.

Ipak, resursi nagomilani tokom prvobitne akumulacije još uvek nisu mogli da se nazovu kapitalom u pravom smislu te reči. Morali su se steći još neki uslovi, pored pukog posedovanja resursa, a kako bi njihovi

* *Multinacionalne kompanije po pravilu „napadaju“ resurse nerazvijenih i manje razvijenih zemalja, koje se u nastojanjima da privuku strani kapital, čak utrkuju u ustupanju nacionalnih resursa na upravljanje ovim organizacijama, najčešće po modelu stranih direktnih investicija. Tako je npr. američka Koka Kola „dobila“ na upravljanje/korišćenje izvorišta vode na Vlasini, kao što je i ruski Gasprom „dobio“ na upravljanje/korišćenje deo rudnih bogatstava, prvenstveno izvorišta/ležišta nafte i gasa, širom Vojvodine.*

* *Kolonijalne sile su pored svojih osvajачkih pohoda, vodile ratove i između sebe, uglavnom vođeni interesima za očuvanje svojih izvora bogatstava - kolonija.*

vlasnici mogli da ih umnožavaju. „Dve veoma različite vrste vlasnika roba moraju se sučeliti i stupiti u dodir; s jedne strane vlasnici novca, sredstava za proizvodnju i životnih sredstava, koji hoće da vrednost kojom gospodare oplode kupovinom tuđe radne snage; s druge strane slobodni radnici, prodavci sopstvene radne snage, dakle prodavci rada [10].“ Ovo sučeljavanje dovodi do suštinski novog načina proizvodnje – kapitalističkog, koji ne samo što održava ovu podvojenost između vlasnika resursa/kapitala, već je i reprodukuje u sve većem obimu, na račun viška vrednosti koji proističe iz kapitala. Stečen višak vrednosti se po logici kapitala ponovo pretvara u kapital i ulazi u naredni ciklus njegovog oplođavanja, i tako dolazi do akumulacije kapitala.

Na ovom mestu je potrebno napraviti razliku između novca kao instrumenta prometa i novca kao kapitala. Za razliku od novca kao pukog instrumenta u prometu, novac kao kapital je baziran na ciklusu $N \rightarrow R \rightarrow N \rightarrow \dots$, odnosno $N_1 \rightarrow R \rightarrow N_2 \rightarrow \dots$, u kojem se nastoji da N_1 bude veće od N_2 . Ovakvo kretanje novca kao kapitala dovodi da zaključka da je ono zapravo cilj samom sebi, odnosno da se novac (kapital) oplođuje samo u slučaju stalnog kretanja. Ovo dalje dovodi do zaključka da je za razliku od robnog prometa ($R \rightarrow N \rightarrow R$), u ciklusu prometa novca kao kapitala upotrebna vrednost robe van fokusa vlasnika kapitala.

Međutim, pogrešno bi bilo držati se teze da je rad glavni i jedini izvor vrednosti, koji omogućava akumulaciju kapitala. Svoju žilavost, nasuprot proročanstvu Karla Marksa o njegovom neumitnom krahu, kapitalizam još uvek demonstrira najviše zahvaljujući upotrebi znanja kao resursa, ponajviše ugrađenog u sredstva za proizvodnju – tehnologiju, ali i u poslovne i druge **strategije** vlasnika kapitala.

5. NOVI PRISTUPI U UPRAVLJANJU RESURSIMA NA NACIONALNOM NIVOU

Ipak, i u današnjem svetu protkanom kompleksnošću međunacionalnih, političkih, kulturnih, vojnih i ekonomskih odnosa, prepoznaju se efekti neprekidne borbe za resurse, koji treba da omoguće blagostanje pripadnicima određene organizacije, u krajnjem slučaju - države. Postoji više pokazatelja kojima se mogu pokazati ovi efekti, ali se jedan od njih tokom vremena nametnuo kao relativno sveobuhvatan i koliko-toliko objektivan. To je *Globalni indeks konkurentnosti* (engl. Global Competitiveness Index – GCI). Na osnovu poslednjeg izveštaja Svetskog ekonomskog foruma [11], u 2018. godini

se u prvih 10 najbolje rangiranih zemalja, našlo čak dva grada-države i čak četiri države sa brojem stanovnika ispod 10 miliona. U Tabeli 1 dat je uporedni pregled 10 najbolje rangiranih zemalja kojima je pridodata i Srbija, prema GCI indeksu, sa podacima o površini kopna, broju stanovnika i BDP po stanovniku.

Tabela 1: Srbija u poređenju sa deset najbolje rangiranih zemalja u 2018. god., prema GCI indeksu

GCI Rang: ukupni (2018.)	Država	Površina kopna (km ²)	Broj stanovnika (miliona)	BDP/ stanovnik (10 ³ USD)
1	Singapur	709,2	6,9	94,1
2	SAD	9.147.593,0	332,6	59,8
3	Hong Kong	1.073,0	7,5	64,5
4	Holandija	33.893,0	17,2	53,9
5	Švajcarska	39.997,0	8,4	67,9
6	Japan	364.485,0	125,5	42,9
7	Nemačka	348.672,0	80,5	53,2
8	Švedska	410.335,0	10,2	51,2
9	Ujedinjeno Kraljevstvo	241.930,0	65,1	44,3
10	Danska	42.434,0	5,9	50,1
...	...			
72	Srbija	77.474,0	7,0	15,1

Napomena: Hong Kong ima poseban administrativni status u okviru Kine.

Izvori: WEF: The Global Competitiveness Report 2019; <https://www.cia.gov/>

Posmatrajući Tabelu 1, opravdano se postavlja pitanje, kako je to jedna izuzetno mala zemlja, po površini uspeła da se nađe na prvom mestu po pitanju svoje konkurentnosti u 2018. godini?* Naime od 12 „stubova”, odnosno glavnih kriterijuma po kojima se određuje GCI indeks, Singapur je lider na 3 mesta, i to: infrastruktura, zdravlje, tržište rada. Na drugom mestu je po sledećim kriterijumima: institucije (iza Finske), tržište roba (iza Hong Konga) i finansijski sistem (iza Hong

* Singapur je više od deset godina unazad u samom vrhu prema kriterijumima Svetskog ekonomskog foruma. Od sticanja nezavisnosti, 1965. god. do danas prihodi po glavi stanovnika su porasli sa USD 500 na USD 55.000!

Izvor: <https://www.bbntimes.com/politics/the-secret-behind-singapore-s-success>.

Pristupljeno 15. oktobra 2020. god.

Konga). Postoje brojna istraživanja fenomena Singapura kao visoko konkurentne zemlje, i u principu se rezultati svode na [12]:

- Pragmatično i moralno državno vođstvo,
- Efektivna javna administracija (državne službe),
- „Čista“ Vlada – bez korupcije,
- **Negovanje „najboljih“: Obrazovanje i konkurentna kompenzacija - MERITOKRATIJA,**** i
- Učenje od drugih zemalja: važnost difuzije politike.

Kao neposredna posledica ukupne situacije u Singapuru je ta, da najtalentovaniji ljudi sa svih krajeva sveta, uključujući stanovnike SAD i EU, odustaju od svojih državljanstava u korist singapurskog da bi radili i živeli u jednom konkurentnom i meritornom društvu [13].

6. ODRŽIVI RAZVOJ I SAVREMENI KAPITAL

Značaj kapitala na globalnom nivou se nije promenio u poslednjim vekovima. Ipak, on je postao dinamičniji, ali i dalje predstavlja osnovu ekonomskog razvoja.

Vlasnici kapitala, akumuliraju sve veće količine kapitala, što dovodi do neizbežnog pada njegovih profitnih stopa. U traganju za povećanjem profitnih stopa, ili čak samo njihovom pukom održanju, vlasnici kapitala pribegavaju različitim strategijama, od usavršavanja procesa proizvodnje, podizanja tehnološkog nivoa, smanjenja udela rada, pa sve do potrage za jeftinijim resursima u drugim zemljama, a što u krajnjem slučaju ne isključuje ni vojnu intervenciju.

Na globalnom nivou, posmatrano u dužem vremenskom periodu, privredni rast je nizak, dok je prinos na kapital nešto viši. Ovo omogućava da se bogatstvo akumulirano u prošlosti uvećava brže od tempa rasta proizvodnje i zarada. Dakle, kapital sam sebe produkuje brže od proizvodnje, čime se „guta“ budućnost na račun prošlosti [14].

Današnji ekonomski razvoj, zasnovan na rastu produktivnosti, kreiranju i primeni znanja omogućio je da se izbegne „marksistička apokalipsa“. Donekle se uravnotežio proces akumulacije kapitala,

*** Oba singapurska univerziteta su, više decenija unazad, relativno visoko rangirana na Šangajskoj listi, a poslednjih godina su se probili u prvih 100 najboljih na svetu!
Izvor: <http://www.shanghai ranking.com/>, Pristupljeno 15. oktobra 2020. god.*

međutim nije došlo do značajnijih promena duboke strukture kapitala. Ovo sve za posledicu ima da je došlo do zabrinjavajućeg produblivanja jaza između bogatih i siromašnih, kako unutar jednog društva, tako i na globalnom planu. Ublažavanje posledica ovog jaza moguće je postići ukoliko se siromašne zemlje usmere na dostizanje nivoa tehnološkog znanja i obrazovanja, nasuprot prihvatanju neo-kolonijalnog statusa. S druge strane, smanjivanje jaza između bogatih i siromašnih unutar pojedinačnih država bi se moglo ublažiti uvođenjem „sintetičkog“ progresivnog poreza na ukupno bogatstvo/ imovinu/kapital [15].

Pored jaza koji kapital sve više stvara između bogatih i siromašnih, sa aspekta održivog razvoja se nikako ne sme prenebregnuti ni uticaj logike kapitala u odnosu na prirodu. U stalnom nastojanju da se što više oplodi, kapital može veoma nepovoljno da deluje na prirodu iscrpljujući njene resurse, a što može imati nesagledive posledice (klimatske promene, izumiranje pojedinih biljnih i životinjskih vrsta i dr.)

7. ZAKLJUČCI

Integralno i odgovorno upravljanje resursima danas predstavlja imperativ kako za države tako i za multinacionalne kompanije. Ovaj imperativ ima još veći značaj za nerazvijene i manje razvijene zemlje.

Tehnologija koja se razvijala paralelno sa razvojem ljudskog društva, omogućavala je proizvodnju oruđa i oružja kojim se sticala (konkurentska) prednost u odnosu na druge. Međutim, i strategije su se pokazale kao veoma moćno oružje i često su bile odlučujuće u rešavanju pitanja pobednika u konfliktima oko resursa. To nije slučajno, jer je u modernim društvima znanje izrazito vredan resurs, pogotovo za zemlje koje oskudevaju u prirodnim resursima.

Istorijski posmatrano, neki od nagomilanih resursa su se u jednom momentu transformisali u kapital. On se prvobitno pojavio u obliku novca (novčani imetak) suprotstavljajući se zemljištu (zemljišna svojina) nad kojim je preuzeo prevagu, a što je dovelo do novog društvenog uređenja - kapitalizma. Ova dominacija novca kao kapitala i dalje prevladava na globalnom nivou, bez obzira na vrstu tržišta (robe, usluge, rad, znanje, ...).

Primeri Singapura, Hong Konga i drugih „manjih“ zemalja koje se već dugi niz godina nalaze među najkonkurentnijima u svetu pokazuje

da nije pitanje „Da li neka zemlja, bez obzira na njenu veličinu i broj stanovnika, može da bude konkurentna?“, već je pitanje samo „Kako ona to može postići?“. Odgovor nije jednostavan, ali sasvim sigurno da u sebi sadrži imperativ „integralnog i odgovornog upravljanja sveukupnim resursima“, u kojem **znanje kao resurs** igra veoma značajnu ulogu.

Srbija, kao relativno mala i ekonomski slabije razvijena zemlja se nalazi pred posebnim izazovima u upravljanju nad svojim ukupnim resursima, a izbori pred kojima stoji, trasiraće na dugi rok njen put u budućnosti. Oslanjanje na strane direktne investicije kao glavnog faktora ekonomskog razvoja na dugi rok može dovesti do impotentnosti domaće privrede. Proizvodi stranih investitora (multinacionalnih kompanija) su uglavnom rezultat niskotehnoloških procesa sa niskom dodatom vrednošću, dok je I&R delatnost ostala u njihovim matičnim zemljama i okrenuta je drugim tržištima [16]. S druge strane, postojeći privredni ambijent i skoro ignorantски odnos donosioca odluka prema „domaćem znanju“ i dalje rezultuje velikim odlivom visokoobrazovanih ljudi, što je u potpunoj suprotnosti sa pozitivnim primerom predstavljenim u ovom radu.

LITERATURA

- [1] Molnar, R. (2011). *Teorija sistema – praktikum*. Zrenjanin: Visoka tehnička škola strukovnih studija.
- [2] Ristić, D. i Čerņiček, I. (1989). *Kako uspešno poslovati – izazov i potreba*. Beograd: Savez inženjera i tehničara Jugoslavije.
- [3] Molnar, R. (2019). *Cirkularna ekonomija – Nova poslovna paradigma*. Objavljeno u (Ur. M.Kovačević i M.Matotek-Andelić): Zbornik radova Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment – PIM 8: „Cirkularna ekonomija - prilika za održivi razvoj“ (str. 11-22). Zrenjanin: Visoka tehnička škola strukovnih studija.
- [4] Samuelson, P.A. & Nordhaus, W.D. (2009). *Economics* (19th edition). New York: McGraw-Hill.
- [5] Smith, A. (2007). *The Wealth of Nations*. Metalibri.
- [6] Marković, S. (2013). *Manifest protiv imperije: prilog istoriji američkog (neo) imperijalizma*. Sremski Karlovci, Novi Sad: Izdavačka knjižarnica Zorana Stojanovića; Beograd: Akademija za diplomatiju i bezbednost.
- [7] Chang, H.J. (2007). *Bad Samaritans: The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*.

-
- [8] Molnar, R. i Matotek-Anđelić, M. (2019). *Izazovi održivog razvoja „malih“ tranzicionih zemalja u eri globalizacije*. Objavljeno u (Ur. R.Molnar i M.Rančić): Zbornik radova Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment – PIM 6: „Inženjerstvo i održivi razvoj“ (str. 55-62). Zrenjanin: Visoka tehnička škola strukovnih studija.
- [9] Torrens, R. (1821). *An Essay on the Production of Wealth*. London: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown.
- [10] Marx, K. (1947). *Kapital I – kritika političke ekonomije*. Beograd: Kultura.
- [11] World Economic Forum (2016). *The Global Competitiveness Report 2019*. Schwab, K. Preuzeto sa: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- [12] Quah, J.S.T. (2018) Why Singapore works: five secrets of Singapore's success. *Public Administration and Policy: An Asia-Pacific Journal*, 21(11), pp. 5-21
- [13] Mahbubani, K. (2009). *20 Years of Can Asians Think?* Singapore: Marshall Cavendish Intl.
- [14] Pejnović Stanković, V. (2015). Osvrti i prikazi: Piketi, T. (2015). Kapital u XXI veku. Novi Sad: Akademska knjiga. *Srpska politička misao*, 3(49), str. 253-262.
- [15] Piketi, T. (2015). *Kapital u XXI veku*. Novi Sad: Akademska knjiga.
- [16] Molnar, R. & Eremić, Z. (2019). A Closer Look At The Relationship Of Private Business Initiative Development And Foreign Direct Investments In Serbia. In *Proceedings of the IX International Symposium „ENGINEERING MANAGEMENT AND COMPETITIVENESS - EMC 2019* (pp. 21-27). Zrenjanin/Serbia: Technical Faculty „Mihajlo Pupin“.

Dr Pero Petrović²

Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd

Preduzetništvo (ljudski kapital) kao faktor efikasnog upravljanja ljudskim resursima

Entrepreneurship (human capital) as a factor of more efficient human resource management

Rezime:

Srbija, kao i gotovo se zemlje iz okruženja imaju niz problema sa tremenom ljudskog kapitala. Taj kapital, pre svega, zavisi od nivoa i kvaliteta obrazovanja ali i niza veština zaposlenih. Preduzetništvo, da bi ostvarilo značajan uticaj na efikasno upravljanje ljudskim resursima, neophodno je da se stvara dobar poslovni ambijent. U radu se apostrofiraju modaliteti privrednog rasta po osnovu novostecenog znanja kao i društveni odnos prema ljudskom kapitalu. Zato se analiziraju novi oblici u vrednoanju znanja. Posebno se sagledavaju motivi i pristupi u vrednovanju intelektualnog kapitala. Efikasno preduzetništvo ima uticaja na unapređenje poslovne inteligencije koja, povratno, utiče na kvalitet privrednog rasta naročito u visokosofisticiranim privrednim delatnostima. Autor, u tom cilju, posebnu pažnju pridaje kreiranju i primeni mernih sistema, kao i upotrebi adekatnih indikatora. U istraživanjima se postavlja ključno pitanje: način osiguranja transfera iskustva, učenja i znanja između članova različitih timova. U tome se ključna pomoć očekuje ode primene komunikacionih i informaionih tehnologija. Posebno treba istražiti uticaj edukacije na performanse zaposlenih i način na koji se oni ocenjuju sa aspekta kvantiteta i kaliteta obavljanja poslovnih zadataka.

Ključne reči: Preduzetništvo, upravljanje, ljudski resursi, obrazovanje, primena, razvoj;

Abstract:

Serbia, as well as almost countries in the region, has a number of problems with the tremor of human capital. This capital, first of all, depends on the level and quality of education, as well as the skills of employees. Entrepreneurship, in order to have a significant impact on the effective management of human resources, it is necessary to have a good business environment. The paper emphasizes the modalities of economic growth based on newly acquired knowledge as well as the social relation to human capital. That is why new forms of knowledge evaluation are analyzed. In particular, motives and approaches to the valuation of intellectual capital are considered. Effective entrepreneurship has implications for the advancement of business intelligence, which in turn affects the quality of economic growth, especially in highly sophisticated industries. To this end, the authors pay particular attention to the creation and implementation of measurement systems, as well as to the use of appropriate indicators. Research needs to ask a key question: how to ensure the transfer of experience, learning and knowledge between members of different teams. The key help is expected to be the implementation of communication and information technologies. Particularly, the impact of education on employee performance and how they are evaluated in terms of the quantity and quality of the tasks performed should be explored.

Keywords: Entrepreneurship, management, human resources, education, application, development;

² pbb954@gmail.com; redovni profesor univerziteta i naučni savetnik

UVOD

Ljudski kapital zavisi od znanja i veštine zaposlenih, koje se najčešće aproksimiraju prosečnim brojem godina školovanja zaposlenih, a često se u obračun uključuje i kvalitet obrazovanja. Tokom poslednje decenije dvadesetog veka, sasvim izvesno, došlo je do zastarevanja inženjerskih i menadžerskih znanja, majstorskih veština i dr., veći deo privrede nije radio, a kontakti sa svetom, usled sankcija, bili su onemogućeni. Inače u svetu je tada došlo do snažne ekspanzije privrede i brzog tehničkog progressa, zbog čega su brzo zastarevala znanja i veštine zaposlenih.

Srbija je ostvarila dodatni gubitak ljudskog kapitala iseljavanjem iz zemlje velikog broja kvalifikovanih majstora, inženjera i menadžera. S obzirom na to da se rad u sivoj ekonomiji delimično potire sa gubitkom kapitala po osnovu zastarevanja znanja i veština zaposlenih i odlaskom radne snage u inostranstvo, onda kretanje formalne zaposlenosti predstavlja prihvatljivu aproksimaciju kretanja ljudskog kapitala. U eri dominacije ekonomije znanja intelektualni resursi su najznačajni resursi koji mogu da povećaju vrednost preduzeća i obezbede održivu konkurentsku prednost. Efikasno upravljanje intelektualnim kapitalom pretpostavlja adekvatno vrednovanje intelektualnih resursa, kao i izveštavanje o njihovoj vrednosti. Vrednovanje intelektualnog kapitala je značajno kako za interne, tako i eksterne korisnike: menadžerima olakšava proces donošenja upravljačkih odluka i formulisanja strategije poslovnih subjekata, dok eksternim stejkholderima omogućava donošenje adekvatnih investicionih odluka vezanih za preduzeće. Preduzetništvo da bi bilo vrlo bitan faktor efikasnog upravljanja ljudskim resursima neophodno je staranje dobrog poslovnog ambijenta. Uspešno sprovođenje reformi pretpostavlja sposobnost kreiranja vizije, misije, ciljeva, strategija i politike, kao i njihovu implementaciju radi izgradnje funkcionalnog sistema i održivog razvoja. To istovremeno podrazumeva i unapred planiran i osmišljen proces institucionalnog redizajniranja sistema na način koji omogućava njegovo prilagođavanje unutrašnjem i eksternom okruženju, kako bi se dostigla veća efikasnost, konkurentnost, fleksibilnost i održivost sistema.

1. MOTIVI I PRISTUPI VREDNOVANJU LJUDSKOG KAPITALA

Za oblik kapitala kakav predstavlja intelektualni kapital, a da bi se raspolagalo menadžment alatom, razvijene su (i nastavljaju da se razvijaju) mnoge metode izveštavanja o intelektualnom kapitalu, te mnoge metode za dobojanje izveštaja o intelektualnom kapitalu (Postoji preko deset tih metoda, koje su po mišljenju Ekspertske grupe Evropske komisije – Generalnog direktorata, od posebnog interesa i značaja. Između tih deset metoda, izdvajaju se nekoliko njih. Međutim, Danske smernice i nemački Bilans znanja su tri metode koje su relevantne, te se koriste za dalje uporedne analize)*. U savremenim uslovima da bi preduzeće uspešno funkcionisalo neophodno je da raspoláže kvalitetnim, unikatnim, vredenim i produktivnim materijalom i nematerijalnim resursima. Kvalitet druge performanse tih resursa kao i performanse njihove efikasne ekonomske upotrebe, potrebno je meriti i upoređivati, pa na taj način preduzeće može da definiše razvojne planove (strategije) i utiče na unapređenje pojedinih resursa a što, u konačnom, može doprineti većoj ekonomskoj efikasnosti preduzeća i tržišnom uspehu, naročito u periodima krize.

Humani, strukturni i relacioni kapital jesu tzv. neopipljive komponente intelektualnog kapitala i to je glavni razlog što ih je teško meriti. Nematerijalna dimenzija preduzeća sve više dobija na značaju te ju je potrebno meriti odnosno vrednovati.

Za to je neophodno da se osmisle i testiraju što kvalitetnije i preciznije metodologije za merenje i vrednovanje intelektualnog kapitala. Efektivno efikasno upravljanje intelektualnim kapitalom pretpostavlja adekvatno vrednovanje intelektualnih resursa, kao i izveštavanje o toj vrednosti**. Stoga, polazeći od motiva za vrednovanje ovog kapitala vrlo je bitno imati odgovarajući pristup za merenje i vrednovanje ovog resursa u konkretnom preduzeću. Informacije o intelektualnom kapitalu su značajne kako za menadžere preduzeća, tako i za potencijalne investitore, tako da se osnovni motivi, za vrednovanje intelektualnog kapitala odnose na: merenje performansi,

* Analize su pokazale da su Danske smernice te koje najviše odgovaraju upotrebi u bilo kojoj organizaciji u Srbiji, danas, bez duge obuke za ljude uključene u projekat i bez značajnijih dodatnih troškova.

** Krstić, B., Sekulić, V., 2014, Upravljanje performansama preduzeća, Ekonomski fakultet, Niš, str.56.

učenje i izveštavanje stejkholdera. Motivi za merenje intelektualnih performansi i konkretno vrednovanje intelektualnog kapitala su sledeći***:

- 1) Uspešnije donošenje odluka o razvoju različitih segmenata intelektualnog kapitala i upravljanja preduzećem na resursima znanja;
- 2) Učenje, sticanje novog znanja
 - preduzeće može utvrditi koliko i na kom organizacionom nivou zaposleni raspolažu potrebnim znanjem i drugim intelektualnim resursima kojima se kreira vrednost za kupca, stejkholdere, vrednost preduzeća;
 - kako i na koji način se znanja mogu efikasnije koristiti i razvijati;
 - kako se mogu pribaviti znanja koja nedostaju preduzeću, otkrivanje potencijalnih generatora vrednosti, po osnovu kojih se olakšava donošenje odluka menadžmenta i omogućava kontinuirano unapređenje poslovanja;
- 3) Izveštavanje stejkholdera kojim se vrši povezivanje finansijskih i nefinansijskih informacija o intelektualnom kapitalu
 - u cilju objektivnog informisanja stejkholdera o finansijskom stanju preduzeća i njegovom aktuelnom konkurentskom položaju, za donošenje kvalitetnih odluka;
 - pronalaženje balansa između realnih potreba za informacijama i tradicionalnog finansijskog izveštavanja koji ne obuhvata informacije o intelektualnim resursima;

*** Dorđević, B., Milanović, S., 2015, *Employability as a reflection of individual's competitiveness in the labor market*, International Scientific Conference: Challenges in Business and Economics: Growth, Competitiveness and Innovations faculty of Economics, Niš; Faculty of Economics, University of Niš, str.321-334.

- izveštaj o intelektualnom kapitalu ima internu i eksternu funkciju, u zavisnosti kome je namenjen, i kada;

S druge strane izveštaji o finansijskom stanju mogu imati i neke nedostatke odnosno mane koje mogu dovesti do sledećih implikacija*:

- Manji akcionari mogu biti u nepovoljnom položaju jer oni obično nemaju pristup informacijama o intelektualnim resursima koje se saopštavaju na sastancima većih investitora sa menadžmentom i upravom;
- Insajder trgovine, ukoliko interni stejkholderi (menadžerske strukture) iskoriste interno produkovane informacije o nematerijalnim resursima koje su nepoznate drugim, eksternim potencijalnim investitorima akcija preduzeća;
- Nestabilnosti i opasnosti od pogrešnog vrednovanja firmi, što dovodi do toga da investitori i banke pripisuju veći nivo rizika tim organizacijama;

Osim toga, interni izveštaji o intelektualnom kapitalu, za koje menadžeri tvrde da služe boljem upravljanju kapitalom, što vodi boljim i kvalitetnijim odlukama menadžmenta na svim nivoima, i ova vrsta izveštaja ima nedostatke. Naime, ovakav nestandardni izveštaj koji zahteva informacije koje se ne mogu dobiti na osnovu postojeće dokumentacije u preduzeću, iziskuje dodatne troškove, ulaganje vremena i napora, koje ne moraju da se isplate. Pored toga ova vrsta izveštaja pokazuje nivo doprinosa zaposlenih rastu preduzeća i povećanje njegove vrednosti, po osnovu kojih se očekuju benefiti. S druge strane, postoji rizik da vremenom izostanu očekivane dobiti, što može dovesti do nezadovoljstva zaposlenih. Dakle, veštine, obrazovanje i obuka radne snage imaju direktan uticaj na rast privrede. Kvalifikovana, dobro obučena radna snaga je produktivnija i proizvođaće visokokvalitetan proizvod koji će povećati efikasnost privrede. Nedostatak kvalifikovane radne snage može ugroziti ekonomski rast. Naime, nedovoljno iskorišćena, nepismena i nekvalifikovana radna snaga može postati opterećenje za ekonomiju i dovesti do još veće nezaposlenosti. Uopšteno, ljudski kapital, njegov

* Marr, B., Gray, D., Nelly, A., 2003, *Why do Firms Measure their Intellectual Capital?* *Journal of Intellectual Capital*, 4(4), 414-464.

kvalitet i stepen angažovanosti predstavljaju važne determinante stepena razvoja privrede i društva, jer veći procenat stanovništva bez posla posledično vodi manjoj razvojnoj moći društva. Manji broj zaposlenih, udružen sa relativno niskim zaradama zaposlenih znači manju kupovnu moć stanovništva. Broj zaposlenih predstavlja merilo (ne)uspešnosti ekonomske politike, odnosno odslikva stanje privrede sa jedne strane, dok sa druge strane predstavlja merilo društvenih poteškoća i pokazatelj izloženosti riziku od siromaštva. Stoga je broj zaposlenih jedan od faktora koji determinišu ostvareni nivo ekonomskog razvoja, i od korišćenja ljudskog kapitala zavisi i efikasnost regiona kao celine u ostvarivanju održivog razvoja.*

Sa aspekta pristupa vrednovanju treba imati u vidu da postojeće znanje organizacije koje je kritično za njen uspeh, intelektualni kapital igra bitnu ulogu u stvaranju inovativnih proizvoda ili usluga koje mogu biti realizovane na tržištu u narednim poslovnim godinama. Dakle, intelektualni kapital predstavlja zbir neopipljivih resursa (uključujući i znanje, tehnologiju, brend reputaciju, kompetencije i sl.) jedne organizacije odnosno poslovnog sistema.** Eksterna funkcija izveštaja o intelektualnom kapitalu ima za cilj poboljšanje tržišne i finansijske pozicije preduzeća. Veliki broj eksternih korisnika je zainteresovan za stanje intelektualnih resursa u preduzeću, pa je objavljivanje ovog izveštaja strateški važno za preduzeće.

Međutim, eksterno izveštavanje o intelektualnom kapitalu takođe ima određene nedostatke čije efekte preduzeće nastoji da svede na što manju moguću meru. Najčešći nedostatak se sastoji u činjenici da se objavljivanjem informacija o preduzeću i vrednosti njegovog intelektualnog kapitala eksternoj javnosti daje previše podataka o preduzeću. Rizik je u tome što konkurenti mogu da manipulišu podacima i nanesu štetu preduzeću. Potom, postoji opasnost da kroz ove izveštaje preduzeće najavi nov projekat ili inovaciju koja ne mora da bude realizovana u dogledno vreme, a što konkurenti mogu preuzeti, i time ostvariti konkurentsku prednost na tržištu. Bitan nedostatak i kod eksternih izveštaja navodi se povećanje troškova i ulaganje više vremena i napora u prikupljanje i objavljivanje informacija. Stoga je na preduzeću odluka o tome da li će izveštaji biti objavljeni.

*Petrović, P., 2019, „Srbija u novom društveno-ekonomskom sistemu, IMPP, Beograd, str.21-29.

**Sinonim za intelektualni kapital („Intellectual Capital“) je neopipljivost („Intangibles“).

Međutim, i neizveštavanje o intelektualnom kapitalu nosi određena ograničenja, jer neobjavljeni podaci o ukupnoj vrednosti preduzeća može ugroziti njegovu saradnju sa investitorima, akcionarima, pa i samim zaposlenima.

- (1) Investitori, zbog nepostojanja informacija o vrednosti (performansama) intelektualnog kapitala preduzeća, to uzimaju kao povećan rizik jer ne mogu da utvrde pravi potencijal preduzeća, te dižu cenu svog kapitala.
- (2) Akcionari, nemaju načina da dođu do saznanja o poslovanju preduzeća, s obzirom da se na skupštinama akcionara daju samo zvanični podaci i finansijski izveštaji;
- (3) Zaposleni, neizveštavanjem gube motivaciju za efikasnijim poslovanjem, te se smanjuje mogućnost za privlačenje dodatnih ljudskih resursa;

Svi ovi razlozi dovode do toga da se neizveštavanje o ovom kapitalu posmatra kao ozbiljan problem, te zbog toga ono postaje deo redovnog godišnjeg izveštavanja.

Merenjem intelektualnog kapitala menadžeri donose kvalitetnije odluke i uspešnije upravljaju kompleksnom organizacijom, obzirom da se odluke zasnivaju na sveobuhvatnim i relevantnim informacijama. U savremenim uslovima poslovanja pojavljuje se sve veći jaz između knjigovodstvene i tržišne vrednosti preduzeća. Potvrda toga je da se u nekim preduzećima znatno veći deo imovine stvara intelektualnim resursima, čak 87% dok se svega 13% realne imovine čini materijalna imovina*. Kompleksnost problematike merenja intelektualnog kapitala uslovljena je brojnim problemima. Polazni problem predstavlja nedostatak merila za vrednovanje neopipljive imovine preduzeća. Neosporno je da preduzeće koje vredi na tržištu mnogo više nego što to pokazuje njegova knjigovodstvena vrednost poseduje nematerijalne resurse koji povećavaju njegovu ukupnu vrednost, koju je međutim teško izraziti odnosno bilansno prikazati. Pre svega, u pitanju je imidž i reputacija preduzeća, marka ili brend, vrednost organizacione kulture, organizaciona struktura, menadžment filozofija, odnosi sa ključnim stakeholderima i druga intelektualna imovina. Intelektualni kapital ima dve, posebne, dimenzije: statičku i dinamičku;

*Ocean Tomo, 2015, *Intangible Asset Market Value Study*, Preuzeto Januar 15, sa Ocean Tomo: <http://www.oceantomo.com/intangible-asset-market-value-study/pdf>

Statičku komponentu čine neopipljivi resursi koji se mogu meriti, kao što su kompetencije zaposlenih ili zadovoljstvo kupaca.

Dinamičku komponentu sačinjavaju neopipljive aktivnosti koje se odnose na sticanje, merenje ili prodaju neopipljivih resursa. Ove dinamičke kategorije ne mogu se kvantifikovati, a to predstavlja dodatni problem kod merenja intelektualnog kapitala koji se meri kao jedinstvena celina. Potom se kao problem javlja to što se merenjem može utvrditi prisutnost intelektualnog kapitala, ali ga je teško izraziti u konkretnim mernim jedinicama, kao što je imidž preduzeća, visoka reputacija, organizaciona kultura i gudwil. Međutim, i pored svih problema, merenje i izveštavanje o intelektualnom kapitalu je vrlo bitno kako bi menadžeri kreirali efikasnu strategiju, privukli investitore i unapredili performanse preduzeća.

Merenje je moguće realizovati na osnovu*:

- (1) agregatnog merila izračunate vrednosti intelektualnog kapitala kao razlike tržišne i upisane knjigovodstvene vrednosti;
- (2) seta parcijalnih merila koja će se zasnivati na izabranim kategorijama intelektualnih resursa, odnosno posebno za svaku kategoriju intelektualnog kapitala;

Uopšteno merila vrednovanja intelektualnog kapitala se dele u dve kategorije: agregatna (sintetička) i parcijalna;

Agregatno ili sintetičko merilo polazi od stava da tržišna cena akcije uvek reflektuje realnu vrednost kompanije, na koju ostali faktori nemaju uticaja**;

Nedostatak ovog merila je prevelika osetljivost intelektualnog kapitala na promene u okruženju. Deregulacija tržišta ili promena nekih zakonskih regulativa može uticati na smanjenje tržišne vrednosti preduzeća, što se odražava i na vrednost intelektualnog kapitala. Tada dolazi do smanjenja njegove vrednosti, te njegova vrednost postaje nerealna, jer se ne zasniva na preciznim merilima, već na razlici između knjigovodstvene i tržišne vrednosti. Parcijalna ili analitička merila se vezuju za svaku komponentu intelektualnog kapitala, odnosno za

*Krstić, B., 2014, *Upravljanje intelektualnim kapitalom preduzeća*, Ekonomski fakultet, Niš, str.82.

**Padzior, A., Pazdior, M., 2012, *Measurement of Intellectual Capital in a Company*, Management Knowledge and Learning International Conference (pp.843-849), Celje, Slovenia, International School for Social and Business Studies.

humani, strukturalni i relacioni kapital. Postoji veliki broj merila u okviru ove kategorije, ali se ona mogu svrstati u dve osnovne grupe***: monetarna i nemonetarna merila;

Nemonetarna merila se izražavaju nenovčanim pokazateljima i mogu biti kvalitativne i kvantitativne prirode. Kvalitativnim merilima mere se oni resursi koji se ne mogu kvantifikovati, pa se tako reputacija preduzeća ocenjuje kao dobra ili loša, umesto kvantifikativnim pokazateljima. S druge strane kvantitativnim pokazateljima izražavaju se svi ostali resursi, pa se tako kompetentnost zaposlenih može meriti i prikazati na osnovu koeficijenta kvalifikacione strukture zaposlenih****. Dve osnovne perspektive vrednovanja intelektualnog kapitala diferenciraju metode za merenje i metode za procenu intelektualnog kapitala. Metode za merenje intelektualnog kapitala ne koriste novac kao merilo, a to je i prirodno jer predstavlja neopipiv resurs. Metode za procenu oslanjaju se na finansijsku procenu koja koristi novčane kriterijume odnosno iznose. Za preduzeće je vrlo bitno da se intelektualni kapital tačno izmeri i prikaže jer će jedino tako uspeti da ga iskoristi na pravi način. Ako nešto može da se izmeri, može se i uspešno upravljati njime*. Osim ovih metoda postoje i direktne metode vrednovanja, metode tržišne kapitalizacije, metode prinosa na aktivu, Scorecard metode, adekvatni sistem merenja i druge. Uglavnom sve metode imaju svoje prednosti i nedostatke, što upućuje da ni jedna metoda ne može u potpunosti zadovoljiti potrebe preduzeća. Stoga bi preduzeće trebalo, da na osnovu svrhe merenja i korisnika tih podataka, izabere najpovoljniji metod za datu situaciju. Značaj merenja i identifikovanja intelektualnih resursa proizilazi iz potrebe maksimiranja vrednosti za vlasnike preduzeća kroz razvoj i optimalnu alokaciju resursa. U razvijanju metodologija za merenje i vrednovanje intelektualnog kapitala, poseban i noviji doprinos je dala EIC metodologija. Cilj ove metodologije je da kreira sveobuhvatan konceptualan okvir koji će prevazići probleme menadžera i praktičara u merenju performansi i vrednovanju ove veoma važne imovine.

***Krstić, B., 2009, *Intelektualni kapital i konkurentna prednost, 2009, Ekonomski fakultet, Niš, str.82.*

****Krstić, B., Sekulić, V., 2013, *Upravljanje performansama preduzeća, Ekonomski fakultet, Niš, str. 292.*

*Jelčić, K., 2007, *Intellectual Capital: Handbook of IC Management in Companies, Zagreb: Intellectual Capital Center Croatia.*

Neosporno, ova imovina sve više utiče na podizanje nivoa konkurentnosti preduzeća u savremenom dinamičnom okruženju. Ovaj metodološki okvir predstavlja zadovoljavajuće rešenje multidimenzionalnog i kompleksnog problema merenja performansi intelektualnog kapitala. Veza između vrednovanja finansijskog računovodstva i tržišnog vrednovanja (računovodstvenih i tržišnih informacija) se obezbeđuje dizajniranjem specijalnog indikatora koji kvantifikuje efikasnost upotrebe ukupnog intelektualnog kapitala (EIC-Efficiency of Intellectual Capital). Ova metodologija je primenljiva kod akcionarskih društava s obzirom na direktnu tržišnu procenu njihove imovine**. Značajna prednost EIC metoda se zasniva na činjenici da obezbeđuje dobru kontrolu efikasnosti upotrebe ukupnog intelektualnog kapitala i efikasnosti upotrebe segmenata ukupnog intelektualnog kapitala u regularnim periodima računovodstvenog izveštavanja, što je od posebnog značaja za kvalitetno upravljanje intelektualnim resursima u preduzeću.

Dakle, utvrđeno je, da najveći motiv, za vrednovanje intelektualnog kapitala, proizilazi iz eksterne funkcije izveštavanja o njemu koja ima za cilj podizanje tržišne i finansijske pozicije preduzeća, preko bolje komunikacije sa eksternim stejkholderima, investitorima i dobavljačima. Ovo eksterno izveštavanje o intelektualnom kapitalu je strateški važno za preduzeće jer na taj način privlači potencijalne investitore, upoznavajući javnost sa čime preduzeće raspolaže i kakve su njegove konkurentske prednosti. Stoga je vrlo bitno da preduzeće izabere adekvatan pristup u vrednovanju i sistemu merenja intelektualnih performansi koji će omogućiti zadovoljavanje potreba korisnika. Značaj upravljanja intelektualnim kapitalom predstavlja činjenica da svaka firma raspolaže znanjem, sposobnostima, vrednostima i prepoznatljivostima koje se mogu pretvoriti u vrednost na tržištu. Dakle, ako upravljanje tim resursom može doneti konkurentsku prednost, podizanje produktivnosti i povećanje tržišne vrednosti, onda to nije izbor nego potreba. Izdaci za istraživanje i razvoj nastaju po osnovu upotrebe sredstava za istraživanje i razvoj novih proizvoda i tehnologije, za koje se očekuje da će doprineti nivou ekonomskog rasta i razvoja.

***Krstić, B., Bonić, Lj., 2016, EIC: A new tool for intellectual capital performance management, Prague Economic Papers, Vol.25, No 6, p.723-741.*

ZAKLJUČAK

U dvadesetprvom veku intelektualni resursi imaju dominantnu ulogu u stvaranju vrednosti. Međutim, njihov značaj se ne može na pravi način sagledati ukoliko se oni ne mogu identifikovati i vrednovati. Uspešno upravljanje ovim značajnim resursima, koji može da doprinese povećanju tržišne vrednosti preduzeća, podrazumeva izbor adekvatnih metoda merenja i izveštavanja o intelektualnom kapitalu koji će zadovoljiti potrebe različitih stejkholdera. S obzirom da ni agregatna, a ni parcijalna i monetarna i nemonetarna merila nisu bez nedostataka, bitan je izbor onih merila koja u konkretnom preduzeću zadovoljava postavljene ciljeve. Svakako najobuhvatniji pristup vrednovanja i merenja intelektualnog kapitala je onaj koji obuhvata finansijsku vrednost intelektualnog kapitala je onaj koji obuhvata finansijsku vrednost ovog kapitala, ali i onaj koji meri kvalitativne i kvantitativne performanse intelektualnih resursa, kao i performansi efikasne njihove upotrebe. Upravljanje ljudskim resursima, kao podsistem upravljanja organizacijom, ima za cilj da za svako radno mesto obezbedi sposobne i odgovorne zaposlene, omogućavajući pri tom maksimalno postavljanje ciljeva, kako pojedinaca tako i organizacije. Zaposleni se u organizacijama tretiraju kao resursi kojima se poklanja posebna pažnja, upravo iz razloga što oni, sa svojim znanjima i sposobnostima, svojim idejama i mogućnostima, predstavlja potencijal organizacije, kojim treba upravljati na mudar, racionalan i human način. To je dinamičan proces jer se upravljanje ljudskim resursima, kao poslovna funkcija, neprestano menja i unapređuje, čime se napuštaju tradicionalni modeli upravljanja, ustupajući mesto savremenijim, fleksibilnijim, praktičnijim i humanijim oblicima upravljanja.

LITERATURA

- [1] Đorđević, B., Milanović, S., 2015, *Employability as a reflection of individual's competitiveness in the labor market*, International Scientific Conference: Challenges in Business: Growth, Competitiveness and Innovations faculty of Economics, Niš;
- [2] Jelčić, K., 2007, *Intellectual Capital: Handbook of IC Management in Companies*, Zagreb: Intellectual Capital Center Croatia.
- [3] Krstić, B., 2014, *Upravljanje performansama preduzeća*, Ekonomski fakultet, Niš.

-
- [4] Krstić, B., Bonić, Lj., 2016, *EIC: A new tool for intellectual capital performance management*, Prague Economic Papers, Vol.25, No 6, p.723-741.
- [5] Marr, B., Gray, D., Nelly, A., 2003, *Why do Firms Measure their intellectual Capital?* Journal of Intellectual Capital, 4(4), 414-464.
- [6] Ocean Tomo, 2015, *Intangible Asset Market Value Study*, Preuzeto Januar 15, sa Ocean Tomo: <http://www.oceantomo.com/intangible-asset-market-value-study/pdf>
- [7] Padzior, A., Pazdior, M., 2012, *Measurement of Intellectual Capital in a Company, Management Knowledge and Learning International Conference* (pp.843-849), Celje, Slovenia, International School for Social and Business Studies.
- [8] Petrović, P., Pavlović, Đ., 2018, *Marketing i inovativnost*, PIM, Zbornik radova, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin.
- [9] Petrović, P., Jović, Ž., 2014, *Uticaj inovativnog menadžmenta na monetarne efekte finansijske kreativnosti i inovacije*, Međunarodni problemi, br.2/2014, IMPP, Beograd, str.17.
- [10] Petrović, P., 2019, *Srbija u novom društveno-ekonomskom sistemu*, IMPP, Beograd, str.21-29.

Dr Smiljana Mirkov³

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

MSc Mila Kavalić⁴

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

Značaj prepoznatljivosti profesije inženjer u savremenom srpskom društvu

Importance of the Profession of Engineer Recognition in Contemporary Serbian Society

Rezime:

Rad sadrži analizu rezultata empirijskog istraživanja o prepoznatljivosti inženjerske profesije u javnosti i razlici između javne slike o inženjerima i samoperpciji svoje profesije od strane inženjera u Srbiji. Autorke su pošle od uverenja da su inženjeri najznačajniji ljudski resurs zaslužan kako za tekovine materijalne kulture i Srbije i sveta, isto tako i resurs kojem se pripisuje kreiranje ekonomskog rasta i čuvanja nacionalne sigurnosti. Međutim, kako se radi o organizacijskoj profesiji čiji članovi svoje usluge pružaju više organizacijama a manje neposredno široj populaciji, pretpostavljamo da inženjerska profesija nije jasno prepoznatljiva u savremenom srpskom društvu. Rezultati istraživanja ukazuju na to da, i pored pozitivne slike o inženjerima i inženjerstvu, srpska javnost oseća neinformisanost o inženjerskom radu i pokazuje malo znanja o inženjerskim angažovanjima. Ovi rezultati pomažu da se naglasi urgentna potreba opšte javnosti da bolje razume tehnologiju i kako se ona stvara – tačnije inženjering.

Ključne reči: Profesija inženjer, društvena prepoznatljivost, ljudski resursi

Abstract:

An empirical study on the recognition of the engineering profession in Serbia was conducted. The recognition was distinguished regarding public image of engineers and the engineer's self-perception of their profession. The results of the study are presented in the paper. The authors start point was the belief that engineers are the most important human resource responsible for the achievements of material culture in Serbia and the world, as well as a resource credited with creating economic growth and safeguarding national security. Having in mind that engineer's profession is an organizational profession whose members provide their services more to organizations and less directly to the general population, we also hypothesized that the engineering profession is not clearly recognizable in contemporary Serbian society. The results of the research indicate that, despite the positive image of engineers and engineering, the Serbian public is feeling uninformed about engineers work and showing little knowledge of engineering engagements. These results are highlighting the urgent need for the general public to better understand technology and how it is created – in fact the engineer's profession.

Keywords: Profession engineer, social recognition, human resources

³ smiljana.mirkov63@gmail.com

⁴ milakavalic@gmail.com

UVOD

Jedna od bitnih informacija o nekoj osobi koja se najčešće daje (upotrebljava se da bi se ta osoba što bolje predstavila) jeste posao, zanimanje ili profesija kojom se taj pojedinac bavi. Titula (zvanična ili ne) nekog zanimanja (majstor), ili čak titula profesije (inženjer) osigurava društveno vrlo upotrebljivu informaciju. Najčešće pitanje koje se postavlja prilikom upoznavanja pojedinca jeste posao kojim se on ili ona bavi. Zanimanje nam najupečatljivije predstavlja pojedinca, njegov rad, tj. mesto u društvenoj podeli rada, obrazovanje koje stoji iza tog zanimanja, očekivano ponašanje koje iz toga proizilazi, te njegov položaj u socijalnoj strukturi, tj. na datoj socijalnoj stratifikacijskoj lestvici. Može se, dakle, govoriti o fenomenu *jasnog prepoznavanja profesija od javnosti* u nekom društvu [1].

Dirkem je taj fenomen opšte prepoznatljivosti neke pojave nazivao „kolektivnom predstavom“. Nju poseduju svi odrasli članovi društva i te kolektivne predstave omogućuju pojedincima da prepoznaju, lociraju i zauzmu stavove prema pojavama u datim društvenim situacijama. Kolektivne predstave o nekim zanimanjima ili profesijama jesu idelnotipske (Weber) ili su to modeli prema kojima bi profesije trebale da deluju. To znači: kakav posao ta profesija obavlja, kakav tip ekspertize pruža, tipično idealno profesionalno ponašanje prema korisnicima usluga, tip organizacije kroz koji profesionalci najčešće pružaju usluge. Često su u ovo uključeni i manje važni elementi, ili su prisutni u idealnoj predstavi o profesiji, kao što su: odeća, instrumenti – tehnologija kojom se najčešće služe.

Titula je važan element profesije, ona je glavni nosilac „simbola“ profesije[2]. Poreklo titula možemo tražiti u preindustrijskom društvu, u srednjovekovnim titulama koje je nosilo plemstvo, a imale su stratifikacijsku funkciju razlikovanja feudalaca (vlasnika zemlje – osnovnog izvora bogatstva, ili vezanost za dvor – izvor političke moći), bogatih i moćnih od ostalog stanovništva. Rudimenti feudalne stratifikacije oličeni u različitim titulama mogu se danas nazreti u različitim profesionalnim titulama. Nova osnova za prestiž, ugled i moć u društvu u XX veku postalo je znanje (koje se bazira na razvoju nauke i povećanju važnosti njene uloge u društvu). Posedovanje tog znanja baza je za razlikovanje onih koji to znanje imaju – intelektualci (kasnije i eksperti) i onih koji to znanje nemaju. Da bi ta posebnost bila što lakše prepoznatljiva, daju joj se simboli – titule. U industrijskom društvu

profesionalne titule imaju značenje razlikovanja stručnjaka od laika, meritokratije od nemeritornih.

Profesionalizacija i javljanje prvih profesija obeleženo je, dakle titulizacijom koja jasno odražava o kojoj je profesiji reč. Kao što postoji određen broj profesija, tako postoji i određen broj osnovnih titula koje označavaju profesije. Nekoliko osnovnih titula jasno opisuje poslove koje dotična profesija obavlja: lekar leči ljude, profesor podučava. Inženjer dolazi od lat. reči ingenerar – što znači stvarati. Ta titula, dakle, označava onoga koji adaptira znanje i kreira ga u praktične svrhe. Svaka od tih titula daje jasnu predstavu javnosti o osnovnom tipu posla koji je nosilac te titule sposoban da obavlja.

Upravo je javni uvid o tome ko su inženjeri, kakav posao oni obavljaju, koliko su njihove aktivnosti značajne za unapređenje ekonomske i ekološke sigurnosti savremenog društva predmet istraživanja „Značaj prepoznatljivosti profesije inženjer u savremenom srpskom društvu“. Pored šire populacije, ispitivanjem su obuhvaćeni i sami inženjeri, te rad predstavlja uporednu analizu podataka o prepoznatljivosti inženjerske profesije u javnosti i razlici između javne slike o inženjerima i samopercepciji svoje profesije od strane inženjera u Srbiji.

OSVRT NA ISTORIJU I ZNAČAJ INŽENJERSTVA

Inženjerstvo kao veština daleko prethodi inženjerstvu kao profesiji. Pronalazak kamene sekire u Paleolitu je jedan od prvih čovekovih inženjerskih dostignuća. U drevnim civilizacijama napravljen je značajan tehnološki napredak koji je ostvaren dostignućima kao što su piramide, akvadukti, kanali, mostovi i svetle kuće. Ovi inženjerski podvizi dolazili su od visoko nadarenih pojedinaca koje bi smo mi danas nazivali inženjerima. Imena nekih od ovih drevnih inženjera bila su zapisana za buduće naraštaje. „Prvi građevinski inženjer u istoriji bio je *Eupalinus Megarski*“ koji je 600. godine pre naše ere izgradio akvadukt na Samosu, jednom ostrvu u Grčkoj [3]. „Prvi čovek koji je popločao put 312. godine pre naše ere bio je *Appius Claudius* koji je bio zadužen za javne radove Rimske republike [4].

Poreklo reči **inženjer**, kao vrsta posla datira još iz vremena Rimskog carstva. Njen koren se može naći i u latinskom izrazu *ingeniator* koji je služio da se označi dovitljiv, okretan, oštrouman čovek. Rimski inženjeri marširali su zajedno sa Rimskom armijom.

Njihov posao je bio da grade puteve i mostove i da nastale probleme rešavaju brzo uz minimum materijala i opreme.

Oko upotrebe reči inženjer, engineer, u Engleskoj je tokom devetnaestog veka postojala zabuna koja je datirala još od Čosera, i koja je predstavljala problem u odnosu na identitet i status inženjerske profesije. Reč inženjer se koristila da opiše i one koji rukovode lokomotivama (mašinovođe) i vešte, promišljate ljude koji su ih kreirali. Do 1850. godine jaz između takva dva shvatanja pojma inženjer je brzo rastao. Intelktualno obrazovanje ljudi koji su kreirali mašine je uključivalo osnovu u matematici i inženjerskoj nauci kao i dugačak period praktične obuke što je opravdavalo titulu profesionalnog inženjera. Ipak ta zabuna, tj. mešanje profesionalnog inženjera sa mašinovođom, tom impresivnom kreacijom inženjerske profesije, do dana današnjeg se nastavlja u zemljama u kojima se govori engleski jezik. Dvostruko značenje reči inženjer postoji i danas i nanosi štetu ugledu inženjerske profesije.

Inženjerstvo je bilo centralni pojam ekonomskog razvoja koje je karakterisalo rast industrijskog kapitalizma. Najpoznatija definicija inženjerstva je najverovatnije još uvek ona koju je napisao Thomas Treadgold za Instution of Civil Engineering 1828. Godine: „Inženjerstvo je umetnost upravljanja velikim izvorima prirodne moći i snage prirode radi čovekovog korišćenja i za njegovu dobrobit“ [5].

Iako ovakva definicija danas ne bi bila prihvatljiva, ona, pored svojih ograničenja, sadrži idealizam i pozitivnu društvenu svrhu koja ispunjava najbolje inženjerske poduhvate. Inženjeri bi trebalo da budu, u najširem smislu, u službi ljudskom rodu.

Porast broja inženjera je najtešnje vezan za procese industrijalizacije. S napretkom industrijalizacije rastao je broj specijalnosti u okviru inženjerske profesije. Od relativno nediferenciranog polja inženjerstva u 17. i 18. veku građevinsko inženjerstvo je poraslo do mašinskog inženjerstva, rudarskog i metalurškog inženjerstva, elektro i hemijskog inženjerstva, praćeno automatikom i aeronautikom. U decenijama posle Drugog svetskog rata pojedini ekonomski, naučni i politički razvoji stimulisali su porast novih specijalnosti kao što je nuklearno inženjerstvo, kompjutersko, kosmo inženjerstvo i sistem inženjering. Usled značajne diferencijacije unutar inženjerske profesije, naročito u visoko industrijalizovanim zemljama, postavilo se pitanje koje se odnosi na identitet inženjera. Određenje

pojma inženjer koje usvojeno na Konferenciji inženjerskih društava Zapadne Evrope i Amerike 1953. godine glasi: "Profesionalni inženjer je kompetentan vrlinom svog osnovnog obrazovanja i obukom da primeni naučne metode na analize i rešenja inženjerskih problema. On ima ličnu odgovornost za razvoj i primenu inženjerske nauke i znanja na projektovanje, konstrukciju, proizvodnju, nadzor, upravljanje i obrazovanje. Njegov rad je pretežno intelektualan i raznolik a ne rutinskog ili fizičkog karaktera. Zahteva vežbu originalne misli i sposobnost da nadgleda tehnički i administrativni rad drugih" [6].

Ova definicija je kritikovana jer nije naglašavala naučni karakter inženjerske profesije, što može da deluje destimulativno za inženjere da se probijaju u polje naučnog rada.

Naglašavajući zavisnost inženjera i njihovog rada od napredovanja nauke i matematike Accreditation Board for Engineering and Technology, je 2000. godine definisao **inženjerstvo** „kao profesiju u kojoj se znanje matematike i prirodnih nauka dobijenih tokom studija, iskustvo i praksa primenjuju u cilju razvoja puteva za ekonomično iskorišćavanje materijala i prirodnih sila za dobrobit čovečanstva“ [7].

Jednu modernu izjavu cilja inženjerstva ili svrhe inženjerstva, koja nam se takođe čini adekvatnom, dao je Institut profesionalnih inženjera Novog Zelanda „Inženjeri će ostvariti snove čovečanstva, tradicionalno znanje i koncepte nauke će upotrebiti da bi postigli trajno upravljanje planetom kroz kreativnu primenu tehnologije“ [8].

METODOLOŠKA POSTAVKA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje pod nazivom „Značaj prepoznatljivosti profesije inženjer u savremenom srpskom društvu“ za svoj predmet je imalo analizu javne percepcije inženjerske profesije i razlici između javne slike o inženjerima i samopercepciji svoje profesije od strane inženjera u Srbiji.

Cilj istraživanja je bio da se ustanovi da li je i u kolikoj meri profesija inženjer javno prepoznata u Srbiji ili je ona, pak, skrivena od očiju javnosti.

Istraživački **zadaci** na obradi ovakve problematike su bili da se:

- a) ispita informisanost javnosti u Srbiji o inženjerskom radu i inženjerskim angažovanjima, kao i stavovi ispitanika o tome da li tehnologija daje pozitivan doprinos razvoju društva,

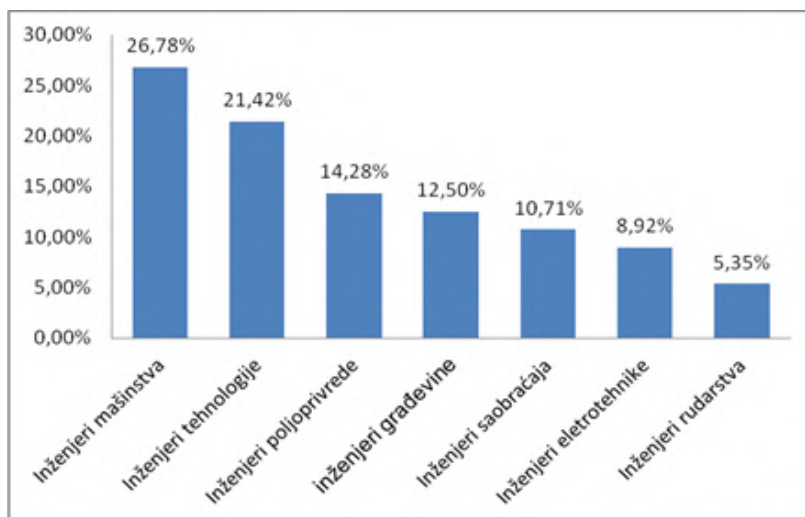
- b) uporede percepcije dve ispitivane grupacije o društvenom položaju inženjerske profesije u srpskom društvu i
- c) analiziraju odgovori inženjera o pojedinim dimenzijama profesionalne ideologije i uporede sa stavovima o tome ispitane populacije.

Pretpostavile smo sledeće:

1. inženjerska profesija nije jasno prepoznatljiva u savremenom srpskom društvu;
2. javnost u Srbiji ima pozitivnu sliku o inženjerskoj profesiji i inženjerstvu;
3. percepcija inženjera o društvenom položaju svoje profesije razlikuje se u odnosu na percepciju istog od strane ispitane populacije, i
4. stavovi inženjera i ispitane populacije o pojedinim dimenzijama profesionalne ideologije u srpskom društvu su različiti.

Za prikupljanje podataka u ovom istraživanju korišćen je metod ispitivanja. Anketom su u toku 2018/2019. godine ispitane dve grupe ispitanika. Prvu grupu su činili inženjeri (veličina uzorka 280) a drugu 375 ispitanika različitih zanimanja. Upitnik za inženjere sastojao se iz tri grupe pitanja i to: socijalno demografske karakteristike ispitanika, procena društvenog položaja inženjerske profesije u srpskom društvu i samo ocena profesionalne ideologije. Upitnik za „ne inženjere“ činilo je nekoliko grupa pitanja: socijalno demografske karakteristike ispitanika, procena informisanosti o inženjerskoj profesiji, procena društvenog položaja inženjerske profesije, i ocena pojedinih dimenzija profesionalne ideologije inženjerske profesije.

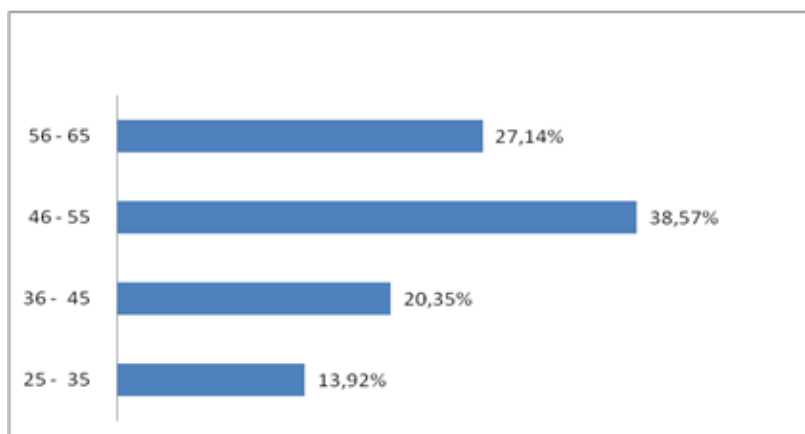
Strukturu uzorka ispitanih inženjera u odnosu na vrstu inženjerske profesije činili su: mašinski inženjeri (26,78%), inženjeri tehnologije (21,42%), inženjeri poljoprivrede (14,28%), građevinski inženjeri (12,50%), saobraćajni inženjeri (10,71%), inženjeri elektrotehnike (8,92%) i rudarski inženjeri (5,35%) (Slika 1.).



Slika 1. Struktura ispitanih inženjera u odnosu na vrstu inženjerske profesije

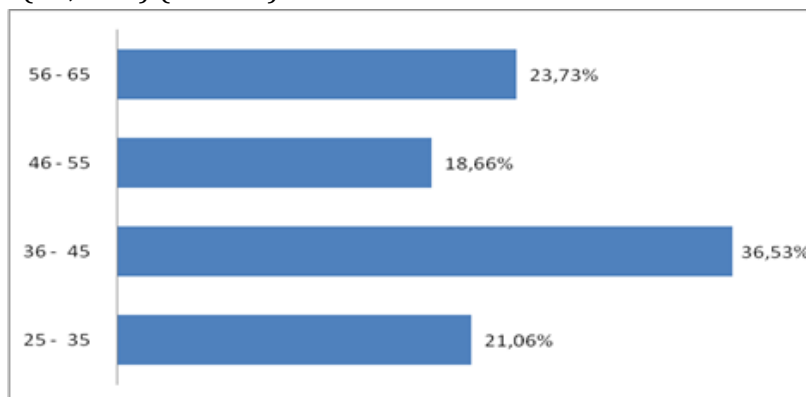
U pogledu rodne strukture ispitanih inženjera uočljivo da u uzorku dominiraju muškarci (68%) u odnosu na žene (42%).

Što se tiče starosne strukture ispitanih inženjera, može se reći da je najviše ispitanih inženjera u uzrastu od 46 do 55 godina (38,57%), potom onih u starosnoj dobi od 56 do 65 godina (27,14%), na trećem mestu po veličini učešća u uzorku su inženjeri srednjih godina (20,35%) dok je najmlađih ispitanika među inženjerima bilo i najmanje (13,92%) (slika 2.).



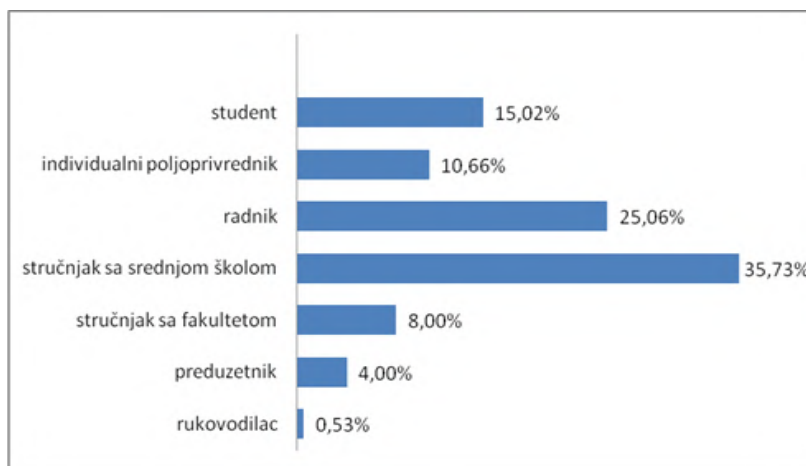
Slika 2. Starosna struktura ispitanih inženjera

U strukturi ispitane populacije (ne-inženjera) bilo je više žena (65%) nego muškaraca (35%). U odnosu na starosnu dob najviše je bilo ispitanika starosti od 36 do 45 godina (36,53%), potom onih u uzrastu od 56 do 65 godina (23,73%), da bi na trećem mestu bili najmlađi ispitanici (21,06%) i na četvrtom mestu ispitanici starosti od 46 do 55 godina (18,66%) (Slika 3.).



Slika 3. Starosna struktura ispitanih "neinženjera"

U pogledu radnog statusa uzorak su u natpolovičnoj većini činili ispitanici sa završenom srednjom školom (35,73%) i radnici (25,06%), na trećem mestu su bili studenti (16%) i individualni poljoprivrednici (10,66%). Stručnjaci sa završenim fakultetom su u uzorku učestvovali sa 8%, dok 4% ispitanika preduzetnici, a svega 0,53% ispitanika je bilo u grupi "rukovodioci, politički funkcioneri" (Slika 4.)



Slika 4. Struktura uzorka ispitanika u odnosu na radni status

Podaci dobijeni ispitivanjem obrađeni su deskriptivnom statistikom. Nalazi o značaju inženjerske profesije i inženjerstva upoređeni su između dve ispitivane populacije.

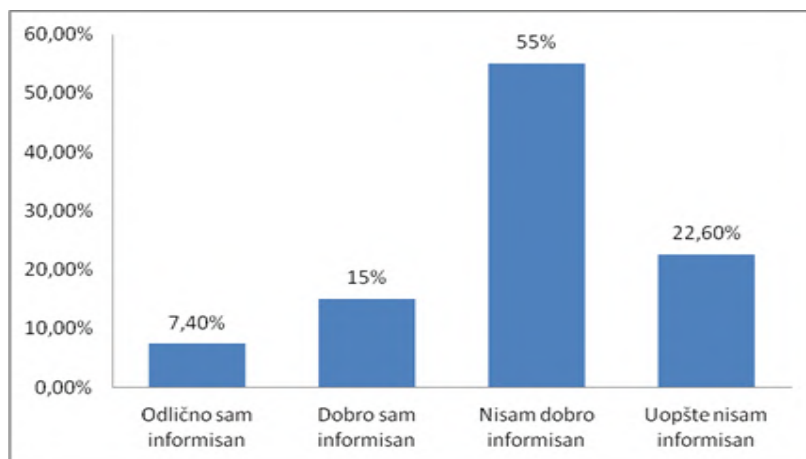
REZULTATI EMPIRIJSKOG ISTRAŽIVANJA

Rezultati empirijskog istraživanja opisani su putem analize tri grupe dobijenih podataka:

- a) Informisanost javnosti o karakteristikama inženjerske profesije i inženjerstva;
- b) Uporedni prikaz percepcije društvenog položaja inženjerske profesije u savremenom srpskom društvu od strane dve grupe ispitanika;
- c) Komparativni prikaz stavova o profesionalnoj ideologiji inženjerske profesije sa stanovišta dve ispitivane populacije.

a) Informisanost javnosti o karakteristikama inženjerske profesije i inženjerstvu

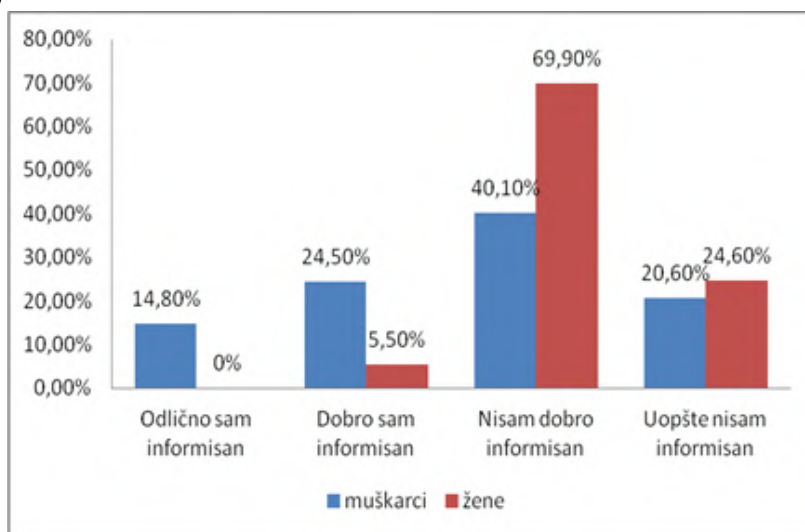
U cilju dobijanja podataka o javnoj prepoznatljivosti inženjerske profesije u Srbiji ispitanoj populaciji smo postavili sledeće pitanje: „Kako bi ste procenili svoju informisanost o tome šta tačno rade inženjeri u obavljanju svoje profesije?“ Dobijena distribucija odgovora predstavljena je u slici 5.



Slika 5. Informisanost javnosti o karakteristikama inženjerske profesije

Kao što se na slici 5. vidi, više od dve trećine ispitanika (77,6%) procenjuje da nisu informisani o tome šta rade inženjeri na svojim radnim mestima, dok svega 7,6% njih smatra da su odlično informisani.

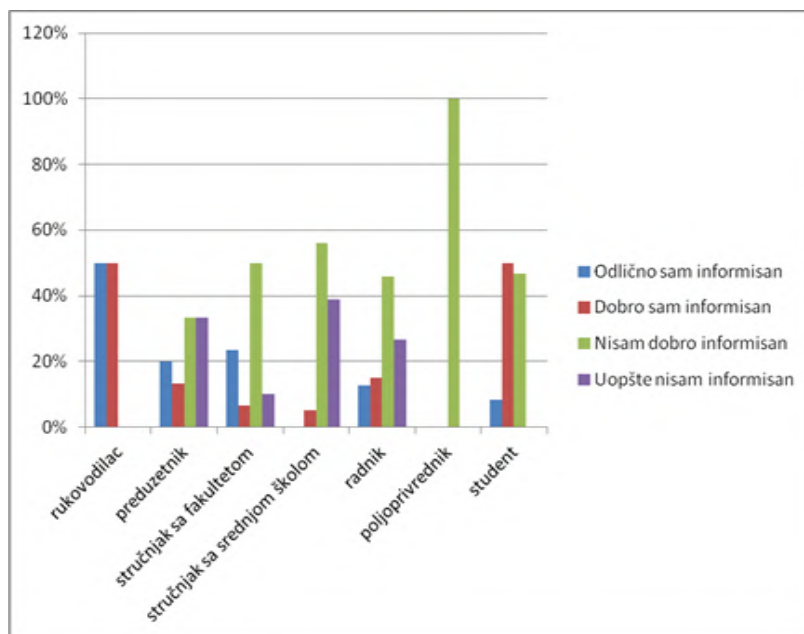
Istraživanje L. Harisa i saradnika [9] pod nazivom „American Perspectives on Engineers and Engineerin“ je takođe pokazalo neinformisanost američke javnosti o poslovima inženjera, uz napomenu da je u ovom istraživanju nešto manji broj ispitanika nego u našem istraživanju, ukazalo na svoju nedovoljnu informisanost o poslovnim angažmanima inženjera: 45% Amerikanaca je odgovorilo da nisu dobro informisani, a 16% da uopšte nisu informisani o tome šta rade inženjeri. U svojoj ne informisanosti o radnim zadacima inženjera naročito prednjače žene: čak 94,5% njih je odgovorilo da nisu dobro informisane ili da uopšte nisu informisane o karakteristikama inženjerskog rada, dok se nijedna žena nije opredelila za odgovor “Odlično sam informisana, znam tačno šta inženjeri rade“ (slika 6.). U američkom istraživanju se takođe pokazalo da su žene slabije informisane o inženjerstvu – 78% Amerikanki nije informisano o inženjerima i inženjerstvu.



Slika 6. Uporedni prikaz informisanosti muškaraca i žena o karakteristikama inženjerske profesije

Iako je obrazovni nivo ispitanika relativno pozitivno korelisan sa nivoom informisanosti o inženjerstvu i inženjerima, još uvek većina od 70% ispitanih stručnjaka sa završenim fakultetom izjavljuje da su

nedovoljno ili da uopšte nisu informisani o inženjerstvu i inženjerima“ (slika 7.)



Slika 7. Upporedni prikaz informisanosti o karakteristikama inženjerske profesije u odnosu na nivo obrazovanja

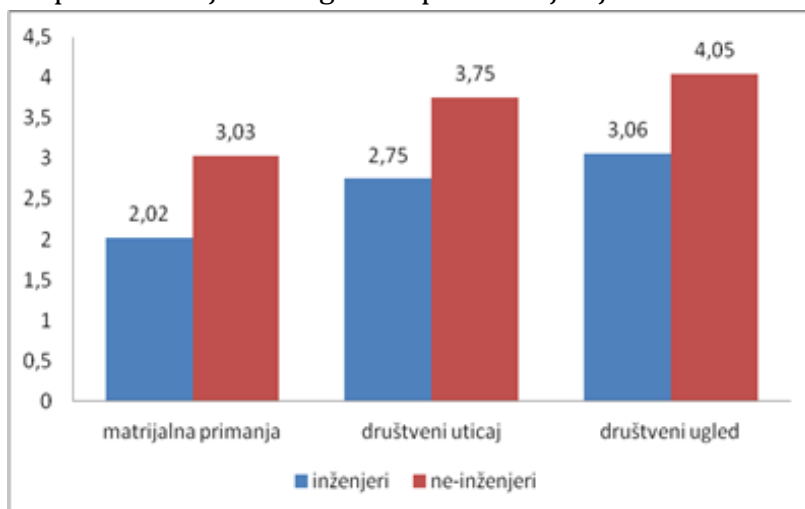
Kao što se na slici 7. vidi, svi ispitani rukovodioci smatraju da su odlično i dobro informisani o inženjerstvu i poslovanju inženjera. Njihovu percepciju deli 58,33% ispitanih studenata, 33,33% ispitanih preduzetnika, 29,66% ispitanih stručnjaka sa fakultetom i samo 5,22% stručnjaka sa završenom srednjom školom. S druge strane, svi ispitani poljoprivrednici smatraju da su nedovoljno informisani o inženjerstvu. Takođe ogromna većina ispitanih stručnjaka sa srednjom školom (94,77%) procenjuje da je nedovoljno ili da uopšte nije informisana o tome šta inženjeri rade na svojim radnim mestima. Isto mišljenje ima skoro tri četvrtine ispitanih radnika (72,34%), i čak 70% ispitanih stručnjaka sa završenim fakultetom.

Uprkos niskom nivou javne svesti o inženjerstvu, istraživanje je otkrilo i to da bi mnogo roditelja bilo zadovoljno ako bi njihova deca postala inženjeri. Kada je postavljeno pitanje „Koristeći skalu od 1 do 10 (1 – krajnje nezadovoljan, 10 – krajnje zadovoljan) ako vaše dete izrazi želju da postane inženjer, da li ćete biti zadovoljni?“. Srednji odgovor na ovo pitanje je bio 9.

b) Percepcija društvenog položaja inženjerske profesije

Materijalni standard, društvena moć i ugled, tri su, u sociologiji, najčešće razmatrane dimenzije društvenog položaja neke grupe ili pojedinca. Budući da pripadnost određenoj profesionalnoj grupi (u ovom slučaju inženjerskoj profesiji), neposredno određuje društveni položaj članova te profesije, u ovom radu analizirane su upravo ove tri dimenzije u traženju odgovora na pitanje kako je danas društveno vrednovana inženjerska profesija u Srbiji.

Na pitanje: „Kako biste rangirali profesiju inženjer“ (ocenama od 1 do 5) po kriterijumima uticaja, ugleda i materijalnih primanja, uporedni prikaz dobijenih odgovora predstavljen je na slici 8.

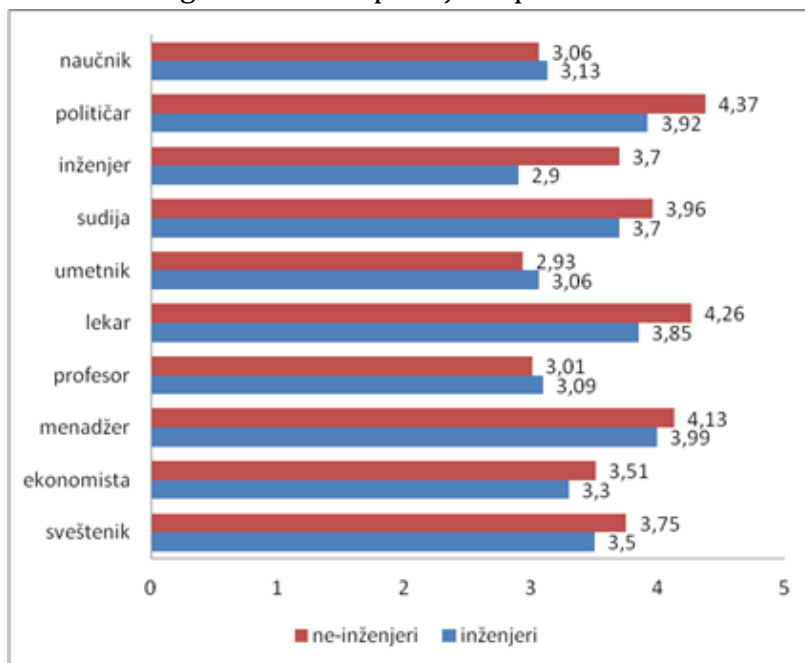


Slika 8. Uporedni prikaz percepcije društvenog položaja inženjerske profesije

Kao što slika 8. pokazuje, inženjeri su najvišom ocenom vrednovali društveni ugled svoje profesije, iako ni toj dimenziji društvenog položaja nisu dali naročito visoku ocenu (3,06), dok su najnižim ocenama vrednovali materijalna primanja inženjera (2,02). Istim redosledom su ove dimenzije društvenog položaja vrednovali i ispitanici iz grupe ne-inženjera, s tim da su oni svim ovim dimenzijama dali više srednje ocene: društveni ugled su vrednovali srednjom ocenom 4,05; uticaj inženjerske profesije ocenom 3,75, dok su materijalni standard inženjera vrednovali ocenom 3,03.

Sledeće pitanje se odnosilo na percepciju ispitanika o društvenom ugledu profesije inženjer u savremenom srpskom društvu u odnosu na druge profesije i ono je glasilo: „Molim Vas da ocenama od 1

do 5 izrazite Vaše mišljenje o ugledu koje pojedine profesije uživaju u našem društvu“. Odgovori na ovo pitanje su prikazani na slici 9.



Slika 9. Uporedni prikaz percepcije društvenog položaja inženjerske profesije

Iz slike 9. se jasno vidi da su ispitani inženjeri smatrali da u našem društvu najviši ugled uživaju političari (3,99), pa iza njih menadžeri (3,92). Zanimljivo je da se lekarska profesija, koja kao tradicionalna profesija, najčešće zauzima prvo mesto na listi ugleda profesija, u oceni naših ispitanika našla na trećoj poziciji (3,85). Isti je slučaj i sa druge dve tradicionalne profesije poput sudijske koja je u ovom ispitivanju zauzela četvrto mesto (3,70) dok je sveštenučkom pozivu pripalo peto mesto (3,50). Najniže vrednovane profesije po pitanju društvenog ugleda su: inženjer (2,90), umetnik (3,06) i naučnik (3,13). Iako su uporedna istraživanja J. Treiman [10], pokazivala da je u SFRJ inženjerska profesija uživala visok društveni ugled, čak je najviši ugled imala profesija mašinski inženjer, u ovom ispitivanju rezultati su dijametralno različiti. S druge strane, ispitani ne-inženjeri su u proseku ugled svih profesija vrednovali višim srednjim ocenama nego inženjeri. Ova grupa ispitanika najvišim ocenama je vrednovala ugled političara (4,37), pa potom lekara (4,26) i menadžera (4,13). Ugledu inženjerske profesije je u percepciji ispitanika iz grupe „ne-inženjeri“ pripalo

srednje, šesto mesto (3,70), dok, po mišljenju ovih ispitanika, najniži društveni ugled u savremenom srpskom društvu uživaju umetnici (2,93), profesori (3,01) i naučnici (3,06).

c) Komparativni prikaz stavova o profesionalnoj ideologiji inženjerske profesije

Profesionalna ideologija predstavlja „imidž“ profesije. Ona igra važnu ulogu u očuvanju različitosti profesije u odnosu na zanimanje, pozivajući se na sazajnu ekskluzivnost i ističući privrženost idealima društva i profesije. Profesionalna ideologija, dakle, predstavlja prediktor posebnosti profesije.

U ispitivanju razvijenosti profesionalne ideologije ispitanicima smo predložili petnaest različitih iskaza sa kojima su oni izražavali stepen svog slaganja, odnosno ne slaganja.

Prva dva iskaza u tabeli 1. odnosila su se na dimenziju profesionalizma koju smo nazvali *inovativnost*. Reč je o jednom od najznačajnijih svojstava inženjerske profesije, koji je ujedno razlikuje od zanimanja, a to je ne rutinski, inovativan i inventivan rad. U odnosu na ova dva iskaza uočena je značajna razlika u odgovorima ispitanih inženjera i ostalih ispitanika. Dok su inženjeri iskazali visok stepen slaganja sa tvrdnjom da je njihov posao isključivo kreativan, ispitanici iz korpusa „ne-inženjera“ su izrazili izuzetno nizak stepen slaganja. Isto važi i za tvrdnju „Inženjeri obavljaju rutinske poslove u procesu primene svojih znanja“: ispitani inženjeri su izrazili nizak stepen slaganja sa ovim iskazom dok su ostali ispitanici iskazali srednji stepen slaganja.

Iskazi pod rednim brojevima 3. i 4. bili su u funkciji ispitivanja *javne prepoznatljivosti inženjerske profesije* kao konstitutivnog elementa profesije. Obe grupe ispitanika izrazile su visok stepen slaganja sa iskazima o tome da je inženjerska profesija skrivena od očiju javnosti i da su neke druge profesije, poput lekarske ili sudijske, javno prepoznatljivije od inženjerske profesije.

Treću grupu iskaza pod brojem 5. i 6. i 7. svrstali smo u dimenziju nazvanu *lične karakteristike inženjera kao profesionalaca*. Za razliku od inženjera koji sebe vide kao kaomunikativne ljude, ispitanici iz grupe „inženjeri“ su iskazali visok stepen slaganja sa tvrdnjama kao što su: »*Zbog svoje orijentacije ka tehnicima i tehnologiji, inženjeri su češće*

ćutljivi ljudi, nego pričalice», i »Inženjeri teže, od drugih profesionalaca, komuniciraju sa ljudima u poslovnom okruženju».

Iskazi pod rednim brojevima od 8 do 15. bili su u funkciji ispitivanja *značaja profesionalne funkcije*, kao dimenzije profesionalne ideologije. Ona označava insistiranje na društvenom značaju i predstavlja deo procesa legitimizacije profesije pred društvom i pred samom sobom. Po rezultatima iznetim u tabeli, može se videti da je ova dimenzija veoma razvijena kod ispitanih inženjera. Naročito visok stepen slaganja i ispitani inženjeri ali i ostali ispitanici su iskazali u odnosu na tvrdnje: *»Tehnika i tehnologija daju pozitivan doprinos razvoju celokupnog društva«, »Inženjeri su ti profesionalci koji kreiraju ekonomski rast i materijalno blagostanje društva«, i »Inženjerska znanja obezbeđuju nacionalnu sigurnost«.*

S druge strane, dok inženjeri smatraju da je njihova profesija najzančajnija za razvoj društva, ostali ispitanici izkazuju srednju ocenu slaganja sa tom tvrdnjom. I obrnuto, dok ispitanici iz korpusa "ne-inženjeri" veruju da inženjeri i u periodima društvenih kriza uvek imaju siguran posao, sami inženjeri izražavaju veoma nizak stepen slaganja sa ovim iskazom.

Slično istraživanje [11] o prepoznatljivosti inženjerske profesije u javnosti i razlici između javne slike o inženjerima i samopercepciji svoje profesije od strane inženjera u Americi, pokazuje sledeće: dok svoj posao kao kreativan vidi 71% inženjera, njihovo mišljenje deli samo 29% ne-inženjera; dok 56% inženjera smatra svoju profesiju izuzetno važnom za društvo, samo 19% ne-inženjera je na istom stanovištu; i dok 44% inženjera svoje kolege doživljava kao komunikativne osobe, takvo mišljenje ima samo 8% ne-inženjera. Međutim, dok je samo 14% inženjera svoje zaposlenje videlo kao sigurno u periodima kriza, nasuprot 38% ne-inženjera koji inženjerski posao vide kao siguran u vremenu kriza.

Tabela 1: Lista iskaza o profesionalnoj ideologiji inženjera – uporedni prikaz odgovora inženjera i „ne-inženjera“

	Iskaz	Inženjeri stepen slaganja (1-3)	Ne- inženjeri stepen slaganja (1-3)
1.	Inženjerski posao je isključivo kreativan	1,30	2,45
2.	Inženjeri obavljaju rutinske poslove u procesu primene svojih znanja	1,20	2,10
3.	Inženjeri su profesionalci koji su skriveni od očiju javnosti	2,32	2,56
4.	Javnost lakše prepoznaje npr. lekarsku, advokatsku ili sudijsku profesiju od inženjerske profesije	2,76	2,60
5.	Inženjeri su komunikativni ljudi	2,34	1,23
6.	Zbog svoje orijentacije ka tehnicima i tehnologiji, inženjeri su češće čutljivi ljudi, nego pričalice	1,15	2,43
7.	Inženjeri teže, od drugih profesionalaca, komuniciraju sa ljudima u poslovnom okruženju	1,20	2,46
8.	I u periodima društvenih i ekonomskih kriza, inženjeri uvek imaju siguran posao	2,43	1,13
9.	Smanjivanje značaja profesije inženjer je štetno za društvo	1,80	2,35
10.	Inženjerska profesija je najznačajnija za razvoj društva	1,50	2,60
11.	Neka druga zanimanja su značajnija za razvoj društva	1,95	2,10
12.	Inženjeri ne rade mnogo na tome da bi istakli značaj svoje profesije za razvoj društva	1,90	2,32
13.	Tehnika i tehnologija daju pozitivan doprinos razvoju celokupnog društva	2,87	2,76
14.	Inženjeri su ti profesionalci koji kreiraju ekonomski rast i materijalno blagostanje društva	2,67	2,63
15.	Inženjerska znanja obezbeđuju nacionalnu sigurnost	2,23	2,56

ZAKLJUČCI I IMPLIKACIJE

Kao što lekari leče, a sudije sude, tako inženjeri snove čovečanstva pretvaraju u stvarnost. Oni igraju ključnu ulogu u razvijanju tehnologija koje održavaju ekonomsku i ekološku sigurnost sveta. Inženjeri su revolucionisali medicinu pejsmekerima i MRI skenerima. Promenili su svet razvojem televizije i tranzistora, kompjutera i interneta. Inženjeri su predstavili nove koncepte u oblasti transporta, energije, satelitske komunikacije, seizmički otpornih zgrada i otporne vrste žitarica, primenom naučnih otkrića za ljudske potrebe. Za sve tekovine materijalne kulture, svet svoju zahvalnost duguje inženjerima. Srbija takođe. Uprkos ovako velikom doprinosu tehničko tehnološkom razvoju, inženjerska profesija je, kako pokazuje ovo istraživanje, ostala nevidljiva od očiju javnosti: više od dve trećine ispitanika (77,6%) procenjuje da nisu informisani o tome šta rade inženjeri na svojim radnim mestima, dok svega 7,6% njih smatra da su odlično informisani. Ova vrsta neznanja je posebno karakteristična za žene. Iako je obrazovni nivo ispitanika relativno pozitivno korelisan sa nivoom informisanosti o inženjerstvu i inženjerima, još uvek većina od 70% ispitanih stručnjaka sa završenim fakultetom izjavljuje da su nedovoljno ili da uopšte nisu informisani o inženjerstvu i inženjerima. Takođe je ustanovljeno da su ispitanici inženjeri saglasni sa mišljenjem ostalih ispitanika o tome da je inženjerska profesija skrivena od očiju javnosti. Navedeni nalazi ukazuju na to da je prva hipoteza o tome da inženjerska profesija nije jasno prepoznatljiva u savremenom srpskom društvu, potvrđena. Pretpostavljamo da se razlozi nevidljivosti inženjerske profesije mogu naći u sledećem:

Prvo, inženjerska profesija je organizacijska profesija. Za razliku od pripadnika tradicionalnih profesija, poput lekara, advokata i sudija koji svoje usluge klijentima pružaju neposredno, inženjeri profesionalna znanja pružaju uglavnom organizacijama.

Drugo, televizijski programi u kojima se ističu rezultati i efekti inženjerskog rada pomažu stvaranju pozitivne percepcije o inženjerstvu i inženjerima u javnosti, ali još ne dostižu gledanost koju imaju komedije i drame. Profesija inženjer bi imala velike koristi od TV serija u kojima bi inženjeri bili glavni akteri i u kojima bi se karakteristike njihovog profesionalnog rada mogle jasnije videti. Ne postoji konfuzija o radu policijskog inspektora, advokata ili lekara u društvenoj percepciji, jer su ove profesije popularne teme TV drama i filmova. Zabavni mediji

idu na brze akcije (na primer, policajac u plamenu, odeljenje urgentne medicine gde lekari jure od jednog pacijenta do drugog, ili one o trenutnim mudrostima advokata u sudnicama). Javna predstava o inženjerima odnosi se na mišljenje o tome kako većina inženjera studiozno obavlja svoje zadatke uz metodički postupak i sa pažljivom analizom uzroka i efekata. Ova slika ohrabruje javno poverenje ali teško da se to može predstaviti kao TV drama, jer je većina programa o inženjerima dokumentarnog karaktera.

Uprkos niskom nivou javne svesti o inženjerstvu, istraživanje je otkrilo i to da bi mnogo roditelja bilo zadovoljno ako bi njihova deca postala inženjeri. Kada je postavljeno pitanje „Koristeći skalu od 1 do 10 (1 – krajnje nezadovoljan, 10 – krajnje zadovoljan) ako vaše dete izrazi želju da postane inženjer, da li ćete biti zadovoljni?“. Srednji odgovor na ovo pitanje je bio 9. Ovaj nalaz je verovatno korelisan sa nalazima o tome da javnost u Srbiji veruje da tehnologija daje pozitivan doprinos društvu i da inženjerima treba pripisati kreiranje ekonomskog rasta i čuvanja nacionalne sigurnosti čime je potvrđena i druga hipoteza.

Istovremeno, uz pozitivnu sliku koju javnost u Srbiji, prema rezultatima ovog istraživanja, ima o inženjerima i inženjerstvu, treba pridodati i relativno visoke srednje ocene koje su ispitani ne-inženjeri dali svim dimenzijama društvenog položaja inženjerske profesije. Ispitana populacija je daleko višim srednjim ocenama vrednovala materijalni standard, društveni uticaju i društveni ugled inženjera nego što su to uradili ispitani inženjeri te je tako potvrđena i treća hipoteza.

Takođe je ustanovljeno i određeno neslaganje između ispitanih inženjera i ostalih ispitanika o pojedinim dimenzijama profesionalne ideologije inženjerske profesije, čime je potvrđena i četvrta hipoteza.:

- dok ispitani inženjeri veruju da je inženjerski posao isključivo kreativan, ostali ispitanici sa ovim i sličnim iskazima izražavaju relativno nizak nivo slaganja;
- dok javnost inženjere vidi kao ne komunikativne i ćutljive ljude, ispitani inženjeri se uglavnom ne slažu sa njihovim uverenjem; i
- dok inženjeri svoj posao ne percipiraju kao siguran u periodima društvenih i ekonomskih kriza, ispitana populacija izražava visok stepen slaganja sa iskazom da inženjeri uvek imaju siguran posao.

Rezultati našeg istraživanja pokazuju da je profesija naučnik bila među najslabije kotiranim profesijama po pitanju društvenog ugleda. Stoga ovaj zaključak, kao i svi prethodno navedeni nalazi našeg istraživanja, ukazuju da je potrebno otvoriti širok, javni razgovor o iznalaženju modela za stvaranje društvenog ambijenta u kojem će znanje, uključujući i inženjersko, biti u funkciji društvenog razvoja i povećanja dobrobiti svih društvenih slojeva i pojedinaca.

Dobijeni nalazi takođe pomažu da se naglasi urgentna potreba opšte javnosti da bolje razume tehnologiju i kako se ona stvara – tačnije inženjering. Zašto? Zato što je jasno da će inženjerstvo biti jedna od najznačajnijih snaga u projektovanju nastavljanja ekonomskog razvoja i uspeha ljudske vrste na način koji će održati oboje – i planetu i njenu rastuću populaciju. Inženjeri će razviti nove procese i nove proizvode. Oni će kreirati i upravljati novim sistemima građevinske infrastrukture, proizvodnje, komunikacija, upravljanja informacijama, zaštite i nadgledanja okoline, i svega drugog što čini da moderno društvo funkcioniše. Kao glavni agens promene civilizacije današnji inženjeri moraju da misle o širem kontekstu u kojem obavljaju svoj rad. Dok su inženjeri viđeni kao kreatori ekonomskog rasta i zaštitnici nacionalne sigurnosti više nego naučnici ili tehničari, njihovi naponi da poboljšaju naš kvalitet života, zaštite okolinu i sačuvaju živote, ne uživaju potrebnu društvenu zahvalnost. Ako želimo da zainteresujemo naše najbolje i najsajnije studente za inženjerske karijere, mi moramo da osiguramo da njihova sposobnost kreiranja ekonomskog bogatstva, treba da bude shvaćena i poštovana od strane naših građana i institucija. Naše sposobnosti da poboljšamo javno razumevanje inženjerstva neće samo podići nivo interesovanja među mladima u Srbiji za inženjerstvo, već će osigurati i javnu podršku za napore inženjera kako bi oni, istovremeno, doprinosili razvoju i ekonomije i ekologije u ovom post-industrijskom, na nauci zasnovanom, veku koji svi delimo.

LITERATURA

- [1] Šporer, Ž. (1990), *Sociologija profesija*, Zagreb, Sociološko društvo Hrvatske, str.24
- [2] Becker, S.H., (1970). *Sociological Work, Method and Substance, The Nature of a Profession*. Chicago
- [3] Armytage, W.H.G.. (1961). *A Social History of Engineering*. London
- [4] Forbes, R.J.. (1950). *A History of Technology and Engineering*. New York

-
- [5] Johnston, S.F., Gostelow, J.P., King, W.J. (2000). *Engineers and Society – Challenges of Professional Practice*. London
- [6] Conference of Engineering Societies of Western Europe and the United States of America (EUSEC) (1961). *Report on Education and Training of Professional Engineers*. 1-3, Brussels
- [7] Kemper, J.D., Sanders, B.R. (2001). *Engineers and Their Professions*. New York
- [8] Berry, R. (2017), *The evolution of Engineering New Zealand. Engineering Insight*. Vol. 18/4 no. August/September 2017. Engineering New Zealand. P.18.
- [9] Harris, L. (1998). *American Perspectives on Engineers and Engineering*. Washington
- [10] Treiman, J.D. (1977). *Occupational Prestige in Comparative Perspective*. New York
- [11] Wittke, A. (2008). *Present and Future Challenges for the European Manufacturing and Supply Industry*, VGB PowerTech, No. 1/2

POZITIVNO RECENZIRANI RADOVI

Prof. dr Dragica Radosav

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin, Zrenjanin

Prof. dr Eleonora Desnica⁵

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin, Zrenjanin

Doc. dr Jasmina Pekez

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin, Zrenjanin

Unapređenje nastave kroz projekat IT lab (laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju)

Improvement of teaching through the project IT lab (laboratory for engineering analysis, modeling and simulation)

Rezime:

Na Tehničkom fakultetu »Mihajlo Pupin« u Zrenjaninu, u školskoj 2018/2019. godini realizovan je projekat »IT lab – laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju«, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u okviru programske aktivnosti „Razvoj visokog obrazovanja“. U okviru projekta je formirana laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju koja služi za unapređenje veština studenata iz oblasti mašinstva i informacionih tehnologija u skladu sa postojećom potražnjom tržišta. Unapređene su stručne kompetencije nastavnog kadra, stečena znanja i praktične veštine studenata u skladu sa savremenim tokovima naučnog i tehnološkog razvoja. Podstaknuto je preduzetništvo i stručna osposobljenost studenata koja u većoj meri odgovara zahtevima tržišta. Važan deo istraživanja bilo je prikupljanje podataka o stavovima studenata u vezi unapređenja digitalnih kompetencija studenata obuhvaćenih projektom unapređenja nastave.

Ključne reči: ITlab, visoko obrazovanje, digitalne kompetencije, kvalitet nastave

Abstract:

At the Technical Faculty "Mihajlo Pupin" in Zrenjanin, project "IT Lab – Laboratory for engineering analysis, modeling and simulation" funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development within the program activity "Development of high education" was implemented in school year 2018/2019. Within the project, a laboratory for engineering analysis, modeling and simulation was formed, which serves to improve the skills of students in the field of mechanical engineering and information technology in accordance with the existing market demand. The professional competencies of the teaching staff, the acquired knowledge and practical skills of the students have been improved in accordance with modern trends in scientific and technological development. Entrepreneurship and professional qualification of students is encouraged, which to a greater extent corresponds to the demands of the market. An important part of the research was the collection of data on students' attitudes regarding the improvement of students' digital competencies included in the teaching improvement project.

Keywords: ITlab, higher education, digital competencies, quality of teaching

⁵ desnica@tfzr.uns.ac.rs

UVOD

Jedan od najčešćih problema na koje studenti TF "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu nailaze su nedovoljno stečene veštine za rad u savremenom okruženju. U tom smislu, nedovoljno stečene veštine predstavljaju manjak iskustva u radu sa aktuelnim softverima koji se koriste kako u proizvodnji za analizu i kreiranje proizvoda kao i modeliranje i simulaciju različitih proizvodnih procesa i funkcionalnosti proizvoda, tako i u preduzećima koja se bave izradom geografskih informacionih sistema i njihovom analizom i korišćenjem u privredi [1,2].

Cilj projekta «IT lab – laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju» bio je formiranje laboratorije za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju koja bi služila za unapređenje znanja i veština studenata u oblasti mašinstva i informacionih tehnologija u skladu sa postojećom potražnjom tržišta.

Unapređenje projektom obuhvaćenih predmeta, imao je za cilj unapređenje stručnih kompetencija nastavnog kadra i usklađivanje stečenih znanja, praktičnih veština i kompetencija svršenih studenata sa savremenim tokovima naučnog i tehnološkog razvoja, kao i uvođenje elemenata istraživanja i podsticanje preduzetništva. Jedan od ciljeva projekta bilo je i podsticanje naučno-istraživačkog rada nastavnog kadra i studenata.

1. OPIS REALIZOVANIH AKTIVNOSTI NA PROJEKTU [3]

Promocija početka rada na projektu

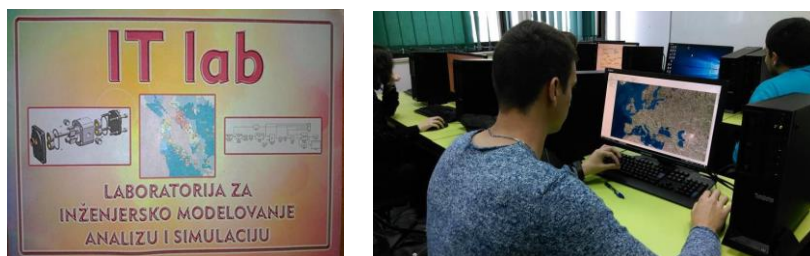
Dana 20.11.2018. godine realizovana je promocija početka projekta, u malom amfiteatru Tehničkog fakulteta «Mihajlo Pupin» u Zrenjaninu.



Slika 1. Promocija početka rada na projektu

Formiranje IT lab – laboratorije za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju

Računarska laboratorija – laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju na Fakultetu koja služi za unapređenje znanja i veština studenata u oblasti mašinstva i informacionih tehnologija u skladu sa postojećom potražnjom tržišta formirana je odlukom NN Veća TF „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, Univerziteta u Novom Sadu a na predlog katedre za Mašinsko inženjerstvo.



Slika 2. Rad studenata u IT lab-u

Nabavka softvera

U cilju realizacije projekta nabavljeni su softveri:

1. Matlab
Mathworks - Softverska licenca Matlab Individual, Academic Perpetual
Mathworks - Softverska licenca Simulink Individual, Academic Perpetual
2. Catia
6NB-UXXE-S-AC V6 Named User (Package) PSC [6NB-UXXE-S-AC] 3DEXPERIENCE Extended For Academia SMALL – PSC 30 licenci
6NB-UXXE-S-AC V6 Named User (Package) ASC [6NB-UXXE-S-AC] 3DEXPERIENCE Extended For Academia SMALL – ASC 30 licenci
3. ArcGIS
Esri ArcGIS Academic Department Licence Medium

Instalacija softvera i obuka za rad

Instalacija softvera izvršena je na računarima u IT lab – laboratorije za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju u skladu sa

dobijenim licencama. Nastavnici, saradnici i studenti obučeni su za rad na softverima Matlab, Catia i ArcGIS.

Inoviranje 7 predmeta

Uvođenje softvera u nastavu radi inoviranja programskih sadržaja i radi postizanja bolje konkurentnosti na tržištu rada. Predmeti koji su inovirani:

Mašinsko projektovanje CAD/CAM – inoviran u delu sadržaja predmeta primenom softvera Catia. Studenti su vršili projektovanje trodimenzionalnih modela, izradu tehničke dokumentacije; projektovanje sklopova - trodimenzionalnih modela; projektovanje pokretnih modela i sklopova sa pokretnim modelima-simulacija njihovog rada [4].

Tehničko crtanje sa kompjuterskom grafikom – inoviran u delu sadržaja predmeta koji se odnosi na 3D vizuelizaciju predmeta po standardima tehničkog crtanja primenom softvera Catia. Studenti su imali zadatak da: formiraju modele osnovnih prostornih objekata: kupe, lopte, torusa, obrtnih tela proizvoljnog oblika itd.; složene 3D objekte; uvedu napredne CAD tehnike; formiraju poglede i perspektive [5].

Priprema proizvodnje – je inovirana u delu sadržaja predmeta koji se odnosi na konstrukcionu pripremu koja se bavi oblikovanjem proizvoda. Softver Catia primeljen je za proračun dimenzija elemenata (zupčanika, osovine, vratila...), izbor vrste materijala, izradu konstrukcionih crteža, standardizaciju i tipizaciju elemenata i sklopova u celini [6].

Automatsko upravljanje - je inovirano u delu sadržaja predmeta koji se odnosi na primenu softverskog alata MATLAB Simulink za sve tematske celine predmeta. MATLAB kroz Control System Toolbox obezbeđuje funkcije koje su od posebne koristi za analizu i sintezu sistema automatskog upravljanja; funkcije prenosa komponenti sistema automatskog upravljanja; strukturni blok dijagrami sistema; stabilnost sistema; metod prostora stanja; frekventne metode i metode geometrijskog mesta korena; proračune sa vizuelizacijom [7,8].

Mašine i aparati - je inoviran u delu sadržaja predmeta koji se odnosi na primenu programa MATLAB, za simulaciju rada pumpi, kompresora, ventilatora, sistema pneumatskog transporta, konvektivnih sušara sa pneumatskim transportom materijala [9].

Industrijska geologija - je inovirana u delu sadržaja predmeta koji se odnosi na primenu programa GIS za dobijanje neophodnih

znanja na sakupljanju, sistematizaciji, generalizaciji i analizi geološko-geofizičke informacije za geološko proučavanje ležišta. Vršeni su unos, integracija i obrada terenskih i postojećih podataka, izrada digitalnih i štampanih karata, 2D i 3D modeliranje, istraživanje, evaluacija zaliha i eksploatacije nafte, prirodnog gasa, mineralnih sirovina, podzemne vode, itd. [10].

Geografski informacioni sistemi – su inovirani u delu sadržaja predmeta koji se odnosi na primenu 3D pristupa u upravljanju slojevima i 3D vizuelizacije i daljeg razvoja u skladu sa savremenim tehnologijama. Pored opcija za 3D, ArcGIS softvera ima mogućnost Remote sensing, koji omogućava on-line očitavanje podataka za GIS (u okviru savremenog pristupa Internet of things - IoT) [11].

Organizovanje provere znanje

U okviru predmeta obuhvaćenih projektom nakon izvršene edukacije organizovano je ukupno 10 novih kolokvijuma.

Anketiranje

U okviru projekta urađena je: jedna anketa sa nastavnicima i saradnicima i jedna anketa sa studentima, uključenim u projekat, o zadovoljstvu rada na projektu.

Promocija ostvarenih rezultata u okviru projekta «IT - lab – laboratorije za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju»

U okviru projekta «IT - lab – laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju», finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u okviru programske aktivnosti „Razvoj visokog obrazovanja“, pod brojem 451-02-02733/2018-06, dana 19.06.2019. god. realizovana je promocija ostvarenih rezultata, u malom amfiteatru Tehničkog fakulteta «Mihajlo Pupin» u Zrenjaninu.

2. RAZVIJANJE DIGITALNIH KOMPETENCIJA

Realizacija projekta IT lab – laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju, podrazumeva u velikoj meri razvijanje digitalnih kompetencija studenata. Jedan cilj projekta bio je da objedini industrijsku digitalizaciju mašinskog uređaja ili proizvoda u svim fazama njegove izrade i primene. To se postiglo kroz inoviranje grupe predmeta koji su obuhvatili modeliranje i simulaciju svih faza tehničke pripreme i izrade i primene datog proizvoda, mašine ili

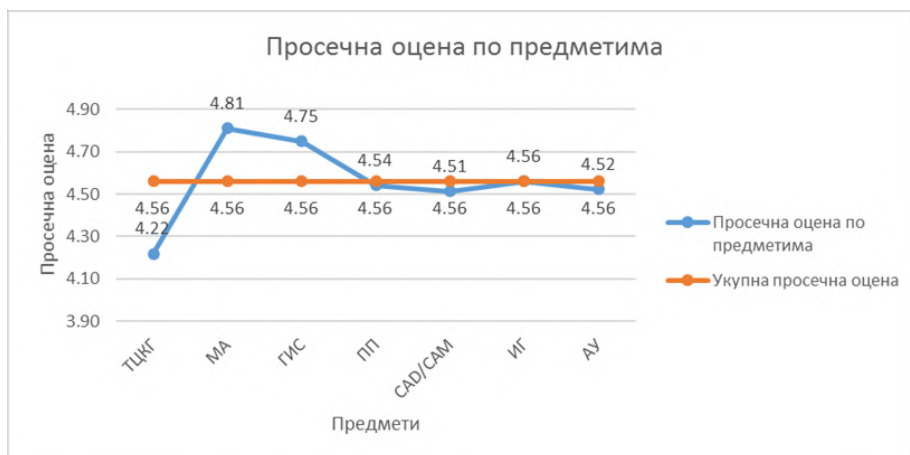
uređaja. Drugi cilj predstavljao je digitalizaciju mapa i formiranje GIS-a, kao i analizu različitih slojeva date mape primenom softvera.

Primenom softvera Matlab razvile su se digitalne kompetencije kroz predmete Mašine i aparati i Automatsko upravljanje gde je inoviranje predmeta podrazumevalo kompleksne analize i simulacije rada različitih uređaja i funkcija (simulacija rada pumpi, kompresora, ventilatora, sistema pneumatskog transporta materijala, konvektivnih sušara sa pneumatskim transportom materijala, funkcije prenosa komponenti sistema automatskog upravljanja, strukturni blok dijagrami sistema, stabilnost sistema, metod prostora stanja, frekventne metode i metode geometrijskog mesta korena). Primenom softvera Catia razvile su se digitalne kompetencije kroz predmete Mašinsko projektovanje CAD/CAM, Priprema proizvodnje i Tehničko crtanje sa kompjuterskom grafikom gde je inoviranje podrazumevalo savladavanje rada softvera, koji ima široku primenu u privredi, sa različitih aspekta, od tehničke dokumentacije do kreiranja kompleksnih modela za analizu i simulaciju. Primenom softvera ArcGIS razvile su se digitalne kompetencije kroz predmete Geografski informacioni sistemi i Industrijska geologija (primenu 3D pristupa u upravljanju slojevima i omogućavanje 3D vizuelizacije i daljeg razvoja u skladu sa savremenim tehnologijama, za dobijanje neophodnih znanja na sakupljanju, sistematizaciji, generalizaciji i analizi geološko-geofizičke informacije za geološko proučavanje ležišta)

3. REZULTAT VREDNOVANJA KVALITETA PROJEKTA OD STRANE STUDENATA

Na osnovu rezultata ankete studenata o stavovima i mišljenju o zadovoljstvu rada na projektu koji su predstavljen grafički na slici 3, može se zaključiti da je kvalitet projekta ocenjen odličnom prosečnom ocenom 4.56 [3].

Nakon izvršene promocije rezultata projekta IT – lab i diskusije zainteresovanih nastavnika i studenata, poseban doprinos ovog projekta je što pruža mogućnost da se nabavljeni softveri i model unapređenja kurikuluma predmeta, primeni i na druge predmete i studijske programe na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ a u cilju razvoja visokog obrazovanja i podizanja kvaliteta nastavnog procesa.



Slika 3. Grafički prikaz rezultata ankete o zadovoljstvu studenata za svih sedam predmeta koji su obuhvaćeni projektom [3]

4. ZAKLJUČAK - OPIS ISPUNJENOSTI CILJEVA PROJEKTA

Realizacijom projekta ostvareni su:

Opšti ciljevi projekta:

- Doprinos razvoju obrazovnog procesa za unapređenje saradnje visokoškolskih ustanova sa privredom i drugim zainteresovanim akterima u lokalnoj zajednici, ostvaren je kroz razvijanje preduzetničkih kompetencija.
- Inoviranje postojećih predmeta povećanjem upotrebe informacionih tehnologija u nastavi i razvijanje digitalnih kompetencija za rad i budući razvoj.
- Projekat IT lab – laboratorija za inženjersku analizu značajno je doprineo razvoju digitalnih kompetencija studenata i stvorio dobre osnove i ključne kompetencije za celoživotno učenje.

Specifični ciljevi projekta:

- Poboľšan je kvalitet obrazovnog procesa i konkurentnost kroz unapređenje kompetencija nastavnog kadra radi poboljšanja izvođenja nastave, prenosa znanja i primera dobre prakse u skladu sa potrebama tržišta.
- Unapređene su stručne kompetencije i usklađena su stečena znanja, praktične veštine i unapređene kompetencije studenata sa savremenim tokovima

naučnog i tehnološkog razvoja. Podstaknuto je preduzetništvo i stručna osposobljenost studenata koja u većoj meri odgovara zahtevima tržišta.

Zahvalnost: Rezultati istraživanja prikazani u ovom radu deo su projekta «IT lab – laboratorija za inženjersku analizu, modeliranje i simulaciju», finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u okviru programske aktivnosti „Razvoj visokog obrazovanja“ 2018/2019 god., pod brojem 451-02-02733/2018-06. Članovi projektnog tima: prof. dr Dragica Radosav, dekan, rukovodilac projekta; prof. dr Eleonora Desnica, član; doc. dr Jasmina Pekez, član; prof. dr Ljiljana Radovanović, član; prof. dr Slavica Prvulović, član; prof. dr Vladimir Šinik, član; MSc Ivan Palinkaš, član.

LITERATURA

- [1] Polovina, A., Mijušković, Lj., Kikiđanin, Lj., Milić, B. (2011). *Učenje tokom života: nove mogućnosti saradnje univerziteta i privrede*, XVII Naučni skup Trendovi razvoja, Kopaonik, p. 265-268.
- [2] Šešlija, D., Milenković, I., Doroslovački, R., Katić, V., Vilotić, D., Kolaković, S., Kovačević, I. (2018). *Od digitalne proizvodnje do digitalnog obrazovanja*, XXIV Naučni skup Trendovi razvoja: Digitalizacija visokog obrazovanja, Kopaonik, p. 1-5.
- [3] Radosav, D., Palinkaš, I., Pekez, J., Desnica, E., Radovanović, Lj., Prvulović, S., Šinik, V. (2019). *Tehnički izveštaj (sa priložima)*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, br. 01-2460.
- [4] Zamani, N.G. (2012). *CATIA V5 FEA Tutorials Release 21*, Schroff Development Corporation
- [5] Letić, D., Pekez, J., Desnica, E., Tasić, I., Palinkaš, I., (2017). *Inženjersko crtanje – osnove*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin
- [6] Adamović, Ž., i dr. (1999). *Priprema proizvodnje*, CETEX, Smederevo
- [7] Šinik, V. (2017). *Automatsko upravljanje*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin
- [8] Šinik, V. (2017). *Zbirka rešenih zadataka iz automatskog upravljanja*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin
- [9] Tolmač D. (2005). *Mašine i aparati*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin
- [10] Mogutov, A. (2012). *Geologija nafte i gasa*, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin
- [11] Burrough, P., McDonnell, R. (2006). *Principi geografskih informacionih sistema*, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, Beograd

Dr Dragan Živković⁶
Alfa BK Univerzitet, Beograd

Razvoj preduzetništva u agrobiznisu i uticaj na ruralni razvoj i biofarming

Development of entrepreneurship in agribusiness and impact on rural development and biopharming

Rezime:

U slobodnoj tržišnoj poljoprivredi i ruralnom razvoju u Srbiji postoje značajni faktori za razvoj celokupne privrede. Prirodni resursi u Srbiji nisu dovoljno iskorišćeni u poljoprivredi i ruralnom razvoju. U ovom radu autori razmatraju agrarno preduzetništvo, kao novu razvojnu filozofiju agrobiznisa. U pitanju je nov koncept društveno-ekonomskog razvoja, koji je razrađen u teoriji i praksi razvijenih zemalja EU. U Srbiji, nažalost, ne postoji konzistentna i dugoročna politika razvoja preduzetništva. Agrarno preduzetništvo je nov sistem privređivanja nastao iz koncepta održivog razvoja, odnosno integralnog ruralnog razvoja u EU, kao i modela multifunkcionalne poljoprivrede. U pitanju je sistem privređivanja koji je vezan za poljoprivredu i „oko poljoprivrede“. Multifunkcionalnost (multiaktivnost) je ključna reč nove agrarne i ruralne politike EU. Ovaj koncept je posebno primenljiv kod nas, pošto je Srbija izrazito ruralna zemlja. Stoga je potrebna revitalizacija poljoprivrede i sela. U tome značajnu ulogu ima farm menadžment i poslovno odlučivanje sa aspekta integralnog ruralnog razvoja. U radu se definiše upravljanje savremenom farmom u održivoj proizvodnji i ukazuje kako treba da posluju organske farme. Poseban akcenat se stavlja na doprinos farme organskoj proizvodnji.

Ključne reči: Preduzetništvo, agro biznis, ruralni razvoj, biofarming, uticaj;

Abstract:

In free market agriculture and rural development of Serbia, there are factors significant for the development of the overall economy. Natural resources in Serbia are not employed enough in agriculture and rural development. In this paper the authors deal with the agrarian entrepreneurship, as a developing philosophy of agro-business. The issue is a new concept of socio-economic development elaborated in theory and practice of the EU developed countries. In our country, unfortunately, there is no consistent and long-term policy of the entrepreneurship development. The agrarian entrepreneurship is a modern system of doing business derived from the concept of sustainable development, i.e. the integral rural development in the EU, as well as from the model of multifunctional agriculture. It deals with the system of doing business which is related to agriculture and „about agriculture“. The multifunctionality (multiactivity) is the key word of the new agrarian and rural policy of the EU. This concept is particularly applicable in our country, as Serbia is predominantly a rural country. For this reason the revitalization of agriculture and rural areas is necessary. Farm management and business decision-making from the aspect of integrated rural development have a significant role in that. Farm management and business decision-making from the aspect of integrated rural development have a significant role in that. The paper defines the management of a

⁶ dragan.zivkovic@majestic.rs

modern farm in sustainable production and indicates how organic farms should operate. Special emphasis is placed on the farm's contribution to organic production.

Keywords: *Entrepreneurship, agribusiness, rural development, biopharming, impact;*

UVOD

Ideja agrarnog preduzetništva nije nova ali je svoju punu razradu doživela početkom dvadesetprvog veka. Između ostalog javlja se i kao posledica prekomerne industrijske koncentracije na urbanim područjima koja je prouzrokovala devijacije u demografskoj i socijalnoj sferi, posebno na manje razvijenim, rubnim i „napuštenim prostorima“. Za Srbiju je to specifično otežavajuća okolnost jer se to odnosi i na pogranična područja. (dolazi do uništavanja vegetacije i staranja kulturnih ekosistema sa monokulturom, stvaraju se irigacioni sistemi, ugrožava se biodivizitet i mikroklima prostora). Između ostalih, to postaju ključni razlozi za pristupanje i razvoj nove poslovne filozofije, koja ima za cilj smanjenje prostornih, demografskih, ekonomskih, socijalnih, ekoloških i drugih deformacija. Dakle, postoje brojni razlozi koji su doveli do evolucije koncepta klasičnog industrijskog razvoja u koncepciju integralnog ruralnog razvoja (IRR). Ovaj kompleksan koncept razvoja predstavlja interdisciplinarni, multisektorski koncept, koji podrazumeva primenu principa održivog ekonomskog razvoja. U realnosti integralni ruralni razvoj predstavlja celovitu, teritorijalno zaokruženu seosku privredu, koju čini skup međusobno povezanih privrednih delatnosti i drugih aktivnosti povezanih sa agrobiznisom. Pored primarne poljoprivrede (farmskog sektora), tu spadaju i prerađivačka industrija, industrija inputa (predfarmski i postfarmski sektor), zatim vodoprivreda, ribarstvo, šumarstvo, lov, ribolov, trgovina, turizam, zanatstvo, kao i brojne uslužne delatnosti i aktivnosti kao što su: očuvanje zdravlja ljudi i životinja, prostorno uređenje, obrazovanje, saetodajstvo, obuka, ekološka zaštita životne sredine, i drugo. Iskustva razvijenih zemalja da stepen i karakter državne podrške predstavlja odlučujući faktor u razvoju malih i srednjih preduzeća u ruralnim područjima. Funkcionisanje takvih preduzeća doprinosiće racionalnijem korišćenju prirodnih potencijala, suzbijanju prekomerne koncentracije privrede u gradovima, zaustavljanju negativnih migracionih kretanja i oživljavanju i razvoju sela. Stoga je vrlo važno da se razume uloga farm menadžmenta i efikasno poslovno odlučivanje u tom domenu. Osnova toga je saznanje da se menadžment farme, u

održivoj proizvodnji zasniva na osnoama održivog razvoja i održive integralne agrarne proizvodnje.

2. KONCEPT IRR I AGRARNO PREDUZETNIŠTVO

Primena principa održivog razvoja inkorporirala se u integralni ruralni razvoj kao interdisciplinarni, multisektorski i složeni koncept*. Dakle, agrarno preduzetništvo je nastalo iz koncepta integralnog ruralnog razvoja (IRR) i u direktnoj je vezi s njim. S tim u vezi brojna su pozitivna iskustva razvijenih evropskih zemalja. Iz koncepta IRR razvijen je novi model multifunkcionalne poljoprivrede, čiji je deo agrarno preduzetništvo. Međutim, u Srbiji je još uvek nedovoljna podrška razvoju preduzetništva pa tako i agrarnog preduzetništva. Posledica toga trpe naša ruralna područja u vidu negativnih procesa: deagrarizacije, senilizacije i „gašenja“ čitavih sela. U sadašnjim uslovima, i pored deklarativnih opredeljenja, srpskim preduzetnicima ostaje da se, u većini slučajeva, sami snalaze. S druge strane Srbija obiluje potencijalnim mogućnostima koje se prosto same nameću. Međutim, neophodni su podsticaji, ne samo finansijskih, nego u podizanju svesti, opredeljenja i modernizacije na lokalnom nivou. Brojni eksperti odnosno menadžeri smatraju da je razvoj preduzetništva u direktnoj zavisnosti od postojećeg odnosa prema promenama. To nije bez osnova jer u mnogim preduzećima postoji otpor prema promenama. Različiti su uzroci za to: nedovoljna obrazovanost, neobaveštenost, ljubomora, zavist, primitivizam, nedobronamernost, distrukcija, strah od novog*. Održivost ruralnog razvoja po ovom konceptu ne sagledava se samo u očuvanju kvaliteta prirodnih resursa i biodiviziteta, već i u očuvanju socijalnog i kulturnog diviziteta kao osnove opstanka na ekološki ugroženoj celoj planeti. Upravo primena ovog novog koncepta ruralnog razvoja i ruralne ekonomije uvodi u one zemlje koje ga prihvataju, stručnu obuku, koja stanovništvo ovih područja ohrabruje da ulaze u nove oblike ruralnog biznisa i ruralnog preduzetništva. Stoga se smatra da ruralni set ima

**Prema Bergenskoj konvenciji održivi razvoj zadovoljeva potrebe sadašnjosti i ne dovodi u pitanje sposobnost budućim generacijama da zadovolje svoje potrebe. Primena principa održivog razvoja inkorporirala se u integralni ruralni razvoj kao interdisciplinarni, multisektorski i složeni koncept*

*** Petrović, P., 2006, Preduzetnički menadžment, PMF, Novi Sad, str.21.*

značajne kapacitete za samorevitalizovanje^{***}. Osim toga, iskustva primene programa IRR u nerazvijenim zemljama su negativna. Sve do danas u ovim zemljama nisu ostvareni očekivani rezultati, zbog toga što nisu stvorene neophodne društvene pretpostavke za efikasniju implementaciju projekta IRR. Razlozi koji su doveli do neuspeha u realizaciji ovog koncepta u nerazvijenim, efikasno su otklonjeni u razvijenim zemljama.

3. ISKUSTVA RAZVIJENIH ZEMALJA U RAZVOJU AGRARNOG PREDUZETNIŠTVA

Prednosti i doprinos agrarnog preduzetništva u ukupnom privrednom i društvenom razvoju najpre su sagledale razvijene evropske zemlje koje su ga inkorporirale u integralni koncept IRR. *Francuska*, kao kolevka fiziokratizma, pra je lansirala novi model integralnog ruralnog razvoja. Na primer, tokom 70-ih godina prošlog veka sproveden je zvanični „Plan ruralnog razvoja“, koji je sadržao brojne mere usmerene na unapređivanje poljoprivrede, naročito na poslonu planiranje, koje je realizovano kroz posebne ugovorne procedure za zaštitu i razvoj određenih regionalnih celina. Pozitivni, početni, efekti su ubrzo bili vidljivi. U periodu 1975-81 godišnja stopa nestajanja porodičnih farmi svedena je na 2% za razliku od prethodnih perioda, kada je ova stopa bila daleko veća, i pretilo je gašenju ovog vida poljoprivredne proizvodnje. Smatra se da mešovito gazdinstvo, u sadašnjoj fazi razvoja, može predstavljati čak i preovlađujući model razvoja, unutar novog evropskog koncepta multifunkcionalne poljoprivrede.

Austrija je prihvatila ovaj koncept integralnog ruralnog razvoja predstavljen kao „Program razvoja planinskih područja“, na kojima su seoska naselja u kojima se razvija novo preduzetništvo*. *Italija*, već 80-tih godina ulazi u tzv. ruralnu fazu preko reforme strukturnih fondova, koje usmerava u razvoj seoskih područja preko razvoja agro biznisa, odnosno agrarnog preduzetništva. *Portugalija* i *Irska* počinju modernu

^{***}Pejanović, R., Tica, N., Delić, S., 2005, *Agrarno preduzetništvo*, Zbornik radova: „Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj“, Institut za ekonomiku poljoprivrede, 08-09.12. 2005, Beograd, str.77.

*Pejanović, R., Tica, N., Delić, S., 2005, *Agrarno preduzetništvo*, Zbornik radova: „Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj“, Institut za ekonomiku poljoprivrede, 08-09.12. 2005, Beograd, str.76.

„ruralnu fazu“ 1991 godine preko programa nazvanog „Lider“ koji se odnosio na razvoj ruralne ekonomije kroz integralne projekte.

Španija može biti primer za manje razvijene zemlje koja nije posedovala odgovarajuće institucionalne resurse potrebne za implementaciju koncepta IRR u vreme kad je počela da ga primenjuje*. Španija je karakteristična zemlja po svom geografskom i geostrateškom položaju, ali i po nedostatku odgovarajuće infrastrukture, koja za posledicu ima da su mnoga njena područja izolovana i ekonomski neinteresantna. Svoju strategiju IRR ona je implementirala preko posebnih programa tako što je država, u početnoj fazi, investirala u industrijske pogone na ruralnim područjima. Rezultati ovih mera bili su vidljivi u otvaranju novih radnih mesta i korišćenju prirodnih resursa na ruralnim teritorijama. Došlo je do povećanja broja malih i srednjih preduzeća, dok su privatne konsultantske agencije unele savremenu tržišnu, preduzetničku, logiku i filozofiju poslovanja na ruralna područja. Iznalažena su takva rešenja, kojima se ne narušava ravnoteža između prirode i čoveka, kako bi ti prostori bili očuvani sa ekološkog aspekta, i pored intenziviranja aktivnosti na ekonomskoj valorizaciji i rešavanju socijalnih i demografskih problema.

Švajcarska, takođe, ima vrlo interesantna iskustva u pogledu podrške malim porodičnim farmama, maloj privredi u celini, posebno u razvoju turističke delatnosti**. Provođenje efikasne ruralne politike može biti dobar primer kompatibilnosti agrarne, ruralne i globalne politike razvoja privrede. S druge strane Švajcarska može da obezbedi finansijska sredstva za razvoj integralnog ruralnog kompleksa. Zahaljujući oformljenim institucijama ona je mogla realizovati, vrlo uspešno, sve osmišljene projekte. Međutim, treba imati u vidu da, tradicionalno, jedinstvena politika ruralnih područja u ovoj zemlji, se vodi preko sedam decenija. Osnovna karakteristika švajcarskog pristupa je dominacija regionalnog nad sektorskim. Ovome doprinosi i državno uređenje švajcaraca koje je vrlo specifično i jedinstveno u svetskim dimenzijama. Rezultati njihove politike vidi se, pre svega, u optimalnom prostornom uređenju, naročito u visokim planinskim područjima, gde se u kontinuitetu sprovodi optimalna i fleksibilna

* Antonio Vasquez Barquero, 1998, *Inicijative za lokalni razvoj*, Glasnik poljoprivredne proizvodnje, prerade i plasmana, Beograd, br.1-2/1998, str.42-45.

**Simon Huber, 1988, *Formulisanje ruralne politike u Švajcarskoj*, Glasnik poljoprivredne proizvodnje, prerade i plasmana, Beograd, br.1-2/1998, str.34-37.

ruralna politika*. Brojna akta su donešena u poslednjoj deceniji prošlog veka i oni su usmerili reformsku politiku u smeru poboljšanja ekonomske i socijalne kohezije društvenog i ekonomskog razvoja. Mnogi regioni teže da imaju više specifičnih centara za specijalizovane aktivnosti, tako da preferiraju različite strategije. Ipak, finansijska i druga ograničenja koja proizilaze iz manjih veličina i resursa, takođe sugerišu potrebu regiona da podstaknu unutar-regionalne i međuregionalne mreže u cilju postizanja ekonomije obima i širenja znanja**. Neosporno je da, početkom ovog veka, ruralna područja postaju se više prilačna za različite vrste biznisa, pogotovo za one koji nisu konkurenti u prenaseljenim urbanim centrima. Otvaranje mogućnosti za nove poslove počelo je da prilači sve veći broj ljudi od kojih su se izdvojili preduzetnici, u nekad zapostavljenim ruralnim područjima. Dugo se na selo, kao područjem rada i žiljenja, gledalo sa rezignacijom. Usvajajući koncept preduzetničke ekonomije ta slika se ubrzano menja, a životni standard stanovništva je u stalnom porastu. Brojni programi ruralnog razvoja usmereni su na obuku farmera u pogledu korišćenja novih tehnologija u restrukturiranoj poljoprivrednoj proizvodnji, čime se doprinosi smanjenju izolacije najznačajnijih regiona.

4. MULTIFUNKCIONALNA POLJOPRIVREDA I AGRARNO PREDUZETNIŠTVO

Multifunkcionalnost (multiaktivnost) je ključni pojam nove agrarne politike EU, koja se često poezuje sa sintagmom „seoski razvoj“. U ovom kontekstu poljoprivredne delatnosti nisu samo povezane samo sa obradom zemlje i proizvodnjom hrane, nego i sa upravljanjem životnom sredinom, kao i integralnom razvoju celog društva preko pružanja usluga lokalnim zajednicama. Novi koncept agrarne politike koja je uspešno reformisana i inkorporirana u politiku ruralnog razvoja vraća vitalnost mešovitim, resursno ograničenim gazdinstvima (part-time forms) koje se mogu i drugim delatnostima ruralne ekonomije, koje su komplementarne sa savremenom poljoprivrednom proizvodnjom. Poznato je da multifunkcionalna poljoprivreda predstavlja niz akcija koje nisu usmerene jedino na povećanje

* Popović, G., 2004, *Evropska iskustva u primeni koncepta ruralnog razvoja, Ekonomika poljoprivrede, Beograd, br.1-2/2004, str.45-58.*

** Petrović, P., 2019, *Srbija i noi društveno ekonomski poredak, Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd, str.26.*

proizvodnje i bavljenje poljoprivredom, nego i na ostale koristi života na selu kao što su, na primer: (1) korist od očuvanja okoline (biodivizitet, zaštita od poplava, erozije, očuvanja prirodnog ambijenta, i dr.); (2) korist od obezbeđivanja prehrambene sigurnosti u ruralnim područjima; (3) razoj ruralnih područja (obezbeđanje zaposlenosti i povezivanje poljoprivrede sa ostalim sektorima); (4) socijalno-ekonomska korist (očuvanje tradicionalnih seoskih vrednosti, kulturnog nasleđa, i tsl.; U pitanju je tranzicija od „poljoprivrede radi poljoprivrede“ (agriculture of production) na „poljoprivredu radi zaštite“ (agriculture of protection); Prednost ovog tipa poljoprivedne proizvodnje, je, pre svega, razvojne prirode. Naime, na ovaj način pored poljoprivrede se razvijaju i druge delatnosti kao što je turizam i zanatstvo. Pojavlju se novi oblici turizma kao što su*: etno-turizam (ističe istorijske i etnološke vrednosti), eko turizam (u zonama zaštićenje prirode), ruralni turizam zdravstveni i rekreacioni turizam, kao i edukativni i kongresni turizam. U poljoprivrednim regionima posebno je značajan agro-turizam, za organsku proizvodnju vezan je agrobioturizam (rad na organskoj farmi, zdrava hrana, itd.). U svim ovim oblicima turizma poljoprivredna proizvodnja i hrana imaju svoje značajno mesto. Ekonomski i ekološki rezultati multifunkcionalne poljoprivrede uslovljeni su znanjem i stvaranjem uslova za razvoj sela. U svim dokumentima EU reformskog usmerenja o ruralnom razvoju prisutno je to opredeljenje, i „noseći stubovi“ te politike**. Ti stubovi predstavljaju osnovna opredeljenja, i to:

1. konkurentna i održiva multifunkcionalna poljopriveda u kojoj farmeri nisu samo proizvođači hrane, ve i čuvari prirodnih resursa i životne sredine.
2. finansijski podržavana ruralna ekonomija kroz politiku ruralnog razvoja, kojom se garantuje trajna vitalnost ruralnih zajednica;
3. pružanje usluga lokalnoj zajednici a time i čitavom društvu;

Politika EU se zasniva na subvencijama ruralnom razvoju, čime dolazi u sukob sa politikom STO, limitiranjem iznose subvencija, a

* Petrović, P., 2008, *Turizam i poslovna diplomatija*, PMF Novi Sad, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, str.12-23.

** Najznačajniji reformski dokument zajedničke agrarne politike (CAP) je Agenda 2000 (Berlinski sporazum) iz 1999 godine jer ovaj dokument predstavlja novi evropski pogled na budunost ruralnog razvoja, a u njemu su istaknuti „noseći stubovi“ CAP-a.

ponekad teži i njihovom ukidanju. U Evropskoj Uniji se vodila široka rasprava o novim zadacima koje poljoprivredna gazdinstva treba da obavljaju u društvu, te se, često, isticao značaj analize multifunkcionalnosti poljoprivrede. Postojala su razna tumačenja multifunkcionalnosti, od toga da postojanje brojnih proizvodnih i neproizvodnih outputa, koje proizvodi, i koji se mogu vrednovati na postojećim tržištima, ne podležu tržišnim zakonima, do onih tumačenja koje se zasnivaju na brojnim funkcijama poljoprivrede, ne samo u proizvodnom procesu, već i na drugim funkcijama koje iz nje izvire.

Tokom poslednjih decenija u zemljama EU pojavili su se brojni preduzetnici koji su započeli poljoprivrednu delatnost, a postepeno su uvodili i nove vidove profitabilne poljoprivredne delatnosti, te se to nazivalo „seosko preduzetništvo“. To ukazuje da je koncept multifunkcionalnosti tesno povezan sa prisustvom poljoprivrednih i nepoljoprivrednih delatnosti unutar istog gazdinstva, gde postoji zajedničko korišćenje istih resursa. S druge strane, to znači da multifunkcionalnost poljoprivrede predstavlja mnogo više od mogućnosti ostarivanja dodatnog prihoda. Suštinski u pitanju je novi organizacioni oblik preduzetništva koji povezuje (udružuje) poljoprivrednu proizvodnju sa drugim delatnostima, kao što su: turizam, prehrambena industrija, trgovina, proizvodno i uslužno zanatstvo, zadrugarstvo različitog tipa, obrazovanje, kultura, zdravstvo, čuvanje krajolika i životne sredine, izdavanje u najam zemljišta i kuća za stanovanje i druge profitabilne aktivnosti. Pri tome tzv. Seosko preduzetništvo ne mora da bude locirano samo u seoskim područjima, nego može biti i u blizini većih gradskih naselja, gde postoji potencijalna tražnja za poljoprivredno-prehrambenim proizvodima, kao i za aktivnostima koje uključuju rekreaciju, rehabilitaciju ili brigu o „žrtvama“ socijalne patologije urbanih sredina*. Stoga je neophodno definisati ulogu poljoprivrede u kontekstu održivog i integralnog ruralnog razvoja, po evropskom modelu „multifunkcionalne poljoprivrede“. Nakon toga otvara se prostor za razvoj agrarnog preduzetništva. Održivost ruralnog razvoja i na njemu zasnovano agrarno preduzetništvo ne ogledaju se samo u očuvanju kvaliteta prirodnih resursa i diverziteta, već u očuvanju socijalnog i kulturnog diverziteta na širim prostorima.

* Pejanović, R., Tica, N., Delić, S., 2005, *Agrarno preduzetništvo*, Zbornik radova: „Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj“, Institut za ekonomiku poljoprivrede, 08-09.12. 2005, Beograd, str.79.

5. MOGUĆNOSTI RAZVOJA AGRARNOG PREDUZETNIŠTVA I BIOFARMINGA U SRBIJI

Za razvoj agrarnog preduzetništva Srbija je vrlo pogodna država jer je izrazito ruralna zemlja. Naime, gotovo tri četrtine njene teritorije čine ruralna područja, na kojima živi oko polovine stanovništva, a to upućuje na značajne mogućnosti za razvoj agrarnog preduzetništva, kao nove razvojne filozofije, mada je ono još u povoju (uz niz problema: političkih, ekonomskih, finansijskih, pravnih) i pod pritiskom otpora promenama. treba znati da je za uspeh preduzetništva, u bilo kojoj delatnosti, neophodan, čak odlučujući elemenat, odgovarajući talenat. S druge strane ako organizacija želi da uspe, na sve turbulentnijem tržištu, ona mora učiniti sve da privuče i poboljšavaju odlučujući elemenat, odgovarajući talenat. S druge strane ako organizacija želi da uspe, na sve turbulentnijem tržištu, ona mora učiniti sve da privuče i poboljšavaju preduzetnički talenat, i to u savremenoj eri u kojoj digitalne transformacije preoblikuju ekosisteme širom sveta*.

Politika razvoja agrarnog preduzetništva u presudnoj meri zavisi od finansijskih sredstava koja bi se iz više izvora (osim agrarnog budžeta) usmeravala u tom pravcu, za konkretne programe razvoja. Ta usmerenja mogu biti zasnovana na politici EU (Agenda 2000) za projekte ruralnog razvoja. S tim u vezi ponuđene su 22 mere koje se mogu propisati u 7 širih kategorija**: (1) investicije u farm-biznis; (2) humani resursi-mladi farmeri, rano penzionisanje i stručna obuka; (3) regioni sa nepovoljnim uslovima za razvoj i sa problemima očuvanja životne sredine; (4) mere očuvanja životne sredine u agro regijama; (5) mere za unapređenje prerade i marketinga poljoprivrednih proizvoda; (6) mere pomoći šumarstvu, i (7) mere koje promovišu integralni razvoj ruralnih područja;

Međutim, u Srbiji, još uvek ne postoji jedinstvena ruralna politika, po osnovu koje bi se sprovođila efikasna politika agrarnog

*Pavlović, Đ., Petrović, P., 2019, *Preduzetništvo i zapošljavanje i cirkularnoj ekonomiji*, Zbornik radova: *Preduzetništvo i menadžment*, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin, april, 2019, str.23-33.

**Pejanović, R., Tica, N., Deliće, S., 2005, *Agrarno preduzetništvo*, Zbornik radova: "Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj", Institut za ekonomiku poljoprivrede, 08-09.12. 2005, Beograd, str.78.

preduzetništva*. Neophodno je ruralnu politiku ugraditi, integralno, u poljoprivrednu politiku, usmerenu na gazdinstva i proizvođače. Naime, ruralna politika treba da se bavi postizanjem ciljeva za ruralna područja, koja obuhvata širok spektar različitih soio-ekonomskih aktivnosti. U Srbiji poseban problem predstavlja to što su ograničene mogućnosti za zapošljavanje, naročito na selu, ne samo u poljoprivredi nego i u drugim delatnostima. Posledica toga je visok nivo nezaposlenosti, niži nivo prihoda od očekivanih odnosno prosečnih, nemogućnost usavršavanja lošije javne usluge, demografske probleme i iseljavanje stanovništva, te traženje posla po gradovima, tako da dolazi do demografskog pražnjenja sela**. U sadašnjim uslovima ruralna područja u Srbiji nemaju, ni ljudski, ni finansijski ni intelektualni kapital. Ta područja imaju ograničene mogućnosti zapošljavanja i zato što nisu atraktivna za biznis. Smanjivanje broja stanovnika, njihovo slabije obrazovanje i manja fleksibilnost, na selu, za posledicu ima nedostatak radne snage te mnoga zemljišta ostaju neobrađena. Imajući u vidu i da su ruralna područja udaljenija od potencijalnih tržišta (i za inpute i za plasman proizvoda) onda sve to povećava troškove poljoprivredne proizvodnje i pogoršava i ostale uslove poslovanja, te se iseljavanja nastavljaju. Stoga je neophodno stvarati uslove (ekonomske, socijalne, kulturne i institucionalne) u seoskim područjima kako bi se promenio trend i povećao njihov doprinos privrednom razvoju zemlje. Smatra se da postoje potencijalne mogućnosti da svako ruralno područje može postati preduzetnička oblast, ukoliko se organizuje tako da unapređuje preduzetnike, bez obzira na delatnost kojoj pripada njihov poslovni poduhvat***. Na osnovama podrške ekonomski prihvatljivim programima obavljala bi se ukupna podrška ruralnom razvoju. Konkretni programi mogu biti kreirani na nivou lokalne zajednice i konkretizovani od strane preduzetnika u ruralnim

*U strategiji razvoja poljoprivrede agrarno preduzetništvo nije dobilo odgovarajuće mesto, a Agencija za ruralni razvoj je ukinuta 2004 godine.

**Na primer, od 412 vojvođanskih sela procesom depopulacije je zahvaćeno 312 sela. Mada svaki drugi stanovnik Srbije živi na selu i mada je od deset naselja devet seoskih, više od 80% individualnih gazdinstava ili nema uopšte aktivnih lica ili nema poljoprivrednika, te se cela domaćinstva potpuno gase, a staračka domaćinstva u većini sela preovlađuju.

***Pejanović, R., 1996, O preduzetništvu, Ekonomska misao, Beograd, br.3-4/1996, str.271-272.

područjima. U zavisnosti od delatnosti mogu se identifikovati sledeći programi iz agrobiznisa, koji se mogu realizovati u selima*:

1. u proizvodnji i prerade ratarskih proizvoda (ratarstvo, mlinovi, proizvodnja hleba, peciva, testenina, keksa, konditorstvo, kulinarstvo, proizvodnja aditiva i kvasca, ekološka ambalaža, energetski briketi, mini mešaone za stočnu hranu, i dr.);
2. u proizvodnji i preradi povrća (skladištenje, zamrzavanje, pakovanje, proizvodnja sokova-bundeva, cvekla, šargarepa, paradajz), proizvodnja ajvara, kečapa, čipsa, pirea, sušeno povrće i začini, pečurke, proizvodnja ekološke i dečije hrane);
3. odlučujući elemenat, odgovarajući talenat. S druge strane ako organizacija želi da uspe, na sve turbulentnijem tržištu, ona mora učiniti sve da privuče kupce i poboljšavaju uslove plasmana na sve probirljivijem tržištu;
4. u proizvodnji i preradi voća i grožđa (proizvodnja i mini hladnjače, prerada-slatko, kompoti, pasterizacija, proizvodnja voćnih rakija, likera, sirćeta, sokova i sirupa, voćnih čajeva, sušeno voće, proizvodnja vina i pratećih proizvoda);
5. u oblasti stočarskih proizvoda (proizvodnja, zaštićeni programi sa geografskim poreklom-kulen, šunka, kobasica, mini klanice, prerada živinskog mesa i jaja, pogoni za sušenje i dimljenje ćurećeg, pačijeg i guščijeg mesa, prerada ribe, proizvodnja meda i pčelinjih proizvoda, mlekare i mlečni proizvodi, i dr.);
6. specijalni programi (lekovito bilje, biljni čajevi i eterična ulja, uzgoj divljači, puževa, žaba i kornjača, prerada perja, prerada šumskih plodova, staklenici i plastenici, pogoni za pakovanje zrnastih, viskoznih i praškastih proizvoda, makrobiotička hrana, dijetetski proizvodi, agrarni turizam i agrarno zadrugarstvo);
7. u oblasti agrarnih inputa (ambalaža-palette, gajbe i dr., folije za povrtarstvo, alati i sitna mehanizacija, oprema za male objekte prehrambene industrije, programi iz oblasti agrohemijske, veterinarske medicine i fitomedicine);

U realizaciji svih ovih, mogućih programa neophodno je imati u vidu očuvanje životne sredine, odnosno održivom korišćenju poljoprivredne sredine i očuvanju, a ne narušavanju, ekoloških

*Pejanović, R., Tica, N., Delić, S., 2005, *Agrarno preduzetništvo*, Zbornik radova: "Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj", Institut za ekonomiku poljoprivrede, 08-09.12. 2005, Beograd, str.80-81.

kapaciteta i osnovnih elemenata prirodne sredine (zemljišta, vode, vazduha, flore, faune i drugih). Fokus bi morao da bude usmeren na doprinos naših talenata inovativnom sistemu zemlje i na način njihove saradnje sa poslenicima nauke i tehnologije iz dijaspore*. Tokom prethodne decenije privreda Srbije ostvarivala je sporiji rast od drugih zemalja Centralne i Istočne Evrope. Zaostajanje privrednog rasta i razvoja Srbije može se objasniti propustima u ekonomskoj politici i vanrednim događajima (poplave, suše), ali i da su uzroci usporavanja privrede fundamentalniji, što se manifestuje kroz permanentno nizak nivo domaće štednje i investicija. Osim toga, fundamentalni uzroci sporog rasta privrede Srbije nalaze se u slabim institucijama kojim se privredni subjekti odvaraju od produktivnih nepoljoprivrednih delatnosti i potstiče proizvođača organske hrane da kupuje proizvode na farmi i u prodajnim marketima na malo i veliko. Održiva poljoprivreda omogućava uspešan razvoj farmerskog načina proizvodnje u različitim oblicima farmi (tradicionalna, konvencionalna, održiva organska farma – ekofarma).

6. ZAKLJUČAK

Ruralna ekonomija predstavlja mrežu ekonomskih aktivnosti, koje pokrivaju sela i varošice i može uključivati i gradove. U okviru ruralne ekonomije stanovništvu koje živi na ruralnim područjima nude se mogućnosti da pored poljoprivredne proizvodnje, obavljaju i druge poslove u raznim delatnostima kao na primer šumarstvo, zanatstvo, trgovina, turizam i druge delatnosti koje su se usmerene na očuvanje ruralnog ambijenta odnosno okruženja. Ovaj pristup oživljavanja sela može se okarakterisati i kao „ruralna industrijalizacija“, što podrazumeva da sve manje ljudi radi u poljoprivredi mada najeći broj ljudi živi u ruralnim područjima. Osnovu novog pristupa predstavlja razvoj biznisa „u i oko poljoprivredne“ u ruralnim sredinama. To znači da razvoj ruralnih zajednica ne može biti usredsređen samo prema poljoprivredi jer agrarno preduzetništvo predstavlja kompleks poslova na tom području.

U procesu evropskih integracija Srbija treba da koristi iskustva Evropske Unije koje upućuje na osmišljenu politiku ruralnog razvoja koja ima finansijsko podržavanje. Posledično, iz toga proizilazi uspešna

*Grečić, V., 2019, *Kako ublažiti "odliv mozgova"*, Politika, Beograd, 29. januar 2019, str.11.

ruralna ekonomija sa širokim mogućnostima za zapošljavanje. U povoljnijem poslovnom ambijentu stanovništvo na selu prihvatice preduzetništvo ne samo kao ekonomsku mogućnost nego i kao način života koji vodi napretku. Stoga je poboljšanje komunikacionih veza između urbanih i ruralnih područja jedan od najefikasnijih načina za smanjenje velikih dispariteta ova dva područja. Međutim, pre svega, treba definisati osnovne principe politike ruralnog razvoja, po ugledu na Evropsku Uniju jer ova politika treba da uvažava teritorijalne specifičnosti i regionalni pristup.

LITERATURA:

- [1] Antonio Vaskez Barquero, 1998, *Inicijative za lokalni razvoj*, Glasnik poljoprivredne proizvodnje, prerade i plasmana, Beograd, br.1-2/1998.
- [2] Grečić, V., 2019, *Kako ublažiti "odliv mozgova"*, Politika, Beograd, 29. 01. 2019.
- [3] Pavlović, Đ., Petrović, P., 2019, *Preduzetništvo i zapošljavanje i cirkularnoj ekonomiji*, Zbornik radova: Preduzetništvo i menadžment, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin, april, 2019.
- [4] Pejanović, R., Tica, N., Delić, S., 2005, *Agrarno preduzetništvo*, Zbornik radova: "Multifunkcionalna poljoprivreda i ruralni razvoj", Institut za ekonomiku poljoprivrede, 08-09.12. 2005, Beograd.
- [5] Pejanović, R., 1996, *O preduzetništvu*, Ekonomska misao, Beograd, br.3-4/1996.
- [6] Popović, G., 2004, *Evropska iskustva u primeni koncepta ruralnog razvoja*, Ekonomika poljoprivrede, Beograd, br.1-2/2004.
- [7] Petrović, P., 2006, *Preduzetnički menadžment*, PMF, Novi Sad.
- [8] Petrović, P., 2008, *Turizam i poslovna diplomatija*, PMF Novi Sad, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo.
- [9] Petrović, P., 2019, *Srbija i novi društveno ekonomski poredak*, Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd.
- [10] Simon Huber, 1988, *Formulisanje ruralne politike u Švajcarskoj*, Glasnik poljoprivredne proizvodnje, prerade i plasmana, Beograd, br.1-2/1998.

MsC Mila Kavalić⁷

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

Dr Dragan Čočalo⁸

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

Dr Sanja Stanisavljev⁹

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

Efekti lokusa kontrole na implementaciju menadžmenta znanja

Effects of locus of control on the implementation of knowledge management

Rezime:

U radu su posmatrani efekti lokusa kontrole na implementaciju menadžmenta znanja u organizacijama. Predmet i problem istraživanja predstavljeni su kroz definisanje prisutnosti određenog tipa lokusa kontrole zaposlenih i njegovog uticaja na implementaciju menadžmenta znanja. Uzorak je obuhvatao N=150 ispitanika. Metoda obrade podataka vršila se putem analiza varijanse (Anova). Za potrebe istraživanja korišćena je skala za određivanje lokusa kontrole (Julian Rotter), definisana kao nezavisna promenjiva varijabla i upitnik o menadžmentu znanja (Nguyen), definisan kao zavisna promenjiva varijabla. Rezultati istraživanja pokazuju da lokus kontrole utiče na implementaciju menadžmenta znanja, kroz tri dimenzije: Proces nabavke znanja (Sig. 0.010), Proces konverzije znanja (Sig. 0.023), Proces primene znanja (Sig. 0.029).

Ključne reči: Lokus kontrole, ljudski resursi, menadžment znanja.

Abstract:

In this paper the effects of locus of control on the implementation of knowledge management in organizations is analyzed. The subject and the problem of the research are presented through the presence of certain types of employee locus of control and its impact on knowledge management implementation. The sample included N = 150 respondents. For data processing analysis of variance (ANOVA) was used. For this current research, a scale for determining locus of control was used (Julian Rotter) and it was defined as an independent variable, while the scale for determining Knowledge Management (Nguyen) was defined as a dependent variable. The results of the research show that the locus of control influences the implementation of management knowledge, through three dimensions: Knowledge acquisition process (Sig. 0.010), Knowledge conversion process (Sig. 0.023), and through the process of applying knowledge (Sig. 0.029).

Keywords: Locus of control, human resources, knowledge management.

⁷ mila@tfzr.uns.ac.rs

⁸ cole@tfzr.uns.ac.rs

⁹ sanja84stanisavljev@gmail.com

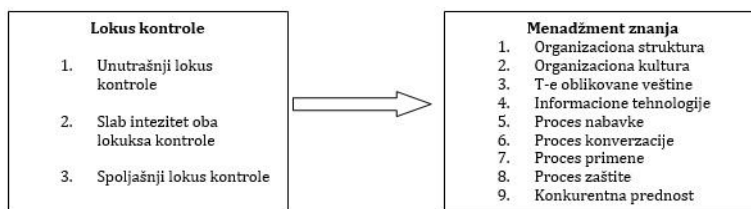
1. UVOD

Ulaganje u materijalne resurse je ono što se podrazumeva, a ključ uspeha predstavlja investiranje u nematerijalne resurse. Za organizacije je ključno razvijanje i unapređenje strategija i konkurentnosti zasnovanih na znanju. Na taj način, organizacije se, kroz concept KM (Menadžment Znanja), efektivno i efikasno pripremaju za suočenje sa zahtevnim i turbulentnim uslovima koje tržište nameće. Odgovornost programa menadžmenta znanja leži u potrebi ovladavanja kolektivnim znanjem, kroz stalno učenje i permanentno usavršavanje, kako organizacije kao celine, tako i pojedinaca u njoj. Psihološke karakteristike ljudskih resursa imaju veliku ulogu u implementaciji programa KM-a u organizacijama, stoga je ovaj rad usmeren ka ispitivanju kako lokus kontrole deluje na primenu menadžmenta znanja.

2. METODOLOŠKA POSTAVKA ISTRAŽIVANJA

2.1. Problem i predmet istraživanja

Problem istraživanja baziran je na proceni kako lokus kontrole utiče na zaposlene u pogledu kreiranja njihovog odnosa prema poslu, u cilju lakšeg upravljanja i unapređivanja rada i nivoa produktivnosti primenom KM-a. Predmet istraživanja usmeren je ka posmatranju psiholoških motivatora sa aspekta lokusa kontrole, koji uslovljavaju stav zaposlenih u cilju implementacije menadžmenta znanja. Pitanje koje je bilo ključno prilikom formulacije istraživanja, odnosi se na to da li različite karakteristike i životne okolnosti ispitanika određuju vrstu uverenja u vezi sa lokusom kontrole ili vrsta uverenja određuje životne okolnosti, koje su usmerene da ispitaju krajnji efekat, u ovom slučaju, koji se odnosi na implementaciju KM-a. Predmet istraživanja može se predstaviti kroz sledeće istraživačko pitanje: „Da li postoji uticaj lokusa kontrole na menadžment znanja?“ (Slika 1.).



Slika 1. Prikaz istraživačkog pitanja „Da li postoji uticaj lokusa kontrole na menadžment znanja?“

2.2. Ciljevi i zadaci istraživanja

Karakteristike ispitanika neizostavne su kod sagledavanja faktora koji utiču i kreiraju odnos prema poslu. Prilikom sagledavanja karakteristika ispitanika, cilj je da se ispita da li psihološke karakteristike utiču, kao i u kojoj mjeri na implementaciju KM-a. Polazi se od pretpostavke da različite navedene karakteristike formiraju i uobličavaju stavove ispitanika. Stav posmatramo kroz mišljenje, emocije i akcije koje čovek ima prema određenoj pojavi. Istraživanje ima za cilj da utvrdi šta je to što utiče na izgradnju stava o KM-u, tj. da li su to okolnosti u životu ili su to karakteristike ličnosti na osnovu lokusa kontrole. Osnovni zadatak je utvrđivanje stepena i prirode povezanosti lokusa kontrole ispitanika i dimenzija KM-a. Dalji tok zadatka usmeren je na definisanju strateškog pristupa koji će dobijene rezultate iskoristiti kao smernice za pravljenje strategije za unapređenje KM-a.

3. TEORIJSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

3.1. Lokus kontrole

Rotter (1954) je, proučavajući pojedince u terapiji, primetio kako: 1. Različiti ljudi u istim uslovima učenja, nauče različite stvari; 2. Neki ljudi odgovaraju dosta predvidivo, drugi manje, dok neki nepredvidivo; 3. Neki ljudi uočavaju jaku i direktnu vezu između svojih ponašanja i nagrada koje primaju. Na osnovu toga, Rotter (1954) definiše eksternu-spoljašnju i internu-unutaršnju kontrolu, tj. lokus kontrole [1]. Unutarnji lokus kontrole upućuje na percepciju u kojoj se na pozitivne ili negativne događaje gleda kao na posledicu vlastitog delovanja i pored toga se nalaze pod ličnom kontrolom. Nasuprot toga, spoljašnji se lokus kontrole odnosi na percepciju u kojoj se pozitivni ili negativni događaji ne povezuju s vlastitim ponašanjem u određenim situacijama, te su pored toga izvan ličnog uticaja. Rotter zaključuje i kako uverenja jesu događaji koji su nastupili kao posledica internih ili eksternih radnji, koju čini jednu od karakteristika ličnosti, čiji koncept u psihologiju uvodi 1966 [2]. Istraživanja su pokazala da osobe sa unutrašnjim lokusom kontrole imaju daleko izraženiju potrebu za postignućem, ekspertizom, visokim standardima, izazovnim ciljevima, kontrolom i nezavisnošću. U tom smislu, s godinama, kako se stiče sve veće životno iskustvo raste unutrašnji lokus kontrole do izvesnih poznih godina, kada ponovo počinje da se pomera ka spoljašnjem lokusu. Među osobama koje su na rukovodećim pozicijama prevladuje

unutrašnji lokus, kao i među onim osobama koje su na bolje plaćenim poslovima. Naime, da li smo uspešni u motivisanju zaposlenih zavisi od toga da li smo ispravno procenili šta im je bitno u životu i ponudili im upravo to što može da ih motiviše i pokrene na dodatni napor. Dobro poznavanje i uočavanje individualnih razlika među zaposlenima je prvi korak u njihovom uspešnom motivisanju [3;4].

3.2. Menadžment znanja

Ključne komponente koje su identifikovane u dosadašnjim istraživanjima, koje se baziraju na dve matične discipline CA (Konkurentan prednost) i KM zajedno sa prelaznim disciplinama preduzeća zasnovanih na KM sposobnosti preduzeća, jesu: tehnička infrastrukturna - sposobnost KM, sposobnost socijalne infrastrukture KM i sposobnost procesa KM koji doprinosi organizacionom CA. Sposobnost infrastrukture društvenog KM identifikovana je iz tri dimenzije: organizacione strukture, organizacione kulture i ljudi (ili veština u obliku slova T), a sposobnost procesa KM identifikovana je kroz četiri dimenzije: procesa nabavke, konverzacije, primene i zaštite znanja. Na osnovu posmatrane literature o KM i CA, proistekle su sledeće dimenzije KM-a, koje će se koristiti u istraživanju [5]:

1. Organizaciona struktura: politika, pravila, procedure, procesi, hijerarhija odnosa izveštavanja, sistemi podsticaja i odeljenske granice koje organizuju zadatke unutar firme [6].
2. Organizaciona kultura: Zajedničke vrednosti, uverenja i prakse ljudi u organizaciji [7].
3. Ljudski resursi (veštine u obliku slova T): Stepen razumevanja sopstvenih i tuđih zadataka od strane radnika, koji je i dubok (vertikalni deo „T“) i širok (horizontalni deo „T“) [8].
4. Tehnička infrastruktura (Informacione tehnologije): Sistemi preduzeća koji omogućavaju prikupljanje, protok, pristup i upotrebu znanja kroz preduzeće [9].
5. Proces nabavke znanja: Sposobnost traženja i dobijanja potpuno novog znanja ili stvaranja novih znanja iz postojećeg znanja, putem kolaboracije [10].
6. Proces konverzije: Sposobnost da se postojeće znanje učini korisnim [6].

7. Procesi primene znanja: Sposobnost primene, iskorištavanja i korišćenja znanja [6].
8. Procesi zaštite znanja: Sposobnost da se obezbedi znanje od neprimerene ili ilegalne upotrebe ili krađe [6].
9. Konkurentska prednost: Cilj organizacionih strategija [11], koji se meri u mnogim dimenzijama kao što su inovativnost, tržišna pozicija, masovno prilagođavanje i poteškoće u umnožavanju znanja [12].

4. ISTRAŽIVANJE

4.1. Uzorak istraživanja i organizacija obrade podataka

Uzorak ispitanika (N=150) čine zaposleni u organizacijama različitog profila na teritoriji Srbije. Zaposleni, kako u državnim preduzećima, tako i u privatnim, različitog nacionalnog porekla i različite veličine. Zaposleni na svim hijerarhijskim nivoima predstavljaju uzorak istraživanja, jer je mišljenje da analiza svakog pojedinca može doprineti razvoju organizacije i dati smernice za dalji rad. Istraživanje je kvantitativne, deskriptivne i analitičke svrhe. U empirijskom delu rada koristiće se metoda anketnog ispitivanja. Dobijeni podaci obrađeni su u programu IBM SPSS Statistics Version 21. primenom deskriptivne statistike i analizom varijanse (Anova).

4.2. Operacionalizacija varijabla u istraživanju i prikaz mernih instrumenata

Nezavisna varijabla – Lokus kontrole predstavlja nezavisnu varijablu u istraživanju. Lokus kontrole operacionalno je definisan primenom merne skale lokusa Rotter's Locus of Control kroz 29 ajtema, od čega su 23 ajtema validni za procenu. Faktori lokusa kontrole jesu: 1. Unutrašnji lokus kontrole i 2. Spoljašni lokus kontrole [2]. U ovom istraživanju nezavisna varijabla je predstavljena kao kategorijalna varijabla, kroz tri kategorije: 1. Jak intezitet unutrašnjeg lokusa kontrole, 2. Slab intezitat oba lokusa kontrole, i 3. Jak intezitet spoljašnjeg lokusa kontrole. Ovakva podela je postavka autora rada, jer smatraju da je interesantno ispitati delovanje ekstrema lokusa kontrole, kao i slab intezitet oba lokusa. Ova podela pruža novi vid procene, jer se osim dve tipične grupe lokusa kontrole, uvode tri grupe. Osobe sa slabim intezitetom lokusa, na granici su da im preovladava i drugi tip lokusa, tj.

kod ove grupe ispitanika do izražaja dolaze obe vrste, u zavisnosti od situacije. Stoga je opravdano što su svrstani u jednu grupu.

Zavisna varijabla – Menadžment znanja predstavlja zavisnu varijablu u istraživanju, kroz koju se vrši procena menadžmenta znanja. Upitnik je kreirao Nguyen, TNQ (2010), po uzoru na do tada standardizovane upitnike za pojedinačne oblasti menadžmenta znanja, koje je sve objedinio u jedan upitnik. Upitnik daje globalni skor primene KM-a, kroz 50 ajtema koji su svrstani u 9 dimenzija, a one su: organizaciona struktura, organizaciona kultura, veštine i znanja zaposlenih, informacioni - tehnički sistemi u podršci znanju, sticanje znanja, proces konverzacije znanja, proces primene znanja, procesi zaštite znanja i konkurentska prednost stečena primenom znanja [5].

5. REZULTATI I DISKUSIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje koje je sprovedeno bilo je usmereno da se utvrdi uticaj lokusa kontrole ispitanika na implementaciju KM-a. U radu će biti prikazani rezultati istraživanja, samo u slučaju gde je uspostavljen statistički značajan uticaj lokusa kontrole na KM, tj. biće prikazane samo one dimenzije na koje lokus kontrole ima uticaj. U tabeli 1. dati su deskriptivni podaci o svakoj grupi Lokusa kontrole u okviru značajne dimenzije.

Tabela 1. Deskriptivna statistika

Descriptives		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
Proces nabavke	Unutrašnji	27	31.26	7,921	1,524	28,13	34,39	11	42
	Slab intezitet	109	25,75	9,145	,876	24,02	27,49	6	42
	Spoljasnji	14	29,57	8,093	2,163	24,90	34,24	18	42
	Total	150	27,10	9,073	,741	25,64	28,56	6	42
Proces konverzije	Unutrašnji	27	29,63	9,377	1,805	25,92	33,34	9	42
	Slab intezitet	109	25,75	9,113	,873	24,02	27,48	6	42
	Spoljasnji	14	31,50	8,327	2,226	26,69	36,31	18	42
	Total	150	26,99	9,267	,757	25,49	28,48	6	42
Proces primene	Unutrašnji	27	37,96	9,062	1,744	34,38	41,55	14	49
	Slab intezitet	109	32,60	9,480	,908	30,80	34,40	7	49
	Spoljasnji	14	34,86	9,181	2,454	29,56	40,16	21	49
	Total	150	33,77	9,546	,779	32,23	35,31	7	49

U tabeli 2. prikazan je Leveneov test homogenosti varijanse, ova analiza ispituje jednakost varijansi u rezultatima u svakoj od 3 grupe. S obzirom da je Sig više od 0,05, nije prekršena pretpostavka o homogenosti varijanse. Da bi se utrdilo narušavanje te pretpostavke, gledaju se rezultati Robust-ovog testa jednakosti u Tabeli 3. U okviru tog testa sprovedena su dva testa: Welsh i Brown-Forsythe, koji su otporni na kršenje pretpostavki o homogenosti varijanse, što je

predstavljeno u. Koloni Sig., a pokazuju da su svi rezultati značajni na nivou $p < 0,05$.

Tabela 2. Test homogenosti **Tabela 3. Robust test jednakosti**

Test of Homogeneity of Variances	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Proces nabavke	,335	2	147	,716
Proces konverzacije	,061	2	147	,941
Proces primene	,237	2	147	,789

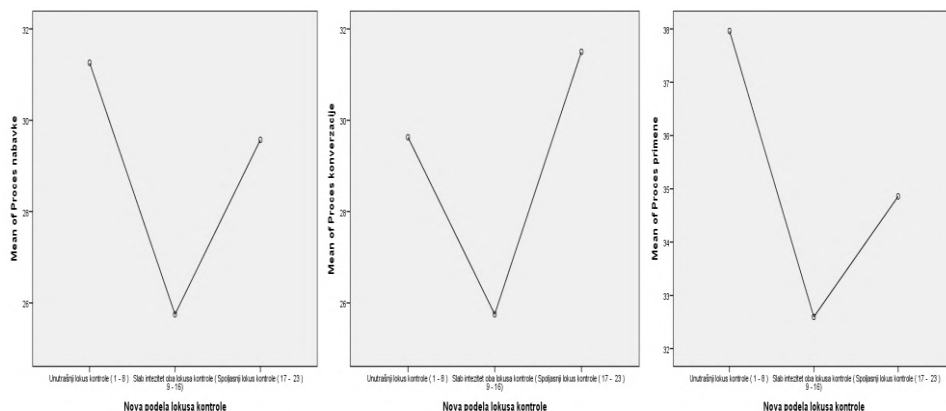
Robust Tests of Equality of Means		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Proces nabavke	Welch	5,364	2	31,256	,010
	Brown-Forsythe	5,614	2	47,296	,006
Proces konverzacije	Welch	4,037	2	30,259	,028
	Brown-Forsythe	4,058	2	48,862	,023
Proces primene	Welch	3,736	2	30,118	,036
	Brown-Forsythe	3,811	2	45,028	,030

U tabeli 4. dati su rezultati uticaja lokusa kontrole na značajne dimanzije, putem analize varijanse (ANOVA). Na osnovu čega se vidi da postoji statistički značajna razlika između srednjih vrednosti zavisne promenjive u tri grupe. Tabela 4. prikazuje razlike u statističkoj značajnosti, rezultati kazuju razlike između grupa (unutar i između grupa tj. kategorija Lokusa kontrole). Boldovani rezultati znače da se upoređene grupe međusobno značajno razlikuju na nivou $p < 0,05$ u odnosu na dimanzije. Kolona Sig pokazuje tačne iznose značajnosti.

Tabela 4. Uticaj lokusa kontrole na dimenzije KM-a putem ANOVE

ANOVA		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Proces nabavke	Between Groups	750,574	2	375,287	4,791	,010
	Within Groups	11514,926	147	78,333		
	Total	12265,500	149			
Proces konverzije	Between Groups	639,865	2	319,933	3,869	,023
	Within Groups	12156,108	147	82,695		
	Total	12795,973	149			
Proces primene	Between Groups	641,378	2	320,689	3,644	0,29
	Within Groups	12936,916	147	88,006		
	Total	13578,293	149			

Na osnovu rezultata proističu i dijagrami koji pokazuju detaljnije uticaje, što je prikazano na Slici 2.



Slika 2. Prikaz uticaja lokusa kontrole na značajne dimenzije KM-a

Prema rezultatima, lokus kontrole ima uticaj na dimenziju Proces nabavke znanja $F(2,147)=4,791$, $P=0,010$, što je označeno u tabeli sa Sig. 0,010. Na osnovu Dijagrama 1. vidi se detaljniji prikaz uticaja. Uočava se da jak unutrašnji lokus kontrole ima najjači uticaj, zatim jak spoljašnji i slab intezitet oba lokusa ima najslabiji uticaj na primenu ove dimenzije. Sledeća dimenzija na koju lokus kontrole ima uticaj je Proces konverzije znanja $F(2,147)=3,869$, $P=0,023$, što je označeno u tabeli sa Sig. 0,023. Na osnovu dijagrama uočava se da jak spoljašnji lokus kontrole ima najjači uticaj, zatim jak unutrašnji, a slab intezitet oba lokusa ima najslabiji uticaj na primenu ove dimenzije. Poslednja dimenzija je Proces primene znanja, gde je $F(2,147)=3,644$, $P=0,029$, što je označeno u tabeli sa Sig. 0,29. Na osnovu dijagrama uočava se da najjači uticaj od svih (i u odnosu na dimenzije) ima jak unutrašnji lokus kontrole, zatim da jak spoljašnji lokus kontrole ima uticaj ali dosta slabiji, dok najslabiji uticaj na primenu ove dimenzije ima slab intezitet oba lokusa.

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da u uslovima implementacije KM-a, lokus kontrole ima uticaj na tri dimenzije (proces nabavke, konverzije i primene znanja). Na ostale dimenzije nema uticaja, stoga implemetacija tih dimezija, zavisi od drugih faktora. Dimezije na koje ima uticaj mogu se unapređivati adekvatom motivacijom zaposlenih u odosu na njihov lokus kontrole i time se može unaprediti i implementacija KM-a, a samim tim i produktivnost organizacije. Generalno se može zaključiti da su najjači uticaji jakog unutrašnjeg i jakog spoljašnjeg lokusa kontrole. Kada je u pitanju slab intezitet oba lokusa, tu se zapaža da oni imaju uticaj, ali mnogo slabiji. Na takve zaposlene se takođe može uticati, ali pristup treba bude da adekvatno koncipiran, jer kod ovakvih zaposlenih dolazi do mešavine oba lokusa kontrole. Kada je u pitanju motivacija zaposlenih na osnovu lokusa kontrole, potrebno je da se osobe sa unutrašnjim lokusom motivišu na sledeći način: potrebno je da sami biraju nagrade, kao i uslove rada, da im se jasno stavi do znanja na osnovu čega će se meriti njihova produktivnost, takođe je potrebno da se njihov trud nagradi, da li pohvalom ili materijalno, ali mora biti nagrađen srazmerno uloženom trudu. Ono što treba izbegavati u pristupu kod zaposlenih sa unutrašnjim lokusom, je to da se ne trebaju stavljati u grupu zaposlenih

koji će biti zadovoljni sa bilo kojom nagradom i da bilo koja sankcija utiče na njih. Takve osobe su predodređene da budu lideri i da samostalno rade. Motivacija osoba sa spoljašnjim lokusom, je dosta drugačija, takvi zaposleni su predodređeni da rade u grupama i timu, njima je bitno da budu nagrađeni, čak i bez direktnog objašnjenja zbog čega su zaslužni, kod takvih zaposlenih nije bitno da oni sami biraju motivišuće faktore i uslove na radu. Adekvatnim pristupom zaposlenima, kao i njihovom raspodelom na određena radna mesta može se uticati da se i proces implementacije KM-a podigne na viši nivo u organizacijama.

LITERATURA

- [1] Rotter, J. B. (1954.). Social Learning and Clinical Psychology. In *Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall*.
- [2] Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of of reinforcement. *Psychological Monographs: General & Applied*, 80(1), 1-28. doi:10.1037/h0092976
- [3] Kavalić M.: „Lokus kontrole u funkciji unapređenja zadovoljstva poslom - *Locus of Control in the Function of Improving Job Satisfaction*“ 2017., Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Šovljanski, N. (2012). “Od čega zavise događaji u vašem životu - Motivisanje zaposlenih s obzirom na njihov lokus kontrole” <https://www.ekapija.com/business-advice>
- [5] Nguyen, TNQ. (2010). *Knowledge management capability and competitive advantage: an empirical study of Vietnamese enterprises*, PhD thesis, Southern Cross University, Lismore, NSW.
- [6] Gold, A., Malhotra, A. & Segars, A. (2001). Knowledge management: an organizational capabilities perspective. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 185-214.
- [7] McDermott, R. & O'Dell, C. (2001). Overcoming cultural barriers to sharing knowledge. *Journal of Knowledge Management*, 5(1), 76-85.
- [8] Lee, H. & Choi, B. (2003). Knowledge management enablers, processes, and organizational performance: an integrative view and empirical examination. *Journal of Management Information Systems*, 20(1), 179-228.
- [9] Smith, T. (2006). *Knowledge management and its capabilities linked to the business strategy for organisational effectiveness*, DBA thesis. Nova Southeastern University.
- [10] Inkpen A. (1996). Creating knowledge through collaboration. *California Management Review*, 39(1), 123-41.
- [11] Porter ME. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, Free Press, New York. 13.
- [12] Byrd, T. & Turner, D. (2001). An exploratory examination of the relationship between flexible IT infrastructure and competitive advantage. *Information and Management*, 39(1), 41-52.

MSc Sonja Segić

J&J metalni proizvodi d.o.o, Beočin

Dr Valentina Mladenović¹⁰

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Danijela Lalić

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Unapređenje angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima

Improving Employee Engagement in Micro-enterprises

Rezime:

Angažovanost zaposlenih je pozitivan odnos zaposlenog prema organizaciji i njenim vrednostima u kome je zaposleni svestan poslovnog konteksta i radi sa kolegama na poboljšanju performansi ali je, istovremeno, i dvosmeran odnos poslodavca i zaposlenog koji organizacija mora negovati. Mikro preduzeća su značajan segment poslovnog ambijenta u svakoj zemlji a u Republici Srbiji predstavljaju preko 85% svih privrednih subjekata. Međutim, istraživanja angažovanosti zaposlenih su pretežno fokusirana na velike poslovne sisteme. Cilj istraživanja je formulisanje višefazne mape puta čijom bi primenom bilo moguće unaprediti angažovanost zaposlenih u mikro preduzećima a kao istraživačka metodologija korišćena je studija slučaja. Rezultati istraživanja pokazuju da je moguće razviti model unapređivanja angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima sa nivoom kompleksnosti koji je primenljiv u praksi.

Gljučne reči: unapređenje angažovanosti zaposlenih, mikro preduzeća, Galup Q12 upitnik, "Točak balansa posao – život"

Abstract:

Employee engagement is a positive attitude towards organisation and its values held by the employee who is aware of the business context and is actively collaborating with colleagues in order to improve overall performance. At the same time, it is a two-way relationship between an employer and an employee that an organisation is obliged to nurture and stimulate. Micro-enterprises represent a significant portion of the business environment in every country and in Republic of Serbia they represent a scope of 85% of all economic entities. However, researches involving employee engagement are mainly focused on larger business systems. The objective of this research is to define a multiphase road map that would facilitate the improvement of employee engagement in micro-enterprises and the research method used is a case study. Research results show that it is possible to develop a model of improving employee engagement in micro-enterprises with the complexity level that can be applicable.

Keywords: Employee engagement improvment, Micro-enterprises, Gallup Q12 questionnarie, Work-Life Balance Wheel

¹⁰ mladenovic.val@gmail.com

UVOD

Angažovanost zaposlenih je oblast koja je sve intenzivnije u fokusu naučnih istraživanja dok visoko plasirane konsultantske firme za ljudske resurse nude brojne preporuke o tome kako se može razvijati [1]. Angažovani zaposleni znače više prihoda, manje reklamacija i srećnija radna mesta ali većina radnika nije potpuno angažovana na svojim radnim mestima što košta kompanije mnogo više od izgubljene produktivnosti [2]. Međutim, iako su finansije značajan motivator zaposlenih, većina pokretača koji podstiču njihovu angažovanost nisu finansijske prirode [3]. Zadatak razumevanja zaposlenog je složen podjednako koliko i posao ljudi iz marketinga koji nastoje da razumeju potrebe svojih klijenata [4] a unapređivanje angažovanosti zaposlenih je izuzetno vredan organizacioni cilj [5].

Kahn je 1990. g. [6] dao jednu od prvih definicija angažovanosti zaposlenih: „istovremeno biti zaposlen i izražavati najbolju verziju sebe, kada se radi o ponašanjima vezanim za obavljanje radnih zadataka, što podstiče povezanost sa radom i ostalim zaposlenima, ličnu prisutnost (fizičku, kognitivnu i emocionalnu), kao i aktivno obavljanje svoje profesionalne uloge na visini zadatka“. Angažovanost zaposlenih je definisana i kao „pozitivno, ispunjavajuće stanje uma vezano za posao koje se obično ispoljava kao energičnost (*vigor*), posvećenost (*dedication*) i udubljenost u posao (*absorption*) i suprotna je od sindroma sagorevanja (*burn-out*)“ [7].

Robinson, Perryman i Hayday [8] su ponudili značajno novo viđenje po kome ovaj pojam predstavlja „pozitivan odnos zaposlenog prema organizaciji i njenim vrednostima u kome je zaposleni svestan poslovnog konteksta i radi sa kolegama na poboljšanju performansi ali je, istovremeno, i dvosmeran odnos poslodavca i zaposlenog koji organizacija mora negovati“. Angažovanost zaposlenih je kombinacija kognitivnih i emocionalnih preduslova [9] i stepen privrženosti pojedinca poslu, kolegama i organizaciji, koja duboko utiče na njegovu spremnost da što kvalitetnije obavlja svoju profesionalnu ulogu [10].

Naučno-stručna istraživanja angažovanosti zaposlenih su pretežno fokusirana na velike poslovne sisteme [11] dok su mala i srednja preduzeća retko razmatrana [12]. Značaj proučavanja mikro preduzeća u tom kontekstu nije prepoznat iako su ona veoma bitan privredni činilac. Na primer, ona u Republici Srbiji predstavljaju preko 85% svih preduzeća [13]. Cilj ovog istraživanja je razvoj realno

primenljivog modela unapređivanja angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima.

1. METOD

Kao istraživački metod odabrana je studija slučaja u okviru koje je analizirano lokalno preduzeće (škola stranih jezika). Da bi preduzeće bilo klasifikovano kao mikro neophodno je da ispunjava bar dva od sledeća tri kriterijuma [14]: 1. poslovni prihod u prethodnoj godini ≤ 700.000 €; 2. prosečna vrednost poslovne imovine ≤ 350.000 €; 3. broj zaposlenih ≤ 10 . Analizirano preduzeće je mikro jer ispunjava prva dva kriterijuma dok je broj zaposlenih $12 > 10$.

Osnovno pitanje koje je usmeravalo ovo istraživanje je bilo da li su uvidi koji se mogu steći: a) analizom tri aspekta mikro preduzeća, b) anketiranjem zaposlenih minimalnim setom adekvatnih instrumenata i c) istraživanjem specifičnosti i problema angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima, dovoljni da se formuliše realno primenljiva mapa puta za unapređivanje angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima.

U *prvoj fazi* je analizirana organizaciona struktura, intervjuisana je vlasnica i analiziran je model interne komunikacije.

U *drugoj fazi* su primenjena dva komplementarna instrumenta, Galup Q¹² upitnik i „*Točak balansa posao – život*“ (*Work-Life Balance Wheel*, nadalje WLBW), koji su odabrani na osnovu sledećih kriterijuma: 1. instrumenti bi trebalo da vlasniku preduzeća omoguće uvid u aspekte koje bi trebalo korigovati i/ili poboljšati da bi se unapredila angažovanost njegovih zaposlenih; 2. alati ne bi trebalo da finansijski opterete vlasnika mikro preduzeća; 3. implementacija i administracija alata bi trebalo da budu jednostavne i brze; 4. holističko iskustvo zaposlenog je značajno [15] jer na njegovu angažovanost bitno utiče i ono što mu se dešava van radnog mesta [16]. Anketiranje je obuhvatilo 9 zaposlenih, koji ne pripadaju porodici - vlasniku preduzeća.

Galupov Q¹² upitnik je nastao kao rezultat sveobuhvatnog ispitivanja 17 miliona zaposlenih tokom 30 godina rada u najrazličitijim vrstama preduzeća, a njegove osnovne elemente čini dvanaest tvrdnji na koje se anketirani izjašnjavaju sa DA ili NE (tabela 1), pri čemu tvrdnje direktno korespondiraju sa ključnim poslovnim ishodima [17].

WLBW je instrument za samoprocenu koji pojedincu pomaže u postizanju veće ravnoteže u ličnom životu, a čini ga 8 kategorija (slika

1) koje predstavljaju statistički najčešće testirane ključne oblasti primenom ovog metoda [18].

Na osnovu uvida stečenih kroz istraživanje naučne i stručne literature i kroz proces realizacije prve dve faze, u trećoj fazi su identifikovane specifičnosti kao i problemi unapređivanja angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima.

2. REZULTATI

2.1. Rezultati prve faze istraživanja

Organizaciona struktura preduzeća ima tri segmenta:

- a) tročlani menadžment Škole; b) 2 administrativna službenika;
- c) 7 nastavnika koji realizuju nastavu podeljenu u 4 departmana.

Intervju sa vlasnikom mikro preduzeća je pokazao:

- a) preduzeće nema razvijene instrumente za evaluaciju angažovanosti zaposlenih i b) neguju se razni vidovi *team building-a*.

Model interne komunikacije sadrži 7 komponenti:

1. *Fascikla interne komunikacije zaposlenog sa ostalim zaposlenima.*
2. *Problem/Perplexity/Proposal/Opinion alat* čijom primenom zaposleni dobija pisanu provratnu informaciju na problem/nedoumicu/ predlog/ mišljenje koji je izneo menadžmentu.
3. *Kolegijum* – sedmični sastanak zaposlenih.
4. *Job/performance appraisal* tj. godišnji sastanak na kome zaposleni diskutuje sa svojim nadređenim na relevantne teme.
5. *Sedmični sastanak koordinatora departmana.*
6. *Sastanak na menadžerskom nivou.*
7. *Neformalna druženja.*

Razvijeni model ima visok nivo kompleksnosti, a realizacija nekih njegovih segmenata je nedovoljno efikasna. Međutim, model interne komunikacije u preduzeću se kontinuirano usavršava.

2.2. Rezultati druge faze istraživanja

2.2.1. Primena metoda Galup Q¹² i analiza rezultata

Odgovori 9 anketiranih su prikazani zbirno u tabeli 1. Najmanje pozitivnih odgovora (55,55%) je dato na tvrdnju Q2 što je pokazatelj da menadžment ne obezbeđuje dovoljno materijala i opreme neophodne za korektno obavljanje posla, te da je u toj oblasti neophodno značano poboljšanje. Na tvrdnje Q1, Q5 i Q12 je dato 100% pozitivnih odgovora što ukazuje na izuzetno pozitivne efekte razvijene interne komunikacije kao i na kvalitetan ambijent koji vlada u preduzeću. Na tvrdnju Q10 je

dato 66,67% pozitivnih odgovora i na taj aspekt menadžment ne može direktno uticati, ali daljim negovanjem kvalitetnih međuljudskih odnosa može, u određenoj meri, doprinostiti poboljšanju ovog aspekta.

Tabela 1: Prikaz analiziranih rezultata prikupljenih primenom Q^{12} upitnika

Tvrđnja	Pozitivni/ Ukupan br. odgovora	Procenat pozitivnih odgovora (P_i)
Q1: Znam šta se od mene očekuje na poslu	9/9	100%
Q2: Imam sve neophodne materijale i opremu da obavljam posao kako treba	5/9	55,55%
Q3: Na poslu imam priliku da svakodnevno radim ono što najbolje umem	7/9	77,78%
Q4: U poslednjih sedam dana primio/la sam pohvalu ili priznanje za dobro obavljen posao	7/9	77,78%
Q5: Mom nadzorniku je stalo do mene kao osobe	9/9	100%
Q6: Postoji osoba na poslu koja podstiče moj razvoj	8/9	88,89%
Q7: Na poslu, moje mišljenje je važno	7/9	77,78%
Q8: Misija moje firme čini da svoj posao doživljavam važnim	8/9	88,89%
Q9: Moje kolege su posvećene su tome da kvalitetno rade svoj posao	8/9	88,89%
Q10: Imam najboljeg prijatelja na poslu	6/9	66,67%
Q11: U poslednjih šest meseci, neko na poslu je razgovarao sa mnom o mom napretku	7/9	77,78%
Q12: Tokom prošle poslovne godine imao/la sam priliku na poslu da učim i razvijam se	9/9	100%

Integralni Q^{12} koeficijent za posmatrano mikro preduzeće je:

$$Q_{MP}^{12} = \frac{1}{12} \cdot \sum_{i=1}^{12} P_i = 83,33\%$$

Koeficijent se nalazi u gornjoj četvrtini procentne skale i ukazuje na to da ambijent u analiziranom preduzeću značajno doprinosi angažovanosti zaposlenih ali i da postoji prostor za poboljšanje.

2.2.2. Primena metoda WLBW i analiza rezultata

U tabeli 2 je prikazana distribucija 72 ocene po kategorijama (9 zaposlenih X 8 kategorija). Četiri najviše ocene se pojavljuju ukupno 50 puta, to jest 69,44%, dok je najniža ocena 1 data jednom i to u prvoj kategoriji. "Profil" prosečnog zaposlenog u analiziranom preduzeću (slika 1) izgleda ovako: prosečne ocene u svim ključnim oblastima se nalaze iznad polovine linearne skale i kreću se u opsegu od 5,50 do 9,00; najviši nivo zadovoljstva je iskazan u kategoriji „porodica i

prijatelji” (9,00); najniža prosečna ocena je data kategoriji „finansije” (5,50), a za ostalih 6 kategorija se ocene kreću u opsegu od 7,00 do 8,00.

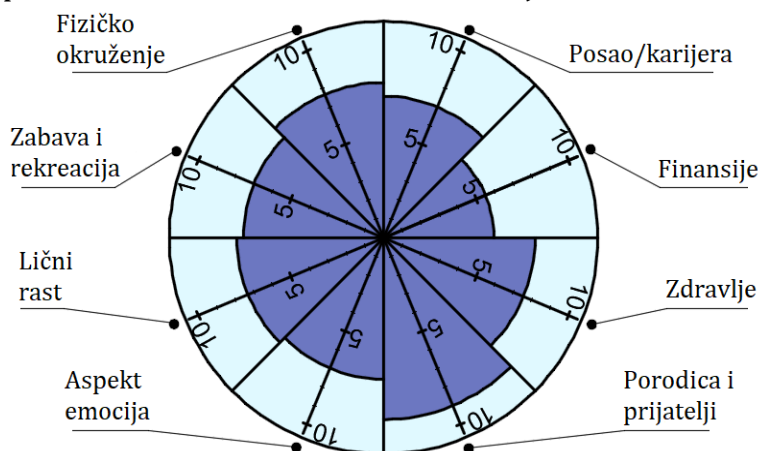
Tabela 2: Distribucija odgovora zaposlenih primenom WLBW

Ocena	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broj pojavljivanja X	1	/	1	7	5	7	14	17	10	9
Frekvencija X/72	0,014	/	0,014	0,097	0,069	0,097	0,194	0,236	0,139	0,125

Integralni WLBW koeficijent, to jest pokrivena površina, je:

$$P_{MP}^{WLBW} = \frac{1}{8} \cdot \sum_{i=1}^8 (r_i^2 \pi) = 53,50\pi$$

Kako je maksimalna površina 100π , očigledno je da je prosečni zaposleni iskazao samo 53,50% zadovoljstva balansom *Posao - Život*. Ukoliko se dobijena vrednost uporedi sa vrednošću integralnog Q^{12} koeficijenta postaje očigledno u kojoj je meri holistički pristup problemu angažovanosti zaposlenih značajan. Naime, Galupov Q^{12} upitnik je pokazao da postoji samo jedan aspekt (Q2) koji bi trebalo što pre poboljšati, te da je visoka angažovanost zaposlenih očekivana zbog visokih procenata ostvarenih na ostalim tvrdnjama.



Slika 1. WLBW zaposlenih u posmatranom preduzeću

Ova WLBW „kolektivna slika“ ne predstavlja nijednog konkretnog zaposlenog, ali usmerava pažnju poslodavca na značajne

prepreke većoj angažovanosti njegovih zaposlenih posebno kada su u pitanju oni aspekti koji su karakteristike njihovog privatnog života.

2.3. Analiza rezultata treće faze istraživanja

Analiza specifičnosti unapređivanja aspekta angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima pokazala je sledeće kritične tačke:

a) rezultati naučnih istraživanja najčešće ne nađu put do vlasnika preduzeća; b) nauka često nudi kompleksna, u praksi teško primenljiva, rešenja; c) u mikro preduzećima ne postoji služba za ljudske resurse u čijoj je nadležnosti vođenje procesa unapređivanja angažovanosti zaposlenih; d) uprkos anonimnim anketama, u mikro firmama postoji velika verovatnoća da će osoba koja prikuplja urađene ankete identifikovati ispitanike, što mnoge od zaposlenih može sprečiti da budu otvoreni; e) veoma je mala verovatnoća da će vlasnik mikro preduzeća izdvojiti sredstva i angažovati eksterne stručnjake za istraživanje angažovanosti zaposlenih.

3. PREDLOG MODELA ZA UNAPREĐIVANJE ANGAŽOVANOSTI ZAPOSLENIH U MIKRO PREDUZEĆIMA

Na osnovu podataka prikupljenih kroz tri faze istraživanja predlaže se model unapređivanja angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima formulisan u vidu petofazne mape puta.

Prva faza podrazumeva pokretanje zvanične inicijative i obezbeđivanje institucionalne podrške (Ministarstvo privrede, Privredna komora, lokalna zajednica, ...) mikro preduzećima od strane stručne i naučne zajednice (fakulteti, instituti, relevantne organizacije). Problematika povećavanja angažovanosti zaposlenih u mikro preduzećima zahteva dugoročnu stručno i naučno podržanu akciju na širem nivou, koja bi trebalo da se realizuje po ciklusima. Finansiranje tako sveobuhatnog i dugoročnog procesa bi bilo moguće kroz brojne međunarodne i programe prekogranične saradnje, a tokom njegove početne faze trebalo bi da budu oformljeni stručno-naučni timovi koji bi proces sprovodili i podržavali.

Druga faza uključuje sledeće aktivnosti stručno-naučnih timova: identifikacija mikro preduzeća koja imaju značajan potencijal za poboljšanje aspekta angažovanosti zaposlenih, a koja su diversifikovana na većem delu teritorije Republike Srbije; senzibilizacija odabranih vlasnika mikro preduzeća za problematiku angažovanosti zaposlenih i

motivisanje za učešće u programu; realizovanje funkcionalnih praktičnih seminara za vlasnike odabranih mikro preduzeća. Željeni efekti ove faze su da su vlasnici mikro preduzeća postali: svesni značaja angažovanosti zaposlenih; svesni da je u njihovoj nadležnosti unapređivanje angažovanosti zaposlenih; svesni da moraju naučiti kako se to radi ili angažovati stručnjake i biti spremni da poslušaju savete i isprate proceduru.

Treća faza obuhvata kreiranje i realizovanje adekvatnih vidova senzibilizacije zaposlenih u odabranim mikro preduzećima na temu angažovanosti kao i o svrsi i karakteristikama istraživanja i to pomoću sažetih i odgovarajuće komuniciranih informacija. Kvalitet realizacije ove faze će neposredno uticati na to da se zaposleni ne osećaju kao učesnici eksperimenta i budu sigurni da ne može doći do zloupotrebe podataka koje će dati tokom anketiranja. Na kraju realizacije ove faze, preduzeće je dovedeno u željeno stanje koje bi se moglo definisati kao „*Zrelost preduzeća za implementaciju procesa unapređivanja angažovanosti zaposlenih*“, što znači da je ispunjena relacija ekvivalencije u matematičko-logičkom smislu: „=>“ potreban uslov - lider je spreman i „<=“ dovoljan uslov - zaposleni su spremni.

Četvrta faza podrazumeva realizaciju anketiranja zaposlenih; obradu prikupljenih podataka; prezentovanje integralnih rezultata vlasniku preduzeća; prezentovanje integralnih rezultata zaposlenima i predlog malog broja jednostavnih koraka za poboljšanje aspekta angažovanosti zaposlenih u konkretnom mikro preduzeću. Instrumenti koji će biti upotrebljeni za prvi krug anketiranja trebalo bi da budu lako razumljivi i jednostavni za primenu. Zbog toga se predlaže da to budu Galupov Q¹² upitnik i „*Work-Life Balance Wheel*“. Rezultati bi trebalo da budu prezentovani preko: tabele odgovora na Galupov Q¹² upitnik, integralnog Q¹² Galup koeficijenta, slike integralnog WLBW i integralnog P^{WLBW} koeficijenta. Ovi pokazatelji će vlasniku i zaposlenima samo predstaviti profil preduzeća i klimu koja u njemu vlada. Oni se, kroz ovaj proces, navikavaju na takav način analize i tokom vremena će postati sposobni da prihvate i detaljnije rezultate.

U Petoj fazi je predviđeno ponavljanje istraživanja istim instrumentima nakon perioda od 3 meseca i, na osnovu detaljnijih rezultata, razvijanje strategije i pokretanje konkretnijih, operativnih akcija za poboljšanje angažovanosti zaposlenih; prilagođavanje i modernizovanje liste instrumenata koje zaposleni koriste u procesu

samoprocene; ciklično polugodišnje ponavljanje istraživanja. Istovremeno, trebalo bi realizovati sledeći ciklus selekcije i identifikovati nova mikro preduzeća koja bi bila vođena kroz identične faze, uz korekcije i prilagođavanja u skladu sa uvidima i iskustvima iz prvog ciklusa.

4. ZAKLJUČAK

Podaci prikupljeni kroz tri faze istraživanja su se pokazali kao kvalitetna osnova za formulisanje modela unapređivanja angažovanja zaposlenih u mikro preduzećima. Predloženi model je realno primenljiv u praksi zato što: uzima u obzir specifičnosti mikro preduzeća kada je u pitanju aspekt angažovanosti zaposlenih; jednostavan je za razumevanje i realizaciju kako za vlasnika tako i za zaposlene; finansijski nije opterećujuć za vlasnika preduzeća; tokom realizacije zaposleni ne troše mnogo vremena koje bi trebalo da posvete svom poslu; realizuje se po fazama te je dinamiku moguće prilagoditi specifičnostima preduzeća; na sledeću fazu se prelazi onda kada je preduzeće „zrelo“ za nju, to jest kada dostigne neophodan unutrašnji kapacitet.; minimalni set dva odabrana instrumenta, koji čine Galupov Q¹² upitnik i WLBW, omogućava holistički pristup jer se istovremeno stiče uvid u aspekte značajne za angažovanost zaposlenih na poslu ali i u oblasti njihovog života koji se odvija van posla.

LITERATURA

- [1] Macey, W. H. and Schneider, B. (2008). The meaning of employee engagement. *Industrial and organizational Psychology*, vol. 1, no. 1, p. 3-30.
- [2] White, S., K. (2016). 5 hard truths about employee engagement. <https://www.cio.com/article/3065617/cio-role/5-hard-truths-about-employee-engagement.html>, pristupljeno 28.08.2020.
- [3] Markos, S. and Sridevi, M. S. (2010). Employee engagement: The key to improving performance. *International journal of business and management*, vol. 5, no. 12, p. 89-96.
- [4] Deloitte Global Human Capital Trends (2017). Rewriting the rules for the digital age. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/human-capital-trends/2017/introduction.html>, pristupljeno 24.08.2020.
- [5] Shuck, B. and Wollard, K. (2010). Employee engagement and HRD: A seminal review of the foundations. *Human Resource Development Review*, vol. 9, no. 1, p. 89-110.

- [6] Kahn, W. A. (1990). Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work. *Academy of management journal*, vol. 33, no. 4, p. 692-724.
- [7] Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-Romá, V. and Bakker, A. B. (2002). The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness studies*, vol. 3, no. 1, p. 71-92.
- [8] Robinson, D., Perryman, S. and Hayday, S. (2004). The drivers of employee engagement. *Report-Institute for Employment Studies*.
- [9] Freaney, Y. and Tiernan, J. (2006). Employee engagement: An overview of the literature on the proposed antithesis to burnout. *The Irish Journal of Psychology*, vol. 27, no. 3, p. 130-141.
- [10] Vijayanthi, P., Shreenivasan, K. A. and Prabhakaran, S. (2011). Employee Engagement predictors: A study at GE Power & Water. *International Journal of Global Business*, vol. 4, no. 2, p. 60.
- [11] Wilkinson, A. (1999). Employment relations in SMEs. *Employee relations*, vol. 21, no. 3, p. 206-217.
- [12] Ajayi, O. M., Odusanya, K. and Morton, S. (2017). Stimulating employee ambidexterity and employee engagement in SMEs. *Management Decision*. vol. 55, no. 4, p. 662-680.
- [13] Republički zavod za statistiku <https://www.virtuelni-inkubator.rs/aktuelno/aktuelnosti/mikro-mala-i-srednja-preduzeca-okosnica-su-razvoja> pristupljeno 19.9.2020.
- [14] Zakon o računovodstvu Republike Srbije, Član 6 (2019). <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/skupstina/zakon/2019/73/2>, pristupljeno 04.09.2020.
- [15] Bersin, J. (2016). A New World of Tools for Measuring Employee Engagement. <https://www.shrm.org/resourcesandtools/hr-topics/technology/pages/a-new-world-of-tools-for-measuring-employee-engagement.aspx>, pristupljeno 1.09.2020.
- [16] LaMotte, S. (2013). Employee Engagement Depends on What Happens Outside of the Office. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2015/01/employee-engagement-depends-on-what-happens-outside-of-the-office>, pristupljeno 13.08.2020.
- [17] Harter, J. K., Schmidt, F. L., Agarwal, S. and Plowman, S. K. (2016). The relationship between engagement at work and organizational outcomes. 2016 Q12® Meta-Analysis: Ninth Edition. *Gallup Poll Consulting University Press, Washington*.
- [18] Baker, B. (2013). Wheel of Life – A Self-Assessment Tool. <http://www.startofhappiness.com/wheel-of-life-a-self-assessment-tool/>, pristupljeno 14.09.2020.

Mr Spasoje Erić

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

MSc Željko Stojanović¹¹

Partizanska 34/e Elemir

MSc Snežana Radosavljević

DAD Dräxlmaier Automotive d.o.o. Zrenjanin

Doprinos poboljšanju strateških principa ulazne kontrole kvaliteta u jednom preduzeću iz Zrenjanina

Contribution to the improving of strategic principles of incoming quality control in one company from Zrenjanin

Rezime:

ovom radu, autori su pokušali da sagledaju probleme koji nastaju u radu ulazne kontrole kvaliteta u jednom preduzeću u Zrenjaninu i da pruže adekvatan set predloga u cilju izbegavanja destabilizacije proizvodnog procesa, smanjenja produktivnosti i troškova dodatnih ispitivanja materijala. Pažnja je posvećena pojmovnom određenju problema istraživanja i kritičnim faktorima kao potencijalnim uzrocima problema u pred-proizvodnim i proizvodnim aktivnostima. Analizirani su principi i metodologija prijema metalnih proizvoda od dobavljača, koji važe za najčešće polazne materijale u preduzeću. Rezultati ovog rada ukazuju na potrebu strukturirane promene pristupa u organizovanju kritičnih faktora od kojih zavisi uspešnost prijema i procesuiranja dolazne robe, smanjenje neusaglašenosti i reklamacija, kao i neophodnost usvajanja i aktualizacije koncepta koji naglašava važnost prevencije a ne otkrivanja.

Gljučne reči: ulazna kontrola kvaliteta, čelični limovi, valjani profili, ispitivanje materijala

Abstract:

In this paper, the authors have tried to look at the problems arising in the work of incoming quality control in one company in Zrenjanin and to provide an adequate set of proposals in aim to avoid destabilization of the production process, reduction of productivity and the cost of additional testing of materials. Attention was paid to the conceptual definition of research problem and critical factors as potential causes of problems in pre-production and production activities. The principles and methodology of receiving metal products from suppliers were analyzed, that are considered as the most common starting materials in the company. The results of this paper indicate the need for a structured change of approach in organization of critical factors on which the success of receiving and processing incoming goods depends, reducing inconsistencies and complaints, as well as the need to adopt and actualize a concept that emphasizes the importance of prevention rather than detection.

Key words: incoming quality control, steel sheets, rolled profiles, materials testing

¹¹ zeljkoelemir@gmail.com

UVOD

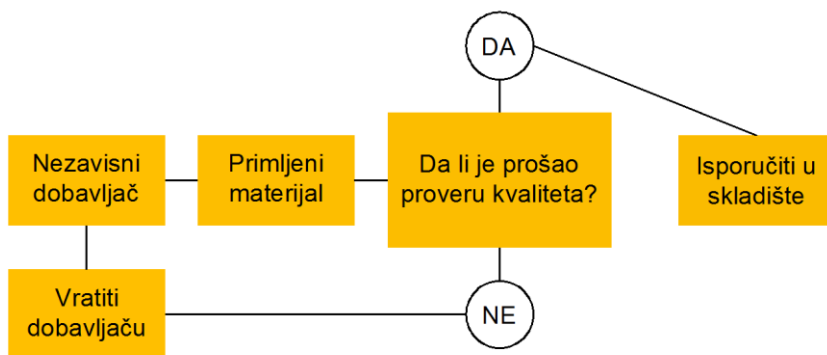
Pošto za potrebe proizvodnje većinu komponenti preduzeće kupuje od drugih preduzeća, ulazna kontrola kvaliteta je važna aktivnost u očuvanju kvaliteta finalnog proizvoda. Usled postojanja širokog proizvodnog asortimana i najrazličitijih tehnoloških i obradnih procesa, odnosno procesa izrade delova ili proizvoda, u preduzeću su u upotrebi različiti proizvodi crne metalurgije, kao što su čelični limovi, okrugli, kvadratni i šestougaooni čelik, flahovi, okrugle, kvadratne i pravougaone cevi itd. Bilo kakve greške koje dobavljači prave mogu stvoriti probleme sa kvalitetom ukoliko se ne preduzmu mere za proveru pristiglog materijala. Na primer, pogrešan kvalitet materijala u proizvodnji može da utiče na obradivost materijala. Loš kvalitet može proizvođača koštati bilo šta, od malih troškova prepravke dela i njegovog vraćanja nazad, do narušavanja reputacije ako proizvod ne zadovoljava kriterijume funkcionalnosti u toku eksploatacije na terenu. Pogrešan kvalitet materijala može ući u proizvodnju na različite načine, i to: gubitkom sertifikata ili atesta, kao pogrešno dopremljen kvalitet materijala od dobavljača, mešanjem materijala u magacinu, mešanim ili čak falsifikovanim sertifikatom. [1] Pravovremenim radom ulazne kontrole kvaliteta, mogu se preduzeti koraci kako bi se osiguralo da se napred navedeno ne dogodi i da se na taj način spreče problemi koji utiču na kupce dalje niz lanac snabdevanja.

U ovom radu je učinjen korak prema identifikaciji i boljem razumevanju problema u radu ulazne kontrole kvaliteta u jednom preduzeću iz Zrenjanina na temelju kojih su predložene korektivne mere koje imaju za cilj doprinos osetnom smanjenju troškova proizvodnje, smanjenju rizika od ulaska materijala pogrešnog kvaliteta u proizvodnju i sigurnosti da je dopremljen materijal ispravan i da je u skladu sa specifikacijama iz porudžbine. **Cilj ovog rada** je definisanje predloga aktivnosti za uspešnju identifikaciju kvaliteta kupljenih materijala pre nego što započne proizvodni ciklus.

ULAZNA KONTROLA KVALITETA - ODREĐIVANJE POJMA

U procesu proizvodnje mogu se koristiti samo besprekorni materijali i poluproizvodi koji ispunjavaju definisane zahteve kvaliteta. Zbog toga su potrebni visoki kontrolni standardi za ulaznu robu. Da bi se smanjili troškovi neusklađenosti, važna je sveobuhvatna ulazna kontrola robe kako bi se proverilo da li je materijal stigao u dobrom

stanju u skladište. Roba će biti prihvaćena na zalihama kroz sistematsku ulaznu kontrolu, zasnovanu na poslovnim pravilima koja su u skladu sa postojećim poslovnim procesima i propisima. [2] Prema literaturi [3] ulazna kontrola kvaliteta, poznata i kao prijemna kontrola kvaliteta ili kontrola materijala, potvrđuje kvalitet kupljenih materijala na osnovu postavljenih kriterijuma prihvatanja. Sprovodi je osoblje za kontrolu kvaliteta u proizvodnom pogonu ili u skladištu radi rešavanja pitanja kvaliteta pre nego što započne proizvodnja. Uzorak dijagrama toka procesa ulazne kontrole prikazan je na slici 1.



Slika 1. Uzorak dijagrama toka procesa ulazne kontrole [4]

ULAZNA KONTROLA KVALITETA KAO KRITIČNI FAKTOR USPEHA

Kvalitet finalnog proizvoda direktno zavisi od kvaliteta materijala koji se ugrađuju u njega, te je stoga neophodno da se svi materijali pregledaju pre upotrebe u bilo kojoj od faza montaže. Potrebno je koristiti proceduru za kontrolu svih ulaznih materijala, jer je to faza u kojoj se svi neispravni materijali koje isporuči dobavljač moraju identifikovati i staviti na jednu stranu, čime se sprečava njihov ulazak u skladište preduzeća. [5] Dobra procedura kontrole kvaliteta pomaže da se proizvodnja obavlja na vreme, da se izbegnu problemi sa sigurnošću i pouzdanošću proizvoda koji mogu povećati troškove, rezultovati reklamacijom proizvoda ili prouzrokovati probleme koji predstavljaju rizike za korisnike ili potrošače. [6] Za mnoga preduzeća ulazna kontrola kvaliteta je obaveza koja je povezana sa visokim troškovima. Pa, ipak, pravilno planiranje i sprovođenje kontrole daju brojne prednosti. Neispravni proizvodi rezultiraju dodatnim troškovima i trošenjem vremena i za kupca i za dobavljača. U isto vreme, praktično je nemoguće proizvoditi visokokvalitetne proizvode

od nekvalitetnih komponenti. U tom slučaju, posebno je važno da dobavljači isporuče svoju robu u besprekornom stanju. Samo kontrola zasnovana na sofisticiranim kontrolnim planovima pruža sigurnost u vezi sa kvalitetom robe i minimizira rizik od neispravne isporuke ili reklamacije. [7]

PROBLEMI U RADU ULAZNE KONTROLE KVALITETA U PREDUZEĆU

Ovaj deo rada identifikuje najčešće probleme sa kojima se suočava ulazna kontrola kvaliteta u preduzeću u toku svog rada, kao i tokom interne komunikacije sa sektorom za obezbeđenje kvaliteta, ali i tokom eksterne komunikacije sa dobavljačima, a koji imaju ključni uticaj na efikasnost rada službe i na njen stvarni učinak. Ključni problemi su: neodgovarajuće pripremljen prijemni prostor; slaba komunikacija između ulazne kontrole i odeljenja za nabavku; izostanak dokaza o kvalitetu (atesta); izostanak deklaracije na materijalima; korozija materijala; mehanička oštećenja; neusaglašenost obeležavanja sa otpremnicom.

Neodgovarajuće pripremljen prijemni prostor. Ovo je problem u prijemu materijala, jer ulazna kontrola radi u prostoru koji je često nedovoljan za prijem novih materijala, čemu treba dodati postojanje prethodno primljenih materijala što odaje utisak loše organizacije i otežava pristup primljenoj robi. Prijemni prostor nije na odgovarajući način zaštićen od delovanja vremenskih uslova čime postoji mogućnost izlaganja primljenih materijala padavinama i njihovog ubrzanog propadanja.

Slaba komunikacija između ulazne kontrole i odeljenja za nabavku. Ovo dovodi do toga da se ulazna kontrola ne izvrši za vreme istovara, pa nije moguće kontrolisati dopremljene materijale upoređivanjem naziva, vrste, količine i stanja dopremljenih materijala (da li su oštećene ili nisu) prema otpremnici i dokumentaciji dobavljača u odnosu sa stvarno dopremljenim stanjem, odnosno nemoguće je biti siguran da je sve u redu onog momenta kada su materijali dopremljeni. To može kasnije izazvati probleme ukoliko postoji razlika u količini ili vrsti materijala u odnosu na podatke koji su na otpremnici. Neusaglašenost sa podacima u otpremnici dobavljača nameće postupak reklamacije, a pogrešan materijal se mora zameniti zahtevanim. Prilikom vraćanja materijala, mora se čekati na isporuku po nekoliko dana, pa i nedelja, a za svo to vreme pogrešan materijal zauzima

prijemni prostor, a još je nepovoljnija varijanta ako mešanjem materijala u skladištu pogrešan kvalitet uđe u proizvodnju.

Nedostatak atesta. Ulazna kontrola se vrši uvidom u dokaze o kvalitetu (ateste) i utvrđivanjem kvaliteta dopremljenog materijala u odnosu na zahteve date narudžbenicom. Da bi mogla garantovati usklađenost materijala sa zahtevima kupca, dobavljač je u obavezi da poseduje važeće ateste koje će dostaviti kupcu uz isporučene materijale. Međutim, dobavljači vrlo često ne smatraju za svoju obavezu izdavanje uverenja o kvalitetu. Nedostatak atesta ume da stvori klimu nepoverenja između klijenta i dobavljača, jer onemogućava ulaznoj kontroli potpuniji uvid u tehnološke i mehaničke osobine materijala, odnosno u njihov kvalitet. Izostanak atesta onemogućava dokazivanje da materijali imaju osobine koje su predviđene standardima, a koje klijent očekuje. Izostanak atesta onemogućava da se određena količina nekog materijala, odnosno serija (šarža) evidentira kod ulaza u skladište i da se prati kod izlaza iz skladišta, odnosno nije moguće znati kada je kupljena određena količina, serija tog materijala i kome smo sve prodali proizvode iz te serije, tj. nećemo imati uvid u sledljivost (mogućnost praćenja, mogućnost ulaženja u trag).

Izostanak deklaracije. Deklaracija o usaglašenosti je dokument koji službeno potvrđuje da proizvod ispunjava suštinske zahteve u važećim CE direktivama. Imajući te dokumente, dobavljač prihvata isključivu odgovornost za usklađenost proizvoda sa CE. [8] Ulazna kontrola tokom vizuelnog pregleda može naići na materijale koji nemaju jedinstvenu deklaraciju koja prati materijal i koja mora da sadrži sve podatke u skladu sa Zakonom, a naročito podatke kojima se garantuje usaglašenost materijala sa karakteristikama, standardima, specifikacijom i opisima traženim u narudžbenici. Ulazna kontrola praktično ne može da uporedi da li su upisani broj šarže, kvalitet materijala i zahtevani standardi usaglašeni sa navedenim u atestu, u otpremnici i u narudžbenici. Rezultat kontrole neobeležanih materijala treba da bude "odbijeno", a ulazna kontrola treba da izda izveštaj o neusaglašenosti za odbijene materijale i da naznači da li će se vratiti dobavljaču ili će se ponovo proceniti na osnovu konkretnijih kriterijuma prihvatanja. Odbijanje može dovesti do uskog grla i destabilizovati raspored proizvodnje, ali sprečava skupe proizvodne probleme, poput masovne proizvodnje nesigurnih i neispravnih proizvoda.

Korozija i mehanička oštećenja materijala. Usled korišćenja nepouzdanih metoda zaštite od korozije koje tokom vremena pucaju i propuštaju vlagu, kao i usled nepropisnog odlaganja materijala može doći do pojave korozije u skladištu dobavljača. Usled nepostojanja odgovarajućeg pakovanja materijala i usled neodgovorne manipulacije sredstvima unutrašnjeg transporta, u skladištu dobavljača mogu nastati površinska mehanička oštećenja u vidu riseva ili brazdi. Ulazna kontrola treba da pazi na manje ili veće nedostatke kao što su dimenzionalna odstupanja (na primer valovitost čeličnih tabli) i postojanje korozije i mehaničkih oštećenja u skladištu ili u transportu da bi utvrdila da li se materijali mogu uslovno prihvatiti. Potrebno je odrediti uslove za prihvatanje kao što su obrada sačmarenjem kritičnih površina ili zamena od strane dobavljača i osigurati da se rukovodilac kvaliteta i predstavnik dobavljača slažu oko preduzetih mera.

Neusaglašenost obeležavanja sa otpremnicom. Označavanje bojama izvodi se u cilju lakšeg i bržeg raspoznavanja materijala u magacinima, radionicama i sličnim skladištima. Šipkasti čelik se označava bojama na krajnjim površinama. Problem u kontrolisanju šipkastih materijala zasniva se na neodgovarajućem označavanju bojom u odnosu na namenu. Izazov predstavlja pravilno definisanje namene šipkastog materijala kada se podaci u otpremnici razlikuju od stvarnog značenja boje isporučenog materijala. U svojoj otpremnici, dobavljač može da tvrdi da je isporučen materijal u kvalitetu 42CrMo4 koji je namenjen poboljšavanju, ali koji je u stvarnosti na krajnjim površinama obeležen zelenom bojom (materijal 20MnCr5 namenjen cementaciji).

PREDLOZI ZA POBOLJŠANJE PRINCIPA RADA ULAZNE KONTROLE KVALITETA

- Cilj: dobijanje pravih proizvoda, u pravim količinama, u pravom kvalitetu, težini i dimenzijama, i to sve u pravo vreme. [8]
- Pripremiti svoj prijemni prostor za prijem materijala. Prijemni prostor treba da bude dizajniran za prijem materijala pripremajući ih za čuvanje u pred-proizvodnom skladištu. Prijemni prostor treba da bude dobro organizovan i čist za lak pristup primljenim materijalima.
- Ukloniti nered, a sav prethodno primljeni materijal koji je prošao ulaznu kontrolu odložiti u pred-proizvodno skladište. Kada je

preduzeće spremno da započne realizaciju proizvoda, koristiće samo dobar, odobreni materijal.

- Nepregledane plastike i metali moraju se držati odvojeno od ispitanih i odobrenih materijala. Nepregledani materijali nikada ne bi trebali da uđu u pred-proizvodno skladište preduzeća.
- Isporučene limove skladištiti na suvom i provetrenom mestu u pred-proizvodnom skladištu. Ukoliko vlaga prodre u prostor između limova, usled odsustva kiseonika doći će do oštećenja površinskih slojeva.
- Potrebno je identifikovati neusaglašene materijale što je ranije moguće, a najbolje odmah tokom istovara.
- Budući da kvalitet krajnjeg proizvoda i uspešnost njegove primene zavise od toga da li imamo kvalitetne komponente, dobavljač mora detaljno da razume zahteve klijenta.
- Istražiti kvalifikovane dobavljače za svoje materijale i napraviti listu odobrenih i proverenih dobavljača, bilo zbog sopstvene evidencije ili kako bi se dostavila kooperantu koji proizvodi komponente.
- Nalog za nabavku treba da precizira tačno ono što preduzeću treba, uključujući poreklo materijala, dimenzije, standarde, kvalitet i količinu materijala.
- Ulazna kontrola i dobavljač trebaju zajedno da obave kontrolu prispelih materijala da bi bili sigurni da je porudžbina ispravna i da materijal ima odgovarajuće karakteristike koje bi zadovoljile zahteve preduzeća.
- Zatražiti od dobavljača da dostave dokumentaciju o postupku ulazne kontrole. Ako dobavljač ne može da pruži jasne zapise, u cilju provere tvrdnji dobavljača angažovati treću stranu koja će koristiti specijalnu opremu kako bi bili sigurni da su materijali koje ispituju usaglašeni. Na osnovu rezultata njihovih ispitivanja, preduzeće može ili da odobri ili da odbije seriju.
- Uska saradnja između preduzeća i dobavljača može umanjiti učestalost potrebnih ispitivanja tokom ulazne kontrole. Ovaj pristup zahteva potpuno međusobno poverenje i rad sa dobavljačima koji su pokazali posvećenost kvalitetu.
- Preporučuje se saradnja sa jednim pouzdanim dobavljačem, jer bilo kakve varijacije u debljini materijala, čistoći i završnoj obradi

površine (2B, 2R, 1D itd), utiču na uvažavanje zahteva kupca i na tehnološke osobine materijala.

- Prilikom isporuke materijala za poboljšanje i cementaciju potrebno je uzimati uzorak za hemijsku analizu iz svake šarže koja se ispituje.
- Hemijsko ispitivanje i analiza treba da uključuje analizu sastava, detekciju kontaminacije u tragovima, ispitivanje metala i identifikaciju nepoznatih materija.
- Ispitivanje mehaničkih svojstava treba da uključuje ispitivanje tvrdoće, čvrstoće, žilavosti i dinamičke čvrstoće.
- Ako je moguće, preduzeće treba da koristi optički emisioni spektrometar (OES). Ovaj alat može da potvrdi da li je preduzeće nabavilo odgovarajuću leguru aluminijuma ili vrstu čelika. Optički emisioni spektrometar je veoma tačan. On na metalu ostavlja „mesto iskre“ (mali trag na metalnoj površini), ali budući da se ispituje materijal, a ne gotov proizvod, ove male mane ne predstavljaju problem. Kada je u pitanju ispitivanje plastike, najčešće se koristi spektrometar sa infracrvenom Furijeovom transformacijom (FTIR).
- Proveravati kvalitet materijala i komponenti budućeg proizvoda kroz tri faze: ulazni pregled (vizuelni i dimenzionalni), provera dokumentacije materijala i laboratorijsko ispitivanje.

ZAKLJUČAK

Dobro poznavanje materijala koji se nabavljaju, njihovih osobina i tehnologije njihove obrade od vitalnog je značaja i za dobavljače i za preduzeće, jer materijali koji ne odgovaraju potrebama i očekivanjima preduzeća mogu značajno smanjiti produktivnost, povećati troškove zbog dodatnih ispitivanja i analiza, prerade ili rashodovanja, a mogu dovesti u opasnost finalni proizvod, reputaciju preduzeća i bezbednost klijenta i njegove imovine. Da bi se postigao najviši nivo kvaliteta proizvoda potrebno je sprovoditi konzistentno ispitivanje materijala komponenti čiji sastav može uticati na performanse i bezbednost proizvoda kao i selekciju i izgradnju mreže dobavljača čiji proizvodi odgovaraju potrebama preduzeća. Na osnovu analize obrađenih podataka u ovom radu, očito je da se u svrhu izbegavanja rizika od smanjenja kvaliteta, ulazne sirovine moraju pregledati pre njihovog ulaska u proizvodnju. Od značaja je da rad ulazne kontrole bude regulisan kvalitetno napisanim procedurama koje će na jasan, kratak i

prepoznatljiv način definisati principe, metodologiju i aktivnosti prilikom prijema proizvoda od isporučioaca i koje će odrediti odgovornosti o ovlašćenja. Preduzeće treba da pripremi odgovarajući prostor za prijem isporučenih proizvoda od dobavljača koji će biti dobro organizovan i koji će biti odvojen od pred-proizvodnog skladišta u koje će se odlagati samo proizvodi koji su prošli proveru kvaliteta. Analiziranje potencijalnih dobavljača treba da obezbedi preduzeću dobavljača koji razume potrebe svog klijenta, koji je kvalifikovan, koji je izrazio saglasnost da zajedno sa ulaznom kontrolom preduzeća obavi kontrolu dopremljenih sirovina, koji poseduje dokumentaciju o sopstvenoj ulaznoj kontroli, koji je pouzdan i posvećen kvalitetu. Sa ciljem provere i potvrde usaglašenosti isporuke sa dokumentima nabavke, preduzeće treba da obezbedi adekvatnu opremu za hemijsku analizu i mehanička ispitivanja materijala čime će se osigurati da će u pred-proizvodno skladište ući samo proizvodi definisanog kvaliteta koji odgovaraju potrebama proizvodnje u preduzeću.

LITERATURA

- [1] Metal Quality Control in Manufacturing Made Right, <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=17930> (posećeno maja 2020.)
- [2] https://apps.odoo.com/apps/modules/12.0/sync_quality_control/ (posećeno maja 2020.)
- [3] Colcol, S., Incoming Inspection Checklists,
- [4] <https://safetyculture.com/checklists/incoming-inspection/#> (posećeno maja 2020.)
- [5] Incoming Quality Control, <https://www.qdatahub.com/q-shop-data-collection-system/incoming-quality-control/> (posećeno oktobra 2020.)
- [6] Anjoran, R., The Importance of Incoming Quality Control of PCB Components, <https://www.cmc-consultants.com/blog/the-importance-of-incoming-quality-control-of-pcb-components> (posećeno maja 2020.)
- [7] Jablons, J., Quality Control in the Manufacture of Metal Parts - Achieving Design Specifications And End Functionality, <https://metalcutting.com/knowledge-center/quality-control-in-the-manufacture-of-metal-parts/> (posećeno maja 2020.)
- [8] Wagemeyer, S., Incoming / Outgoing Goods Inspection, <https://www.babtec.de/en/solutions/incoming-goods-outgoing-goods> (posećeno maja 2020.)
- [9] Sunol, H., Warehouse Operations: Optimizing the Receiving Process, <https://articles.cyzerg.com/receiving-process-optimization-warehouse-operations> (posećeno maja 2020.)

Dr Marija Matotek Anđelić¹²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Republika Srbija

Dr Dušan Regodić¹³

Slobomir P Univerzitet, Bosna i Hercegovina

Mitigacija rizika rada od kuće

Mitigating risks of working from home

Rezime:

Poznato je da u teoriji rizika pojam resursa predstavlja sve elemente sistema koji mogu biti ugroženi, narušeni ili izubljeni. U zavisnosti od aspekta posmatranja, dobrovoljno preuzeti ili nametnuti rizici, odnosno posledice realizacije ovih događaja, mogu imati pozitivnu ili negativnu konotaciju. Za samo nekoliko meseci, pandemija Covid-19 je širom sveta rezultirala razornim ekonomskim, socijalnim i zdravstvenim posledicama. Nagli porast rada od kuće donosi probleme kao i mogućnosti. Rad od kuće se smatra radom putem interneta od kuće ili sa različitih lokacija izvan primarnog radnog mesta ili prostorija poslodavca. Cilj ovog rada je da ukaže na mogućnosti mitigacije rizika koji nastaju kada se kompanije odluče da implementiraju protokole „rada od kuće“ kao alternativni privremeni angažman.

Gljučne reči: rizici, mitigacija, pandemija, rad od kuće.

Abstract:

It is known that in risk theory, the term resource represents all elements of the system that can be compromised, disrupted or lost. Depending on the aspect of observation, voluntarily assumed or imposed risks, i.e. the consequences of the realization of these events, can have a positive or negative connotation. In just a few months, the Covid-19 pandemic around the world has resulted in devastating economic, social and health consequences. The sudden increase in work from home brings problems as well as opportunities. Work from home is considered to be work via the Internet from home or from various locations outside the primary workplace or premises of the employer. The aim of this paper is to point out the possibilities of mitigating the risks that arise when companies decide to implement "work from home" protocols as an alternative temporary engagement.

Keywords: risk, mitigation, pandemic, work from home.

UVOD

Pandemija COVID-19 besni širom sveta i verovatno se neće završiti u kratkom roku, što bi moglo rezultirati strukturnim efektima na tržište rada u mnogim zemljama [1]. Da bi ograničile broj smrtnih slučajeva i hospitalizacija zbog novog koronavirusa, većina vlada u razvijenim zemljama odlučile su da obustave mnoge ekonomske

¹² matotek@vts-zr.edu.rs

¹³ dusanregodic5@gmail.com

aktivnosti i ograniče slobodu kretanja ljudi [2]. U tom kontekstu, mogućnost rada od kuće (*WFH – Work From Home*) dobija na važnosti, jer omogućava zaposlenima da nastave da rade i tako ostvaruju zarade, poslodavcima da nastave sa proizvodnjom, pružanjem usluga i ostvarivanjem prihoda, a sveukupno ograničava rizik od širenja infekcije i pandemijskog recesivnog uticaja.

KONCEPT RADA NA DALJINU

Koncept rada na daljinu nastao je tokom naftne krize ranih 1970-ih kada je Jack Nilles sa kolegama objavio svoje kalkulacije o uštedama na nacionalnom nivou kao rezultat smanjenog putovanja na posao [3]. U to vreme se verovalo da problem zagušenja u saobraćaju u većim gradovima može da se reši stvaranjem centara za rad na daljinu i podsticanjem ljudi da rade od kuće. Nažalost, ova vizija se ubrzo pokazala nerealnom. Suprotno očekivanjima progresivnog nestanka kancelarija i širenja nomadskih radnika koji rade iz svojih „elektronskih vikendica“ [4], ekspanzija rada na daljinu je zabeležena u severnoevropskim zemljama, Japanu i SAD [5]. Zapravo, od 1980. godine udeo zaposlenih koji prevashodno rade od kuće više se nego utrostručio, uključujući širok spektar uslužnih poslova, od prodajnih pomoćnika i trgovaca nekretninama do menadžera i softverskih inženjera.

VIRTUELNA RADNA MESTA

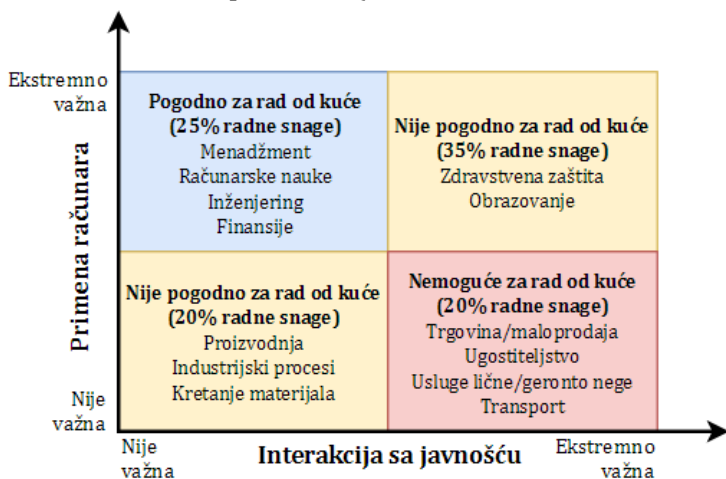
Karakteristike sektora, zanimanja i preduzeća presudne su za razumevanje mere u kojoj je dati zadatak izvodljiv na daljinu pitem IKT. Mogućnost rada na daljinu zavisi od izvršnih funkcija i dostupnosti računara i digitalne infrastrukture, upravljačke i organizacione sposobnosti preduzeća, kao i IKT veština zaposlenih [6]. U pogledu hijerarhijskih slojeva unutar organizacije, službenici i menadžeri se smatraju najprikladnijim izvršiocima rada na daljinu zbog češće upotrebe računara, nižih fizičkih zahteva i većeg nivoa diskrecije i autonomije u definisanju tempa rada koji karakteriše te segmente. Novije studije ukazuju na važnost usvajanja perspektive zasnovane na zanimanju kako bi se razumeli obrasci difuzije rada na daljinu, jer je najveći udeo onih koji rade na daljinu koncentrisan u određene kategorije zanimanja.

Dobar primer kako virtuelna radna mesta omogućavaju ljudima da rade na istom projektu istovremeno na različitim mestima, ali takođe uzastopno i komplementarno u različitim vremenskim zonama, pruža razvoj softvera [7]. Čak i ako se programerski tim nalazi na različitim lokacijama i ima malo prilika da se međusobno sretnu za istim stolom, i dalje mogu udružiti svoje resurse da bi razvili nematerijalne proizvode kao što je softver.

Zbog neizvesnosti u pogledu trajanja pandemije i budućih talasa zaraze, uloga WFH na tržištu rada dodatno se naglašava činjenicom da bi mogao postati tradicionalan (a ne nekonvencionalan) način rada u mnogim ekonomskim sektorima. Istraživanja [8] su pokazala da velika većina zaposlenih veruje da će se rad na daljinu (85%) i održavanje digitalnih konferencija (81%) nastaviti i nakon krize SARS-CoV-2. Facebook i brojne druge kompanije, posebno one koje se bave informacionim tehnologijama, već su donele odluku da mnogim zaposlenima pruže mogućnost trajnog rada od kuće.

Veći broj studija imao je za cilj da klasifikuje zanimanja prema njihovoj WFH izvodljivosti u SAD-u i nekim evropskim zemljama (npr. Velika Britanija, Nemačka), kao i u zemljama Latinske Amerike i Kariba.

Dijagram 1. prikazuje raspodelu poslova koji se mogu i koji se ne mogu raditi od kuće na osnovu učestalosti i neophodnosti korišćenja IKT i fizičkih kontakata zaposlenih (sa strankama ili između sebe).



Dijagram 1. Raspodela poslova prema značaju primene računara i direktnih kontakata sa javnošću [9]

Može se zaključiti da 25% radnika radi na poslovima koji se lako mogu obaviti od kuće, što ostavlja 75% radnika na poslovima koje je teško ili nemoguće raditi na daljinu, a od kojih direktno zavise poslovi onih 25% radnika.

Iako su odgovori politike na krizu Covid-19 nametnuli ozbiljna ograničenja na interakciju između pojedinaca, neophodno je napraviti neke izuzetke, stvarajući tako potrebu da se pojedine grane industrije klasifikuju kao ključne. Industrijske grane u kojima nije moguć WFH su svakako one koje se odnose na proizvodnju i prodaju hrane i pića; komunalne usluge; apoteke; prevoz; sakupljanje i odlaganje otpada; i neke zdravstvene i finansijske usluge.

PROFESIONALNI RIZICI

Profesionalni rizici predstavljaju rizike na radnom mestu, izazvani određenim opasnostima i štetnostima. Koncept rada od kuće izlaže kompanije dodatnim rizicima, i to:

Ergonomija i oprema kućnih kancelarija

Oprema koja nije ergonomski dizajnirana ili je nepravilno postavljena može imati ogroman uticaj na fizičko blagostanje radnika.

Radno okruženje

Faktori poput nivoa buke, sobne temperature, rasporeda određenog radnog prostora i osvetljenja mogu imati negativne efekte na produktivnost radnika i pad koncentracije.

Bezbednost električnih instalacija

Električna oprema, poput računara i štampača, treba da bude u ispravnom stanju, npr. bez pohabanih kablova za napajanje itd.

Rizici izazvani mišićno-skeletnim poremećajima

Ovi rizici mogu biti povezani sa mogućim situacijama gde će se radnik okliznuti, spotaći ili pasti. Kao takav, kućni radni prostor treba biti zaštićen od opasnosti koje mogu to prouzrokovati.

Prva pomoć i hitna pomoć

Svaki radnik treba da ima pristup opremi za prvu pomoć i kontakt podacima za hitne slučajeve.

PSIHOSOCIJALNI RIZICI

Brojne promene u svetu rada u poslednjoj deceniji odrazile su se na psihosocijalno radno okruženje. Prepoznati su novi rizici, psihosocijalni rizici koji dovode do stresa na radu, a posledično i do mnogobrojnih negativnih ishoda za radnike i samu kompaniju. Psihosocijalnim rizicima smatraju se svi aspekti posla koji proizlaze iz lošeg planiranja, organizacije i upravljanja poslom, loše socijalne klime u kojoj se rad odvija, a rezultiraju negativnim psihološkim, fizičkim i socijalnim ishodima kod radnika.

Rad od kuće takođe može predstavljati psihosocijalne rizike, uključujući:

- rad u izolaciji,
- umor,
- loše vođena izmenjena organizacija i nesigurnost posla,
- neefikasna komunikacija i nedostatak podrške uprave ili kolega i
- druge odgovornosti oko kuće, poput omogućavanja učenja na mreži ili brige za decu.

U nekim slučajevima, zahtevanje od radnika da radi od kuće može ih izložiti povećanom riziku od porodičnog nasilja. Iako ovo možda nije direktan rezultat dužnosti vezanih za posao, dom radnika je i njihovo radno mesto u scenariju rada od kuće, pa su poslodavci i dalje odgovorni da preuzmu sve razumne korake kako bi im osigurali bezbednost.

UBLAŽAVANJE POSLEDICA RIZIKA RADA OD KUĆE

Prilikom izvođenja aktivnosti procene rizika, a samim tim i davanjem predloga mera za njihovo ublažavanje (ili izbegavanje, u idealnom slučaju) moraju se uzeti u obzir rizici povezani sa upotrebom računara i radne opreme, stresom, usamljenim radom itd. Takođe, potrebno je uzeti u obzir specifično radno okruženje i potrebe zaposlenog.

Predlog mera za poslodavce:

- Proceniti rizike predviđenog radnog mesta za svakog WFH radnika.

- Kontrolna lista za zdravlje i bezbednost može se koristiti da bi se osiguralo da analiza pokriva raznovrsne rizike.
- Obezbediti obuku za radnike kako bi se osiguralo da je njihovo radno okruženje kod kuće adekvatno i bezbedno.
- Pružiti radnicima odgovarajuće informacije o upravljanju i ponašanju u vanrednim situacijama, u slučaju da naiđu na opasnost ili incident.
- Omogućiti redovnu komunikaciju sa svojim radnicima koji rade od kuće.
- Obezbediti odgovarajuće procese planiranja, upravljanja i komunikacije za organizacione promene kako se dogode.
- Upoznati sve radnike sa resursima koji su im na raspolaganju u slučaju porodičnog nasilja, uključujući prava poput plaćenog odsustva i usluge kao što je poverljivo savetovanje.

Predlog mera za radnike:

- Kreirati i održavati jasno definisan prostor kućne kancelarije kojem članovi porodice, gosti ili kućni ljubimci ne pristupaju tokom radnog vremena i koji je odvojen od ostalih aktivnosti domaćinstva, gde je to moguće.
- Omogućiti slobodne izlazne piteve iz kućne kancelarije za slučaj potrebe hitne evakuacije.
- Održavati opremu za kućnu kancelariju u skladu sa uputstvima proizvođača i najboljom praksom.
- Pridržavati se smernica koje se odnose na ergonomske preporuke.
- Odmah prijaviti bilo koji bezbednosni ili lični incident neposrednom rukovodiocu.
- Održavati redovnu komunikaciju sa svojim nadređenim.

ZAKLJUČAK

Sektori sa većim delom radnika koji ne mogu raditi na daljinu (veća izloženost Covid-19 tokom rada) su iskusili značajno veći pad zaposlenosti u odnosu na sektore u kojima veći deo radne snage može izvršavati zadatke na daljinu. Takođe, evidentni su dokazi o heterogenim efektima na radnike. Konkretno, povećanje izloženosti

Covid-19 tokom rada povezano je sa povećanjem verovatnoće nezaposlenosti žena i radnika sa nižom zaradom. Među svim pogođenim grupama radni status ženskih radnika sa malom decom i bez fakultetske diplome je najosetljiviji.

Bez jasnog datuma završetka trenutne pandemije COVID-19, poslodavci moraju primeniti neophodne protokole i tehničke mere zaštite kako bi zaštitili svoje zaposlene koji rade na daljinu, kao i mreže i podatke. Rad na daljinu može postati „nova norma“, jer poslodavci nastoje da iskoriste značajne beneficije koje nude aranžmani za rad na daljinu. Stoga su efikasni programi ublažavanja rizika od insajderskih pretnji takođe kritični iz šire, dugoročne perspektive. Pridržavajući se gore opisanih praksi, kompanije mogu da se stave u najbolju poziciju da se zaštite od ugrožavanja podataka koji proističu iz insajderskih pretnji i aranžmana na daljinu, kako tokom pandemije COVID-19, tako i nakon nje.

LITERATURA

- [1] Baert, S., Lippens, L., Moens, E., Sterkens, P., Weytjens, J. (2020) *How do we think the COVID-19 crisis will affect our careers (if any remain)?*. GLO Discussion Paper, No. 520, Global Labor Organization (GLO), Essen.
- [2] Brodeur, A., Gray, D., Islam, A., Bhuiyan Suraiya, J., (2020) *A literature review of the economics of COVID19*. GLO Discussion Paper, No. 601, Global Labor Organization (GLO), Essen.
- [3] Nilles, J. (1975). Telecommunications and organizational decentralization. *IEEE Transactions on Communications*, 23(10), 1142–1147.
- [4] Toffler, A. Alvin, T. (1980) *The third wave*, Volume 484. Bantam books New York.
- [5] Messenger, J. C. (2017) *Working anytime, anywhere: The evolution of telework and its effects on the world of work*. IUSLabor.
- [6] Bailey, D. E., Kurland N. B. (2002) A review of telework research: Findings, new directions, and lessons for the study of modern work. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior* 23(4), 383–400.
- [7] Carmel, E. (1999) *Global Software Teams: Collaborating Across Borders and Time Zones*. Prentice Hall, PTR.
- [8] Baert, S., Lippens, L., Moens, E., Sterkens, P., Weytjens, J. (2020) *The COVID-19 crisis and telework: a research survey on experiences*,

- expectations and hopes*. GLO Discussion Paper, No. 532, Global Labor Organization (GLO), Essen
- [9] Baker, M. (2020) Nonrelocatable Occupations at Increased Risk During Pandemics: United States, 2018, *American Journal of Public Health* 110, 1126_1132.
- [10] https://www.ucu.org.uk/media/2035/Out-of-site-out-of-mind-IOSH-guidance-on-teleworking/pdf/telework_iosh.pdf
- [11] <https://www.gio.com.au/know-more/workers-compensation/risk-management/working-from-home-risks.html>
- [12] <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/telecommunting/mitigating-teleworking-risks-314>
- [13] <https://www.blankrome.com/publications/combating-insider-threats-posed-remote-workers-time-covid-19>

M.Sc. Biljana Maljugin¹⁴

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin

Reinženjering i IKT Reengineering and ICT

Rezime:

U radu su izneta teoretska razmatranja i primeri pojedinih istraživanja stranih i domaćih autora iz ove oblasti. Implementacijom informaciono komunikacionih tehnologija - IKT u poslovne sisteme realizuje se reinženjering poslovnih procesa kojim se postiže unapređenje poslovanja organizacije.

Ključne reči: Reinženjering, IKT, procesna orijentacija, kvalitet procesa...

Abstract:

The paper presents theoretical considerations and examples of individual research by foreign and domestic authors in this field. With the implementation of information and communication technologies - ICT in business systems, the reengineering of business processes is realized, which achieves the improvement of the organization's business.

Keywords: Reengineering, ICT, Process Orientation, Process Quality...

UVOD

Hammer & Champy [4] u svojoj knjizi daju instrukcije menadžmentu kako da prepoznaju snagu informacionih tehnologija i da je primene u svoje poslovanje. U uslovima brzih promena, koje se dešavaju na globalnom nivou, poslovne organizacije da bi opstale i uspešno delovale moraju konstantno da rade na unapređivanju poslovnih procesa, kvalitetu svojih proizvoda i/ili usluga. Reinženjering, jedna od savremenih tehnika menadžmenta, podršku pronalazi u informaciono komunikacionim tehnologijama - IKT. Poslovni procesi se moraju konstantno revidirati i prilagođavati potrebama tržišta. Polazeći od te činjenice menadžment mora biti sposoban da, prema Hammer i Champy [4] prvo uvidi „moćno rešenje“, a nakon toga da traži probleme koje bi mogao da reši. Kada govore o reinženjeringu isti autori govore o „iskorištavanju poslednjih mogućnosti tehnologije kako bi se ostvarili potpuno novi ciljevi“, i dalje kao najteži deo reinženjeringa izdvajaju „prepoznavanje novih, još nepoznatih mogućnosti tehnologije“ [4, str. 86-87]. Rad se oslanja na teoretska razmatranja i na pojedina istraživanja stranih i domaćih autora iz ove oblasti. Implementacijom informaciono komunikacionih tehnologija - IKT u poslovne sisteme realizuje se

¹⁴biljanamaljugin28@gmail.com

reinženjering poslovnih procesa koji donosi izvesne promene u načinu rada, poboljšanja i unapređenje poslovanja organizacija, preduzeća, a prvenstveno zadovoljstvo korisnicima.

REINŽENJERING

Da bi objasnili reinženjering, jednu od savremenih metoda i tehnika upravljanja poslovnom organizacijom, polaznu osnovu pronalazimo u definiciji prvih i najznačajnijih svetskih autora iz ove oblasti. Prema Hammer i Champy [4], reinženjering je „*temeljno promišljanje i radikalno redizajniranje poslovnih procesa kako bi se postigla dramatična poboljšanja u kritičnim savremenim merilima uspeha kao što su trošak, kvalitet, usluga i brzina*“ [4, str. 34]. Živimo u vremenu svakodnevnih promena koje se dešavaju u globalnom okruženju. Tehnologija koja je najveći činilac razvoja društva dostigla je nivo industrije 4.0. Napredak tehnologije u društvu uslovljava da se i poslovne organizacije menjaju, da svoje poslovanje prilagode tehnološkim i promenama na tržištu. Konkretno, prilagođavanje organizacije, preduzeća, promenama znači menjanje postojećeg načina rada, mišljenja, unapređenja znanja, implementacije novih tehnologija u cilju boljeg i efikasnijeg poslovanja. Kada govori o promenama i definiše reinženjering Sajfert [5], kaže da je danas osnovni nosilac promena u organizaciji reinženjering poslovnih procesa *Business Process Reengineering-BPR* [5, str. 87], reč je o novom pristupu ponovnog dizajniranja i uspostavljanja novih struktura organizacije. Hammer i Champy [4], pišu da je pogrešno reinženjering porediti s drugim menadžment tehnikama, jer reinženjering je prema istim autorima „*početi iz početka*“ [4, str. 50]. Odbacuje se sve staro i uvode se novi pristupi strukturi procesa koji može imati neke manje sličnosti sa starim, a i ne mora. „*Reinženjering je potraga za novim modelima organizacije posla*“ [4, str. 51]. Usled toga dolazi do promena u organizacionoj strukturi preduzeća. Usmerava se birokratska sa zadatka prema strukturi orijentisanoj na procese.

UNAPREĐENJE POSLOVANJA I PROCESNA ORIJENTACIJA

Ukoliko se želi postići unapređenje poslovanja, promene polaze od menadžmenta koji mora biti procesno orijentisan, da jasno definiše šta se želi procesom postići, postaviti ciljeve prema zahtevu tržišta,

potrošača. Prema Adamović & Sajfert [1] „*proces*“ je najvažnija i ključna reč u definisanju reinženjeringa. Poslovni procesi su zbir svih aktivnosti na ulazu koje na izlazu daju vrednost za korisnika. Novine koje se uvode u poslovanje, određuju i definišu specifičnost reinženjeringa, u osnovi su „*procesno orijentisano razmišljanje*“ [1, str.16]. Veljović, Vulović & Damjanović [9, str. 188] ukazuju na to da je procesna orijentacija „*nova paradigma za organizaciju poslovanja*“. Procesna orijentacija organizuje kompaniju oko ključnih procesa jer je osnovna ideja imati sve zaposlene u organizaciji direktno na usluzi kupcu koji se pojavljuje na kraju poslovnog procesa. Dalje, Veljović i dr. [9] govore da je razmišljanje u procesima samo uvod onoga što se naziva Total Quality Management i da sam proces razmišljanja i upravljanja predstavlja suštinu ponovnog inženjeringa procesa poslovanja. Zaposleni u organizaciji ne moraju više biti zavisni od menadžmenta jer mogu sami da upravljaju pomoću zahteva i potrebe kupaca koji su sada najznačajniji faktor u organizaciji. Hammer i Champy [4], definišu poslovni proces kao „*kolekciju aktivnosti koje zahtevaju jednu ili više vrsta unosa i stvaraju iznos koji ima vrednost za klijenta*“ [4, str. 37]. Uzimajući za primer podelu rada u procesu porudžbine klijenata, primanje, zavodjenje, narudžbenicu, dopremanje iz skladišta, trebalo bi sprovesti do kraja, odnosno dostaviti proizvod naručiocu. Dostava naručene robe kupcu je u stvari vrednost koja se prepoznaje kao rezultat procesa.

PRIMENA INFORMACIONO KOMUNIKACIONIH TEHNOLOGIJA U REINŽENJERINGU POSLOVNIH PROCESA

Prema Veljović i dr. [9, str.12], informaciono-komunikacione tehnologije definišu „*različiti elementi i veštine za stvaranje, čuvanje i prenošenje informacije*“. Povezivanjem računara, najvažnijih komponenti IKT i primenom digitalnih komunikacija omogućava se brži protok informacija. To je veoma važno u savremenom poslovanju jer se na veoma lak, jeftin i efikasan način primenom ovih tehnologija može ostvariti razmena informacija unutar preduzeća, ali i eksterno u komunikaciji sa tržištem ili krajnjim korisnicima. S obzirom na to da se globalna privreda zasniva na visokoj tehnologiji i kontinualnom tehnološkom napredku informacione tehnologije povećavaju produktivnost poslovanja i stvaraju nove mogućnosti za razvoj. Međunarodno komuniciranje primenom informacionih tehnologija

pomera poslovanje na nova tržišta [6]. Poslovanje usmereno ka globalnom tržištu istovremeno smanjuje viškove na domaćem. Vršiti se automatizovanje ručnih procesa, odnosno kako je IKT na mestima gde se odvijaju svi procesi nudi mogućnost zaposlenima koji rade na tim procesima i da donose odluke. Pravovremeno donošenje odluka je u određenoj situaciji veoma bitno za uspešno poslovanje i ostvarivanje konkurentnosti. Danas usled informatizovanih procesa u preduzećima Veljović i dr. [9, str.12] govore o tome da se informacija može koristiti i kao roba. Napominju da nije reč o novim informacijama nego o radikalnom poboljšanju načina na koji se informacija distribuira krajnim korisnicima. Konkretno se misli o selekcioniranim informacijama koje imaju upotrebnu vrednost i kojima se može vremenski brzo pristupiti. Glavna podrška reinženjeringu su IKT. Protok informacija su osnova nove, procesne organizacije. Informaciono komunikacione tehnologije primenjuju poslovne organizacije u postupku reinženjeringa poslovnih procesa da bi unapredile kvalitet proizvoda i usluga, povećale produktivnost rada, ostvarile uštedu energije, novca i povećanje profita. Prema Arsovski [2, str. 104], i inostranim istraživanjima došlo se do saznanja da, analizirajući primenu IKT resursa u kompanijama u SAD rezultati su pokazali da kompanije na godišnjem nivou, u proseku ulažu u IKT više od 50% ukupnih investicija i oko 4,2% godišnjih prihoda. Da bi povećali vrednost IKT resursa u kompanijama menadžeri sve više idu na smanjenje troškova. IKT resursi su u funkciji poboljšanja performansi sistema, povećanja nivoa kvaliteta proizvoda ili usluga, internih i eksternih komunikacija, unapređenja odnosa sa klijentima i dobavljačima. Autor Arsovski u svom radu [2, str. 103], govori da se ciljevi primene informaciono komunikacionih tehnologija - IKT posmatraju sa strateškog, taktičkog i operativnog aspekta u oblastima poslovnog udruživanja (lanci snabdevanja, klasteri, mreže, virtuelna preduzeća), elektronskog poslovanja, menadžmenta poslovnih procesa, reinženjeringa poslovnih procesa i stalnog poboljšanja kvaliteta, produktivnosti, agilnosti, fleksibilnosti i drugih poslovnih pokazatelja u preduzećima i različitih tipova udruživanja. Prema potrebi, preduzeća se odlučuju za reinženjering poslovnih procesa primenom savremenih sofisticiranih tehnologija i alata na bazi poslovne inteligencije. Svetska istraživanja potvrđuju da preduzeća odnosno poslovni sistemi koji poseduju i koriste poslovnu inteligenciju beleže rast prihoda i do 20% u odnosu na svoju konkurenciju [7]. Poslovna inteligencija se zasniva na

procesu konverzacije podataka i informacije, donošenju odluka i aktivnostima. Idealan poslovno inteligentni sistem pruža zaposlenima, partnerima, dobavljačima i nekim preduzećima lak pristup informacijama koje su im potrebne za brže i efikasnije poslovanje i sposobnost za analizu i podelu informacija sa drugima. Poznati svetski proizvođači alata poslovne inteligencije su Oracle, IBM, SAP, Microsoft i drugi.

IMPLEMENTACIJA IKT U POSLOVNOJ PRAKSI

Posmatrajući poslovanje na globalnom nivou, dolazi se do relativno novog pojama „digitalne ekonomije“ ili „nove ekonomije“ koju karakteriše virtuelni (Internet) marketing i virtuelni menadžment. Prema Ćuzović i Mladenović-Sokolov [3, str. 145] mrežna ekonomija postaje „globalni poligon“ nadmetanja multinacionalnih kompanija. U globalnom poslovanju, odnosno na globalnom tržištu ocenjuju se nacionalne strategije poslovanja, gde se primećuje i nivo strategija implementacije IKT u marketing strategiji poslovnog sistema. Autor u svom radu, [8, str. 86], na osnovu iskustva inostranih eksperata iznosi da se inovacije u digitalnoj ekonomiji ostvaruju „stepenom digitalizacije koji se prema D'Souza & Williams (2017) u savremenom poslovnom okruženju može proceniti praćenjem sledećih parametara: **prisutnosti** – u kojoj meri potrošači i preduzeća imaju univerzalni pristup digitalnim uslugama i aplikacijama, **pristupačnosti** – u kojoj meri digitalne usluge koštaju u opsegu koji ih čini da što veći broj ljudi može da ih koristi, **pouzdanosti** – kvalitet dostupnih digitalnih servisa, **brzini** – u kojoj meri se digitalnim uslugama može pristupiti u realnom vremenu, **upotrebljivosti** – lakoća korišćenja digitalnih usluga i sposobnost lokalnih povećanja usvajanja ovih usluga, **veštini** – sposobnost korisnika da ugrade digitalne usluge u njihove živote i poslovne aktivnosti” [8, str. 86].

Udruživanje malih i srednjih preduzeća u klastere, na jednom geografskom području, danas je postalo neophodno da bi se u uslovima globalnog tržišta ostvarili što bolji poslovni rezultati. Primenom pojedinih IKT postižu se odgovarajuće veze i povezanost svih učesnika klastera. U svom radu Arsovski [2], preporučuje rešenja povezivanja MSP odgovarajućim informacionim sistemom. Informacioni sistem prema Arsovski [2, str. 106], treba da obuhvati i podrži „sve četiri faze u modelu zrelosti menadžmenta: finansijske planove, planiranje

zasnovano na predviđanju, eksterno orijentisano planiranje i strategijski menadžment“. Dalje, prema istom autoru, softveri koji se koriste za podršku strategijskom menadžmentu zasnovani su „na rešenjima planiranja poslovnih resursa (*Enterprise Resource Planning-ERP*) sa ugrađenim zahtevima izbalansirane karte rezultata (*Balanced Score Card-BSC*), softverom za menadžment performansama preduzeća (*Enterprise Performance Management-EPM*) i softverom za ciklus izvršenja strategije preduzeća (*Enterprise Strategy Execution Cycle-ESE*“ [2, str. 106]. Za potrebe ovog rada, uzima se i navodi primer istraživanja inostranih autora koji su vršili analizu uloge IKT resursa i prakse menadžmenta kao osnova udruženog delovanja posredovanjem među poslovnim odeljenjima u preduzeću. Prema istim autorima „sinergija između poslovnih jedinica preduzeća ostvaruje se uz podršku odgovarajuće IKT infrastrukture, realizacijom procesa donošenja IKT strategije, procesa menadžmenta odnosima u vezi primene IKT i procesa menadžmenta IKT resursima“ [2, str. 108]. Dalje, istraživanja su pokazala da nivo ulaganja u IKT utiče direktno i indirektno (preko IKT strategije) na kvalitet primene IKT. U pomenutim istraživanjima koja su obuhvatila različite studije slučajeva dokazano je da postoji pozitivan uticaj između nivoa ulaganja u IKT i kvaliteta primene IKT u preduzećima klastera, manjim ili većim stepenom napredka. Namenska ulaganja koja su podržana IKT strategijom kao elementom korporativne strategije imala su za ishod viši nivo kvaliteta primene IKT rešenja [2]. Prema Cragg (2008, 32), u Tabeli 1 su izdvojene IKT kompetencije za različite vrste ključne menadžerske prakse.

Tabela 1. Ključni menadžerski faktori i uporedne IKT kompetencije [2]

Ključna menadžerska praksa	Opis prakse	Odgovarajuće (uporedne) ICT kompetencije
Uloga ICT u poslovanju	U vodećim preduzećima, ICT se posmatra kao strategijsko okruženje u ostvarivanju konkurentnosti, dok u nefleksibilnim preduzećima ICT učestvuje uralizaciji procesa, ali ne iznad konkurencije. Druga preduzeća koriste ICT na operativnom nivou.	<ul style="list-style-type: none"> - Poslovna strategija - obezbeđenje mogućnosti korišćenja ICT - Usklađivanje ICT strategije - obezbeđenje uslova da se ICT planovi integrišu u strategijski plan preduzeća

Tabela 1. Ključni menadžerski faktori i uporedne IKT kompetencije [2]-nastavak

Ključna menadžerska praksa	Opis prakse	Odgovarajuće (uporedne) ICT kompetencije
Podrška najvišeg menadžmenta ICT	U vodećim preduzećima, najviši menadžeri su entuzijasti u vezi primene ICT i preuzimaju odgovornost za ICT projekte. U ostalim preduzećima oni ignorišu zahteve ICT sve do pojave krize.	<ul style="list-style-type: none"> - Planiranje koristi od investicija u ICT - Upravljanje promenama - poslovne i organizacione promene se realizuju u cilju maksimizacije koristi bez uticaja na <i>stakeholder-e</i>
Menadžeri vide nove koristi od ICT	U vodećim preduzećima, stratejski menadžment koristi mogućnosti ICT kroz internu i eksternu komunikaciju. U ostalim preduzećima to retko čine.	<ul style="list-style-type: none"> - Tehnološka inovacija - Inovacija sistema i procesa - razvoj ICT aplikacije za unapređenje procesa - Tehnološka analiza - razmatranje tehnoloških tendera i stvaranje preporuka za aktivaciju novih ICT.

U istom radu, autora Arsovski [2], prikazani su rezultati obavljenih istraživanja u Republici Srbiji na uzorku od 53 malih i srednjih preduzeća povezanih u klaster slabim vezama, sa sastavom približno sastavu industrije Srbije. Četiri interesantne ispitivane varijable u ovom istraživanju bile su: nivo ulaganja u IKT, nivo kvaliteta menadžmenta, nivoa kvaliteta procesa i nivo IKT strategije, koji utiču direktno i indirektno na zavisno promenljivu nivo kvaliteta primene IKT. Rezultati su pokazali da postoje relativno niska ulaganja u IKT i da se sa neznatnim ulaganjima mogu praktično ostvariti znatno bolje performanse IKT. Može se reći da IKT direktno utiču na unapređenje performansi preduzeća. Ovakav pristup po predlogu Arsovski, može se primeniti i na unapređenje IKT strategije koja, prema istom autoru postoji u većini preduzeća na početnom nivou. Autor sugeriše da je za strateško unapređenje potrebno angažovati eksperte van preduzeća. Kvalitet procesa u preduzeću unapređuje se uvođenjem standardizovanih sistema menadžmenta (ISO 9001, ISO 20000, ISO 27000 i dr.), kao i specifikacija određenih standarda (HACCP, Informaciona arhitektura, eTOM, i dr.) i dobrom proizvodnjom. Na osnovu rezultata istraživanja za unapređenje vrednosti treće varijable nisu potrebna značajna ulaganja [2].

ZAKLJUČAK

Informacione tehnologije svakim danom napreduju i donose brze promene koje se prvenstveno prepoznaju u načinu poslovanja savremene organizacije. Da bi unapredila svoje poslovanje, poslovna organizacija mora raditi na usvajanju novih informaciono komunikacionih tehnologija. Iskustva stručnjaka govore da se opstanak preduzeća jedino može ostvariti reinženjeringom poslovnih procesa primenom IKT koje će omogućiti konkurentnost i uspešno poslovanje na globalnom tržištu. Prema istraživanjima u Republici Srbiji, rezultati su pokazali da postoje izvesna postojeća ulaganja u IKT i da bi se dalje minimalnim ulaganjima postiglo poboljšanje performansi primene IKT u praksi, koje bi direktno uticalo na unapređenje performansi preduzeća i unapredilo kvalitet poslovanja. Konstantno treba težiti poboljšanju i unapređivanju poslovnih procesa jer je to jedini način prilagođavanja promenama i uspešnog poslovnog delovanja.

LITERATURA

- [1] Adamović, Ž., & Sajfert, Z. (2009). *Reinženjering*. Zrenjanin: Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“.
- [2] Arsovski, Z. (2013). Determinante primene informaciono-komunikacionih tehnologija u klasterima preduzeća. *Ekonomski horizonti*, 15(2), 103-119.
- [3] Ćuzović, Đ., & Mladenović-Sokolov, S. (2014). *Globalizacija i digitalna ekonomija*. DOI: 10.15308/SINTEZA-2014-143-147.
- [4] Hammer, M., & Champy, J. (2004). *Reinženjering Tvrtke*. Zagreb: Mate
- [5] Sajfert, Z. (2008). *Upravljanje promenama*. Zrenjanin: Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“.
- [6] Sajfert, Z., Đorđević, D., & Bešić, C., (2006). *Menadžment trendovi*. Zrenjanin: Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“.
- [7] Stevanović, M., (2018). *Poslovno inteligentni sistemi u funkciji reinženjeringa poslovnih procesa*. Doktorska disertacija. Beograd: Fakultet informacionih tehnologija.
- [8] Stojanović, D., (2017). *Digitalna ekonomija i transformacija poslovnih procesa-izazovi i rizici*. *Ekonomija teorija i praksa*, Godina X, broj 1, str. 80-90.
- [9] Veljović, A., Vulović, R., & Damnjanović, A. (2009). *Informaciono komunikacione tehnologije u menadžmentu*. Čačak: Fakultet tehničkih nauka.

Stefan Petrović MA¹⁵

Alfa BK Univerzitet, Beograd

Dr Pero Petrović¹⁶

Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd

Upravljanje IT resursima i aspekti optimalizacije

IT Resource Management and Optimization Aspects

Rezime:

U Srbiji, mnogi faktori iz okruženja utiču na kompanijske prednosti ali i na održivo upravljanje resursima. Neophodno je kontinuirano poboljšanje resursne efikasnosti. Brojni eksperti ulažu vidne napore u implementaciji resursne efikasnosti. Sa aspekta upravljanja IT resursima neophodno je proširiti niz aktivnosti za efikasnost resursa u vidu održive životne sredine. Privreda Srbije treba da bude zasnovana na znanju iz koga proizilaze ciljevi i prioritete u makroekonomskom upravljanju i kreiranje efikasne ekonomske politike. Iz toga proizilazi održiva proizvodnja i potrošnja, obrazovanja za IT tehnologije koja povratno utiče na brži ekonomski razvoj. Upravljanje IT tehnologijama doprinosi izradi optimalnih ciljeva, mera i programa koji se odnose na zaštitu prirodnih resursa, zaštitu od delovanja različitih faktora rizika po životnu sredinu (klimatskih promena, prirodnih katastrofa, neadekvatnih deponija, zagađenja vazduha, buke, udesa i dr.). Optimalizacija upravljanja IT tehnologijama treba da doprinese bržem uvođenju „čistije i zelene“ proizvodnje. U radu se posmatraju dva aspekta IT resursa a sa aspekta optimizacije: (1) uticaj IKT na privredni rast i razvoj; (2) Privredni klasteri kao resursna efikasnost;

Ključne reči: Upravljanje, IT resursi, okruženje, inovacije, efikasnost, razvoj;

Abstract:

In Serbia, many environmental factors affect the company strengths as well as sustainable resource management. Continuous improvement of resource efficiency is necessary. Many experts are making efforts to implement resource efficiency. From the point of view of IT resource management, it is necessary to expand the range of activities for resource efficiency of the environment. Serbia's event should be based on the knowledge that derives its aspirations and priorities in macroeconomic management and the creation of effective economic policy. This results in sustainable production and consumption, education for IT technologies, which subsequently affects faster economic growth. Management of IT technologies contributes to the development of optimal goals, measures and programs related to the protection of natural resources, protection from the effects of various environmental risk factors (climate change, natural disasters, inadequate landfills, air pollution, noise, accidents, etc.). Optimizing the management of IT technologies should contribute to faster introduction of "cleaner and greener" production. The paper looks at two aspects of IT resources in terms of optimization: (1) the impact of ICT on economic growth and development; (2) Economic clusters as resource efficiency;

Keywords: Entrepreneurship, environmental, resources, innovation, effective, development;

¹⁵ petrovic92stefan@gmail.com; profesor Trgovačke škole, Beograd;

¹⁶ pbp954@gmail.com; redovni profesor univerziteta i naučni savetnik;

UVOD

Razvoj tehnologije (kompjuterizacija, robotizacija, napredak veštačke inteligencije) omogućilo je da u određenom broju poslova dođe do supstitucije rada novim tehnologijama, dok se kod poslova koji nisu podložni ovoj vrsti supstitucije menja način rada, koji je komplementaran sa upotrebom novih tehnologija. Oba efekta dovode do značajnih promena koje se odnose na potrebna znanja i veštine na tržištu rada, kao i do promena vezanih za organizaciju rada i vrste ugovora. U evropskim zemljama brojne tehnološke promene uticale su na pojavu novih trendova na tržištu rada: paralelno se stvaraju nova radna mesta i nestaju postojeća pod uticajem automatizacije i robotizacije, a dolazi i do promena u načinu organizacije rada usled primene novih tehnoloških rešenja.

U radu se posmatraju dva aspekta IT resursa sa aspekta optimizacije: (1) uticaj IKT na privredni rast i razvoj; (2) Privredni klasteri kao resursna efikasnost.

1. UTICAJ IKT NA PRIVREDNI RAST I RAZVOJ

Savremeno poslovanje u eri podataka, informaija, znanja i mudrosti, gotovo je nezamislivo bez primene najnovijih informaciono-komunikacionih tehnologija, njihove uspešne implementacije unutar organizacione strukture privrede i preduzeća, obuke zaposlenih i menadžmenta na svim nivoima upravljanja i unapređenja IT resursa. Ovaj IKT sektor neosporno, je ključni faktor koji utiče na ekonomsku globalizaciju i niz ekonomskih promena koje su time prouzrokovane. Inovacije u IKT su glavna komponenta koja može smanjiti i fiksne i varijabilne troškove transakcija ulaska na tržište i uopšte ekonomskih performansi. Međutim, dok izuzetne promene kapaciteta mašina u obradi, prenosu i čuvanju informacija dovode do ogromne efikasnosti i drugih prednosti, potencijalna mana tako brzih promena jeste veoma brzo obezvređivanje fizičkog i ljudskog kapitala*. Stoga je, u vrlo promenljivom okruženju velika je prednost imati kvalifikovan ljudski kapital, koji je oličenje najnovije tehnologije. U suštini od ogromnog značaja je prilagodljivost zemlje ili regiona da postoji stalno

*Milovanović, S., 2017, *Informaciono-komunikacione tehnologije u kontekstu globalizacije i regionalizacije*, Zbornik radova: ICDQM-2017, Prijedor, Srbija, 29.-30. jun 2017, str.447-453.

unapređenje ljudskog kapitala, tehnološka spremnost i ulaganja u tehnološku infrastrukturu^{17*}. Nagli razvoj IKT još se naziva i četvrta revolucija u tehnologiji. U visoko razvijenim zemljama postala je glavni izvor kreativne destrukcije i ekspanzije inovacija. Sa tog aspekta identifikuju se dve osnovne snage globalnog tržišta^{18*}: 1) proces inovacione dinamike koji zahteva politiku koja njegov proces podsticaja investicija u inovacije, preduzetnički kapital i *start-ups* (novih biznisa) itd. Primer je Silikonska dolina u Kaliforniji, preduzetničkog zakonom zaštićenog kapitalizma personalizovanog u osnivaču Mikrosfta; 2) formacija globalno konkurentskih klastera multinacionalnih kompanija;

Svojevremeno je geografska koncentracija firmi bila specifična za Evropu (Alfred Maršal: „*Principi ekonomije*“) a potom i u SAD-u. Potom je Porter razvio svoju teorijsku konstrukciju (*Konkurentstaka prednost nacije*)u kojoj predlaže dijamantski model kao doktrinu za ukрупnjavanje i sjedinjavanje preduzetničkog okruženja, koje utiče na kapacitet preduzeća da kreira održivu konkurentsku prednost na globalnom tržištu. Ukрупnjavanje globalno konkurentskih klastera (MNK) svakako ima elemente globalnog kapitalizma a zbog sve jače dominacije na globalnom tržištu robe, MNK su u poziciji da kolektivno odrede pravila igre u globalnoj ekonomiji. Nova kreativna destrukcija koju iniciraju mala i inovativna preduzeća, na manjem geografskom prostoru, je jedina iniciraju mala i inovativna preduzeća, na manjem geografskom prostoru, je jedina kompenzaciona moć globalno konkurentskih klastera. Inovativne kompanije, uglavnom *start-ups*, u cilju bržeg razvoja i rasta, ulaze u neformalne saveze, ali i takozvane klustere^{**19*}. Međutim, ako nekoliko firmi nastane kao *spin-off* firme majke ili više njih, klaster može da nastane spontano. Inovaciono preduzetništvo, kao kombinacija vlasničkog i kolektivnog kapitalizma, oličeno je u funkcionisanju regionalnih klastera, poput Silikonske doline, koji predstavljaju sredinu između lokalnih mreža i klastera. To ujedno predstavlja dvopolarni inovativni dinamizam: s jedne strane

*U Srbiji je to najbrže rastući sektor i u izozu koji je 2018 godine iznosio 1,13 milijardu eura), pa je u njemu smanjen porez na dobit za prihode od intelektualne sojine sa 15 na 5 odsto vrednosti od početka 2019 godine.

**Ateljević, J., 2013, Šumpeterova teorija ekonomskog rasta: Preduzetništvo kao odgovor na ekonomsku stagnaciju, *Acta Economica XI*, broj 18, februar, Ekonomski fakultet, Niš, str.219-238.

***Saxenian, A., 1994, *Culture and Competittion in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge: Harvard University P.

klaster globalne konkurentnosti i s druge strane lokalnu preduzetničku mrežu, čiji neksus rezultira formiranjem novih brzo-rastućih firmi.

Geografsko područje, koje se čini katalizatorom globalnog rasta, predstavlja samo deo, i to marginalni, od ukupne globalne osnove. Regioni koji su zasnovani na znanju ili umreženi regioni, potencijalni su pobednici globalnog nadmetanja i mogu se nazvati globalnim žarištima ili žarišnim tačkama. Međutim da bi se razumela nova teorija rasta, ekonomska žarišta – pojedini regioni, služe kao predmet analize. Po modelu regionalnog rasta i razvoja postoje tri faze nastajanja žarišta^{20*}: 1) pokretanje klastera i pojavljivanje žarišta; 2) težnja ka ukupnjavanju firmi; i 3) preorijentacija firmi koja uključuje opadanje performansi žarišta;

Brojni su primeri *životnog ciklusa* ekonomskog razvoja regije paralelno sa tehnološkim ciklusima ili dinamikom tražnje. To najbolje potvrđuje geografska koncentracija preduzeća ili žarišnih tačaka, koje mogu da dožive drastičan pad aktivnosti. Nova tehnologija obezbeđuje mogućnost za subjekte i regione da zaobiđu nedostatke postojećih tehnologija i da smanje razliku u produktivnosti u odnosu na tehnološke lidere. Međutim, tehnološke pozicije mogu se odražavati na postojeće ljudske kapacitete, finansijska i druga ograničenja, koja mogu biti promenjena bez održive investicione politike, srednjoročno i dugoročno. Prema tome, u kraćem roku, tehnološka promena može biti povezana sa značajnim efektima, pri čemu sadašnji nivoi performansi jesu od suštinskog značaja za razumevanje daljeg širenja IKT. Stoga, većina preduzeća može biti kritična determinanta njihovog prisustva resursima, što je od suštinskog značaja za ulaganja i preuzimanje rizika u cilju promovisanja usvajanja IKT. U različitim stepenima, mnoge zemlje i regioni pokazali su povećanu spremnost za prihvatanje liberalizacije tržišta, za otvorenost i olakšan pristup tržištu. Uopšteno, to što smanjeni troškovi transakcija utiču na domaću i međunarodnu trgovinu proizvodima i uslugama jeste bitan faktor i procesa globalizacije i relativne konkurentnosti pojedinih zemalja regiona. Pored pozitivnih aspekata primene novih tehnologija, jedna od mogućih posledica ovakvih promena je i smanjenje sigurnosti na tržištu rada^{*21*}.

*Pounder, R.St., John, C.Hot, 1996, *Spots and Blind Spots: Geographical clusters of the firms and innovation*, *Academy of Management Review*, Vol.121, No.4, 1192-1225.

**Jandrić, M., 2018, *Institucije rada u svetlu savremenih tehnoloških promena*, u *Zborniku: Ekonomska politika Srbije u 2018 godini*, NIDE i Ekonomski fakultet, Beograd, str.189-199.

Neadekvatan institucionalni odgovor doveo bi do produbljivanja segmentacije na tržištu rada, povećanja nesigurnosti i veće izloženosti riziku od siromaštva. U suprotnom, pozitivnom smeru dolazi do značajnih promena vezanih za potrebna znanja i veštine na tržištu rada, i to ukazuje na neophodnost kontinuiranog usavršavanja radne snage. Smatra se da je novi profil radne snage kreativan i fleksibilan upravo zahvaljujući tome što ima adekvatno dizajniran nivo sigurnosti. Pored novih oblika zapošljavanja vezana je i za zamagljivanje određenih statusa na tržištu rada, što je naročito izraženo kod samozaposlenih lica. Sama definicija zaposlenog se promenila, u odnosu na ranije decenije, jer se sada zaposlenim tretira svako ko je u prethodnoj sedmici radio od dva do četiri sata (nova definicija prema teoriji o fleksibilnosti tržišta rada) pa to daje rezultat da je broj zaposlenih veći od realnog stanja. Informaciono-komunikacione tehnologije su glavna pokretačka snaga *outsourcinga* (*outsourcing*) i *ofšoringa* (*offshoring*) kao globalnih procesa. Brz napredak tehnologije, posebno IKT i svetska deregulacija i konkurencija u telekomunikacionoj industriji doveli su do značajnog smanjenja u troškovima prilagođavanja i komunikacije sa kojima se suočavaju preduzeća. S druge strane, preduzeća više ne mogu da se posmatraju kao pojedinačni subjekti koji proizvode finalne proizvode. Povećana globalna povezanost i kao njen rezultat međunarodna mogućnost uštede u troškovima proizvodnje znači da se preduzeća sada suočavaju sa odlukama da *outsoruju* i *ofšoruju* delove njihovog proizvodnog procesa. Smatra se da postoji potreba za novim paradigmatama u teoriji međunarodne trgovine koje će pozicionirati trgovinu usredsređenu na zadatke (*task trade*) kao centralnu tačku ove trgovine^{22*}. Firme koje imaju IKT investicije nude *outsoring* i *ofšor* usluge kupuju i veći obim poslovnih usluga na tržištu. Osim toga, smatra se da su veće šanse da te firme kupuju *ofšor* usluge. Konkretno, smatra se da i IKT investicije i korišćenje Interneta su povećali verovatnoću da se preduzeće *ofšoruje* za 12% tokom dužeg vremenskog perioda^{23**}. Potom su istraživane veze između performansi kompanije i togakoliko IT usluga kompanija premešta u inostranstvo. Međutim, ne nalazi se veza i potrebno je dodatno istraživanje kako bi se uvidelo koje su prednosti *ofšoringa* i kada je pogodno vreme da firme prebacuju svoje

*Grillo, F., Dutton, W.H., Cobo, C., 2015, *Economic Geography in the Internet Age*, Symphonija, Milan, 2015.

**Celbis, M.G., Crombrughe, D., 2014, *Can Internet Infrastructure Help Reduce Regional Disparities?* Maastricht, the Netherlands.

poslovanje u inostranstvo. Na osnovu podataka nekoliko OECD zemalja, izračunato je da 20% ukupnog broja zaposlenih obavlja funkcije koje bi potencijalno mogle da se ofšoruju kao rezultat tehnološkog napretka i povećanje trgovanja uslugama*. Veliki broj zanimanja u uslužnom sektoru je potencijalno spreman da se ofšoruje. U tom kontekstu primenjuju se sledeće klasifikacije zanimanja po osnovu četiri „ofšor atributa“**: (1) Intenzivno korišćenje IKT; (2) Autput kojim može da se trguje i koji može da se prenosi na način koji su omogućile IKT; (3) Nivo eksplicitnog znanja; i (4) Nepostojanje direktnih zahteva (licem u lice); na tržištu rada, povećanja nesigurnosti i veće izloženosti riziku od siromaštva. U suprotnom, pozitivnom smeru dolazi do značajnih promena vezanih za funkcionisanje tržišta, međusobnu povezanost, kao i relativni značaj prostornih ekonomskih faktora. Kao rezultat tog, postoje potencijalno asimetrične pojave u nekim od relativnih troškova privrednih subjekata, koji su često povezani na složene načine sa prostorno osetljivim ekonomskim faktorima i konkurentnošću. Na primer, dok preduzeće u udaljenom regionu može biti u stanju da efektivno koristi elektronski marketing da bi prodalo jedinstveni proizvod, njegova sposobnost da zadovolji kupce može zavistiti od komplementarnih ulaganja u infrastrukturu, što bi smanjilo troškove transporta za isporuku dobara potencijalnim kupcima. Nagli razvoj trgovine i direktnih stranih investicija je u vezi sa drugim specifičnim procesima kao što su: autsorsing, fragmentacija, ofšoring ili delokalizacija ekonomskih aktivnosti. Pozitivan i negativan efekat globalizacije je povećani pritisak na međunarodnu konkurentnost. To dovodi do toga da firme decentralizuju lance vrednosti na globalnom nivou, da bi postigle sniženje troškova i/ili došle do izvora jedinstvenih resursa. Uopšteno, korišćenje IKT može da se posmatra kao borba protiv tradicionalnih prostornih ograničenja, koja su zahtevala grupisanje komplementarnih aktivnosti na određenom prostoru. IKT olakšava prostornu disperziju, fragmentaciju i decentralizaciju smanjenjem organizacionih troškova koordinacije***. Na primer, u

*Chatterji, A., Glaeser, E., Kerr, W., 2014, *Clusters of Entrepreneurship and Innovation*, The University of Chicago press journals, Chicago, Illinois, USA.

**Euijune, K., Brian, H. S., 2016, *Innovation of ICT manufacturing and agglomeration economies: evolution over the life cycle* *New Frontiers in Regional Science: Asian Perspectives*, Vol.25, No 2, pp 69-87.

***Kaufmann, A., Lehner, P., Todtling, F., 2003, *Effects of the Internet on the spatial structure of innovation networks*, *Information Economics and Policy*, Vol.15, No 4, pp.402-424.

slučaju outsourcinga IKT omogućava i supstituciju većih troškova potencijalno nižim troškovima preko eksternih dobavljača, gde će preduzeće imati uštedu u troškovima koji su povezani s internim snabdevanjem. Tradicionalni razlozi za takve prednosti eksternih troškova uključuju pristup jedinstvenim tehnologijama, resursima, uključujući i kvalifikovanu i nekvalifikovanu radnu snagu, kao i sposobnost dobavljača da postigne ekonomiju obima opslužujući više klijenata. Konkretno, outsourcing je obično vođen, u velikoj meri, niskim platama, kao što je slučaj sa softverskim konsultatskim uslugama. Ove usluge zavise od snabdevenosti dobro kvalifikovanim radnicima, koji mogu biti inostrano ili lokalno obučeni i/ili regrutovani. IKT se može posmatrati kao važno sredstvo za efektivnu komunikaciju, obradu i korišćenje informacija koje omogućava efikasnu koordinaciju vremena za eksterne nabavke, što je povezano sa internim potrebama preduzeća. Osim toga, često postoje problemi kontrole kvaliteta, koji mogu da zahtevaju deljenje potencijalno složenih informacija koje se tiču prirode proizvodnog procesa. U ovom slučaju globalizacija podrazumeva pravi izazov za merenje doprinosa IKT konkurentnosti neke institucije. Naime, procena ukupnog doprinosa IKT investicija u povećanu produktivnost i profitabilnost može biti pomućena činjenicom da su IKT povezane sa puno različitih dimenzija poslovanja*. Globalizacija utiče i na povećane oportunitetne troškove loših izbora politike. Razlog za to je povećan tempo tehnoloških promena, a povećana međuzavisnost koja se povezuje sa ekonomskom globalizacijom redefiniše jaz između tehnološki naprednih zemalja/regiona i ekonomskih lidera, s jedne strane i tehnoloških sledbenika i siromašnih zemalja/regiona, s druge strane. Tokom vremena postoji mogućnost da se dođe do oštrih političkih kompromisa između politike favorizovanja konkurentnosti i politike koja favorizuje socijalnu preraspodelu. Pored toga, učešće politike je često naglašeno u slučaju izraženih asimetrija u početnim ekonomskim pozicijama ekonomskih subjekata. Proaktivna politika zemalja i regiona, koja favorizuje inovacije i difuziku IKT, je od sve većeg značaja, a naročito za razvoj odgovarajućeg stručnog ljudskog kapitala koji može biti od presudnog značaja za uspeh. Daljim razvojem IKT i razvojem novih internet tehnologija, veb platformi, veb aplikacija, m-trgovine i trgovine na društvenim mrežama otvaraće se nove

**Khunong, M. Vu (2013), Information and Communication Technology (ICT) and Singapor's economic growth, Information Economic and Policy, Vol 14, No 4, 2013, pp.284-300.*

mogućnosti razvoja elektronske trgovine*. S druge strane treba imati u vidu brojne izazove ali i moguće pravce unapređenja politike zaštite konkurencije u Srbiji. Upravo je ta politika, kao značajan segment ukupne ekonomske politike, predstavlja njen vodeći deo, posebno sa aspekta visokih tehnologija. Upravo je institucionalna izgrađenost ovih segmenata vrlo bitna za rast i razvoj jedne privrede, jer bez fer uslova konkurencije ne može se ostvarivati ni ubrzani privredni rast ali i ukupni razvoj jedne države. Mogućnost za unapređenje politike za zaštitu konkurencije Srbije jeste pridruživanje Evropskoj Uniji (Poglavlje 8). U tekućem procesu integracija od Srbije se zahteva prilagođavanje pravila i prakse pravilima i praksi EU. Ista je situacija i sa politikom zaštite konkurencije, pa se tako javlja prostor i za njeno poboljšanje zasnovano upravo na iskustvu EU. Osnov za poboljšanje jeste i sve veći razvoj akademske i stručne javnosti u ovoj sferi, što treba iskoristiti. Kao opasnosti koje stoje pred sprovođenje politike za zaštitu konkurencije u Srbiji su nedovoljno znanje o značaju ove politike i načinu sprovođenja iste od strane menadžera i radnika u pojedinim kompanijama, kao i nedovoljno poznavanje ove problematike od strane šireg auditorijuma. Stimulišući rast ekonomije kroz nove servise i otvorenost za investicije, telekomunikaciona industrija stvara uslove za otvaranje novih radnih mesta, povećanje produktivnosti postojećih procesa rada, povećanje prihoda i brzinu povraćaja investicija. Kombinacija više informaciono-komunikacionih tehnologija ima višestruki efekat na privredni razvoj uopšte a naročito pojedinih regiona. Primena novih pristupnih tehnologija podiže kvalitet života i standarda stanovništva na taj način što pojednostavljuje komunikacije i obezbeđuje lakše i brže pristupanje informacijama, novim vidovima zabave ali i unapređuje kulturni i sportski život. Uopšteno, doprinosi privrednom i opšt društvenom razvoju. Savremeni, mnogo brzi Internet pruža brojne prednosti, uz ekonomski i opšt društveni razvoj sa svih socijalnih aspekata. S jedne strane empirija je pokazala značajno povećanje produktivnosti, zapošljavanja i dobiti u preduzećima, a s druge strane ukazivano je na značajan napredak u obrazovanju i zdravstvenim uslugama. Informaciono-komunikacione tehnologije, čak i u manje razvijenim zemljama, zajedno sa internet infrastrukturom, uspešno su uključene u razvojne strategije. Razvijena internet infrastruktura generiše pozitivne eksterne efekte u sociokulturološkom

*Ćuzović, S., 2019, "Digitalna (de) humanizacija trgovine", *Politika, Beograd, 07.02.2019.*, str.14.

razoju, jer to ože da olakša učešće žena i osoba sa invaliditetom u društvenim i ekonomskim aktivnostima i pristup umetnosti, književnosti i, uopšte, kulturi. S druge strane, na taj način može se stimulisati politička participacija i širenje novih ideja, kako u razvijenim zemljama, tako i u zemljama u razvoju ili koje su još u tranzicionim procesima. U svakom slučaju, velike investicije u IKT, pa samim tim i u brzi Internet, je zbog toga što su te tehnologije od ključnog značaja za distribuciju znanja i informacija, što predstavlja suštinu razvoja ekonomije i društva. Informatičko društvo i ekonomija znanja uporno naglašavaju značaj komunikacionih tehnologija u kreiranju znanja i povećanju produktivnosti. Neosporno, mnogi faktori utiču na ekonomski razvoj, ali jedan od najjačih uticaja imaju inovacije u IKT i tehnološke promene. Tehnološke promene se uglavnom sastoje od manjih inkrementalnih promena, ali nekoliko tehnoloških promena je fundamentalno promenilo način i mesto organizovanja ekonomskih aktivnosti. To su, takozvane tehnologije opšte namene. Upravo se informaciono-komunikacione tehnologije (uključujući računar i Internet) smatraju tehnologijama opšte namene.

2. PRIVREDNI KLASTERI KAO RESURSNA EFIKASNOST

Brži privredni rast manje razvijenih zemalja posledica je činjenice da je znatan deo tog rasta rezultat transfera tehnologije i znanja iz razvijenih zemalja, što predstavlja mogućnost koje razvijene zemlje nemaju-njihov privredni rast u većoj meri zavisi od sopstvenih inovacija i tehnološkog napretka, što je sporiji proces. Cikličnost ekonomskog razvoja regije, odnosni porast i pad ekonomskih aktivnosti ukazuje da regionalni klasteri konkurenata dožive sličnu sudbinu kao i većina velikih industrijskih centara. Specifična karakteristika žarišta je ta da se regionalni klaster preduzeća odlikuje sledećim karakteristikama*: (1) takmiči u istoj industriji, (2) počinje kao jezgro od nekoliko novih firmi koje kao grupa rastu puno brže nego ostale firme u datom sektoru, i (3) ima iste potrebe za nepokretnom, tehničkom i drugom infrastrukturom;

Istraživanja ukazuju da nisu svi regionalni klasteri postali i žarišta. Naime, kompanije koje su locirane jedna blizu druge, u nameri da iskoriste prilike na lokalnom tržištu, ne sačinjavaju žarišta. Dobri

* Ateljević, J., 2013, *Šumpeterova teorija ekonomskog rasta: Preduzetništvo kao odgovor na ekonomsku stagnaciju*, Acta Economica XI, broj 18, februar, Ekonomski fakultet, Niš.

primeri su za to hoteli različite veličine, trgovine na malo i restorani. Žarišta imaju svoju dinamiku u ličnim odnosima preduzetnika, polju obrazovanja i upravljačkoj kulturi menadžera odnosno preduzetnika i eksperata. Istraživanja su pokazala da žarišta iniciraju brži rast u odnosu na samu industriju, ali iskustva upućuju na to da opadanje poslovnih aktivnosti u samom žarištu ne osećaju i firme izvan njega*. Stvaranje klastera i odabrane firme, koje ga čine uspešnim još u početnoj fazi, odnosno u fazi nastajanja (kada postoji mnogo mogućnosti za njihov rast) predstavlja rezultat njihove inovativnosti i pravovremenog izlaska na tržište, ne samo na lokalno nego i na regionalno.

Uočljivo je da su preduzeća, koja su deo klastera, uspešnija od onih koji to nisu, naročito u početnoj fazi životnog ciklusa proizvoda. Sektor obrazovanja, posebno specijalizovane škole i univerziteti sa posebnim programima, imaju veliki doprinos u stvaranju efikasnih klastera. U savremenim uslovima to se posebno odnosi na razvoj visokih tehnologija u informatici i kompjuterskoj indutriji, i kompletnom elektroinžinjeringu. Na primer, nastanak nastanak tzv.m-Commerce (bežične tehnologije) koji je deo klastera MNK (klaster multinacionalnih kompanija) potvrđuju primenu novi teorija rasta i razvoja regiona zasnovanih na preduzetništvu i kreiranju klastera. Razvojem bežične tehnologije, od kraja 80-ih godina prošlog veka, kao npr.uvođenje mobilne tehnologije, dolazi do unapređenja poslovne kulture, i postaju simbole globalne mreže. Poslovna kultura se vremenom podiže na visoki nivo, kako u velikim korporacijama tako i u nizu malih preduzeća. Taj trend je, takođe, zaživeo u javnoj upravi, visokom školstvu i drugim institucijama. U savremenim uslovima kreativnost predstavlja vrlo moćnu konkurentsku prednost. Postojeća i buduća tehnologija će u budućnosti imati veliki uticaj na ljude i njihovo ponašanje u privatnom i poslovnom kontekstu, iako je teško predvideti sve implikacije koje nameće digitalna revolucija. Verovatno će najveće inovacije nastati unakrsnom fertilizacijom sektora i profesija. To se ogleda u komplementarnosti lateralnog i holističkog pristupa umetnika i naučnika, s jedne strane, i poslovnih ljudi da komercijalizuju ideje, sa druge strane. Imajući dugu tradiciju istraživačkog laboratorija u državnom vlaništvu, ključni akteri nordijskih firmi (Nokia i Erikson) u

* *Pounder, R.St., John, C.Hot, 1996, Spots and Blind Spots: Geographical clusters of the firms and innovation, Academy of Management Review, Vol.121, No.4, 1192-1225.*

informaciono-komunikacionim tehnologijama, IKT industriji mogu da kombinuju univerzitetski i preduzetnički tip organizacijske kulture i konkurentskog ponašanja. U oblastima kreativne destrukcije, poput m-Commerce, ova vrsta preduzetničke kulture je više nego dominantna. Ove firme iz oblasti informaciono-komunikacione tehnologije ostvaruju vlastite modele privremenog monopolskog profita, kao rezultat preduzetništva i kreativne destrukcije. IKT kompanije su, razvojem tokom vremena, menjale svoj fokus: od tržišnog prema oportunističkom učešću, sa raznovrsnim mogućnostima. Ljudski i intelektualni su postali ključni ekonomski resursi, s obzirom da su poslovna infrastruktura i investicioni kapital dostupni i u drugim regionima, pa znanje i kreativnost postaju jedina dugoročna konkurentsa prednost. Razvoj interneta i srodnih tehnologija povećao je tražnju za inovativnim idejama, kreativnim rešenjima i unikatnim proizvodima, zasnovanim na preduzetničkom ekonomskom dinamizmu. Konkurencija je dinamički proces koji se reflektuje u razlikama i borbi među kompanijama, a ne kao statična, jer su ekonomski ciklusi i teorija rasta i razvoja privrede nerazdvojni procesi. Specifična karakteristika žarišta je ta da se regionalni klaster preduzeća odlikuje sledećim karakteristikama*: (1) takmiči u istoj industriji, (2) počinje kao jezgro od nekoliko novih firmi koje kao grupa rastu puno brže nego ostale firme u datom sektoru, i (3) ima iste potrebe za nepokretnom, tehničkom i drugom infrastrukturom;

Istraživanja ukazuju da nisu svi regionalni klasteri postali i žarišta. Naime, kompanije koje su locirane jedna blizu druge, u nameri da iskoriste prilike na lokalnom tržištu, ne sačinjavaju žarišta. Dobri primeri su za to hoteli različite veličine, trgovine na malo i restorani. Žarišta imaju svoju dinamiku u ličnim odnosima preduzetnika, polju obrazovanja i upravljačkoj kulturi menadžera odnosno preduzetnika i eksperata. Istraživanja su pokazala da žarišta iniciraju brži rast u odnosu na samu industriju, ali iskustva upućuju na to da opadanje poslovnih aktivnosti u samom žarištu ne osećaju i firme izvan njega**. Stvaranje klastera i odabrane firme, koje ga čine uspešnim još u početnoj fazi, odnosno u fazi nastajanja (kada postoji mnogo mogućnosti za njihov rast) predstavlja rezultat njihove inovativnosti i

*Ateljević, J., 2013, Šumpeterova teorija ekonomskog rasta: Preduzetništvo kao odgovor na ekonomsku stagnaciju, Acta Economica XI, broj 18, februar, Ekonomski fakultet, Niš.

**Pounder, R.St., John, C.Hot, 1996, Spots and Blind Spots: Geographical clusters of the firms and innovation, Academy of Management Review, Vol.121, No.4, 1192-1225.

pravovremenog izlaska na tržište, ne samo na lokalno nego i na regionalno. Međutim, i pored saznanja da postoji neka vrsta ekonomskog tajminga (pravovremeno izlaženje na tržište), teško je predvideti nastajanje regionalnih klastera. S druge strane, teoretičari biznisa i preduzetništva ističu preduzetništvo kao *spiritus movens* ekonomskog procesa. Na primer, ističe se devet važnih činilaca preduzetništva. Zbog koincidencije da svi ti pojmovi (na engleskom jeziku) počinju slovom „F“, ovaj koncept je u literaturi poznat i kao „9 F koncept uspešnog preduzetništva“. Evo tih karakterističnih pojmova*:

1. Osnivači (Funders): značaj prvoklasnih osnivača, mudrih i uglednih;
2. Fokusiranost (Focused): usmerenost na odabrane tržišne segmente (niše);
3. Brzo reagovanje (Fast): brzo odlučivanje i brza primena donetih odluka;
4. Fleksibilnost (Flexible): brzo prilagođavanje promenama;
5. Neprekidno inoviranje (Forever – innovating): stalno traganje za novim;
6. Poravnatost (Flat): smanjivanje broja upravljačkih nivoa;
7. Štedljivost (Frugal): stalna borba za smanjivanje svih troškova;
8. Prijateljstvo (Friendship): biti prijatelj sa svim stejkolderima;
9. Zabava (Fun): zabavno je saradivati sa preduzetničkom firmom;

U uslovima ekonomske stagnacije nije lako obezbediti sve navedene činioce, kao pretpostavke uspešnog preduzetništva, ali je neophodno nastojati da se što veći broj njih stvori, i tako obezbede uslovi za dobar start poslovnih poduhvata. Međutim, i slab start neće pokolebati i navesti na odustajanje. Dobar preduzetnik upravo tada dobija dodatnu inspiraciju i novu energiju da istraju i potom završe kao uspešni privrednici. To znači da je za uspeh u ekonomskim poduhvatima potrebna sinergija (sinhronizovana energija) i ličnih svojstava preduzetnika i uslova u okruženju.

ZAKLJUČAK

U savremenim uslovima gotovo sve zemlje kroz organe i institucije izvršne i zakonodavne vlasti utvrđuju koncepciju i strategiju ekonomskog razvoja i na osnovu nje vode efikasnu ekonomsku politiku (definisanjem i sprovođenjem konzistentnih ciljeva, mera i drugih sredstava) koje je usmerena na ostvarivanje makroekonomske stabilnosti, pune zaposlenosti, jačanja konkurentnosti i dinamičnog privrednog rasta i razvoja. Indikativno planiranje privrednog razvoja i u

* Bygrave, W.D., 1997, *The portable MBA in Entrepreneurship*, John Wiley&Sons, Inc., New York, USA, p

razvijenim zemljama postepeno se transformisalo u strateško strukovno planiranje, tj. u makroekonomsko planiranje koje predstavlja jedinstvo ekonomske politike i ukupne aktivnosti držve. Savremene informaciono-komunikacione tehnologije u značajnoj meri menjaju okruženje u kojem funkcionišu privredni akteri, a efekti ovih promena vidljivi su kako na socijalnom, političkom i bihejvioralnom planu, tako i na onom ekonomskom gde se manifestuju nastankom svojevrzne digitalne ekonomije. Značajan uticaj na način i lokaciju dobara i usluga imalo je brzo širenje IKT, a potom i na svojstva proizvedenih dobara i usluga i način na koji su oni plasirani na tržište i distribuirani do potrošača. Ove tehnologije su imale veliki uticaj na industrijske strukture regiona i na geografske lokacije različitih industrija, ne samo u Evropi, već i širom sveta. Informaciono-komunikacione tehnologije su, takođe, uticale na odnose između kupaca i dobavljača, jer su zaslužne za organizaciju mnogih tržišta poluproizvoda i gotovih proizvoda.

LITERATURA

- [1] Ateljević, J., 2013, Šumpeterova teorija ekonomskog rasta: Preduzetništvo kao odgovor na ekonomsku stagnaciju, *Acta Economica* XI, broj 18, februar, Ekonomski fakultet, Niš.
- [2] Bygrave, W.D., 1997, *The portable MBA in Entrepreneurship*, John Wiley&Sons, Inc., NY.
- [3] Celbis, M.G., Crombrughe, D., 2014, *Can Internet Infrastructure Help Reduce Regional Disparities?* Maastricht, the Nedtherlands.
- [4] Chaterrji, A., Glaeser, E., Kerr, W., 2014, *Clusters of Entrepreneurship and Innovation*, The University of Chicago press journals, Chicago, Illinois, USA.
- [5] Ćuzović, S., 2019, "Digitalna (de) humanizacija trgovine", *Politika*, Beograd, 07.02.2019.
- [6] Euijune, K., Brian, H. S., 2016, *Innovation of ICT manufacturing and agglomeration economies: evolution over the life cycle* *New Frontiers in Regional Science: Asian Perspectives*, Vol.25, No 2, pp 69-87.
- [7] Grillo, F., Dutton, W.H., Cobo, C., 2015, *Economic Geography in the Internet Age*, Symphonija, Milan, 2015.
- [8] Jandrić, M., 2018, *Institucije rada u svetlu savremenih tehnoloških promena*, u *Zborniku: Ekonomska politika Srbije u 2018 godini*, NIDE i Ekonomski fakultet, Beograd.

-
- [9] Kaufmann, A., Lehner, P., Todtling, F., 2003, Effects of the Internet on the spatial structure of innovation networks, *Information Economics and Policy*, Vol.15, No 4.
- [10] Khunong, M. Vu (2013), Information and Communication Technology (ICT) and Singapor's economic growth, *Information Economic and Policy*, Vol 14, No 4, 2013.
- [11] Milovanović, S., 2017, Informaciono-komunikacione tehnologije u kontekstu globalizacije i regionalizacije, *Zbornik radova: ICDQM-2017*, Prijedor, Srbija, 29.-30. jun 2017.
- [12] Petrović, P., 2019, Srbija u novom društveno-ekonomskom poretku, IMPP,
- [13] Pounder, R.St., John, C.Hot, 1996, Spots and Blind Spots: Geographical clusters of the firms and innovation, *Academy of Management Review*, Vol.121, No.4, 1192-1225.Beograd.
- [14] Pounder, R.St., John, C.Hot, 1996, Spots and Blind Spots: Geographical clusters of the firms and innovation, *Academy of Management Review*, Vol.121, No.4, 1192-1225.
- [15] Saxenian, A., 1994, *Culture and Competittion in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge: Harvard University Press.

Dr Dušan Malić³⁴

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Dalibor Dobrilović³⁵

Univerzitet u Novom Sadu – Tehnički Fakultet “Mihajlo Pupin” Zrenjanin, Zrenjanin

MSc Milan Malić³⁶

Schneider Electric DMS NS LLC, Novi Sad

Optimizacija održavanja malog data centra podržanog IoT uređajima

Optimization of maintenance for a small data center supported by IoT devices

Rezime:

Glavni fokus rada zasniva se na primeni Internet of Things (IoT) uređaja i modernih arhitekturnih rešenja u programiranju s ciljem optimizacije održavanja malog data centra. Obrada podataka, u realnom vremenu, pristiglih sa udaljenih senzorskih stanica može dovesti do značajnih ušteda resursa. S druge strane, proizvođači senzorskih stanica koriste različite informaciono komunikacione tehnologije (IKT) kako bi ostvarili komunikaciju sa kolektorskim uređajima. S ciljem smanjenja troškova i bezbednosnih rizika, neophodno je dati predlog arhitekture ovakvog sistema. Kroz ovaj rad, daće se prikaz arhitekture malog data centra implementiranog na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“, kao i predlog arhitekture sistema za prikupljanje i analizu podataka dostavljenih sa IoT uređaja. Delovi ovog sistema su još uvek u razvoju.

Ključne reči: Održavanje, IoT, data centar, informatičke tehnologije.

Abstract:

Main focus of paper is based on the application of IoT devices and modern architectural solutions in programming with the aim of optimizing maintenance of small data center. Data processing, in real time, from remote sensor stations can lead to significant savings of resources. On the other hand, manufacturers of sensor stations use different information communication technologies to communicate with gateway devices. In order to reduce costs and security risks, it is necessary to give a proposal to the architecture of this system. Through this work, there will be a presented architecture of the small data center, implemented at the technical faculty "Mihajlo Pupin", as well as a proposal for the system architecture to collect and analyze data submitted from the IoT device. Parts of this system are still under development.

Keywords: Maintenance, IoT, data center, information technology.

³⁴ dusan.malic@outlook.com

³⁵ dalibor.dobrilovic@tfzr.rs

³⁶ milanmalic@outlook.com

UVOD

Globalne promene prouzrokovane pandemijom COVID-19 primorale su poslovno proizvodne kompanije na reorganizaciju svojih poslovnih procesa. Jedan od aspekata koji je proizvod ovakve situacije svakako jeste sve veća primene informacionih tehnologija (IT) i informaciono komunikacionih tehnologija (IKT) u svim segmentima poslovnih procesa. Sve veći broj kompanija prihvatio je kao poslovnu politiku rad od kuće, a što je dovelo do porasta u primeni IT kroz sve sfere poslovanja. Navedena situacija nije uticala samo na poslovno proizvodne sisteme, već i na akademske i zdravstvene ustanove, pravosudne organe, itd.

S obzirom na navedeno, neophodno je bilo odgovoriti na sve izazove koji novo nametnuti režim rada donosi sa sobom. Nagla potražnja za IT uređajima i povećanje iskorišćenosti IKT dovelo je do skoka u potražnji i eksploataciji visoko tehnoloških uređaja, poput serverskih mašina, sofisticiranih sistema za skladištenje podataka, kao i do potražnje poslednjih generacija mrežnih uređaja s ciljem povećanja bezbednosti. Osposobljavanje organizacija da podrže ovakav način rada i navedene tehnologije dovele su do formiranja većeg broja manjih data centara u okvirima samih organizacija.

Jedna od glavnih prepreka na koju je potrebno odgovoriti, kada je reč o data centrima, svakako jeste održavanje visoko tehnoloških uređaja. Velika količina energije, koju koriste ovi uređaji, dovodi do povećanja temperature u prostorijama u kojima se oni nalaze pa i do otkaza istih, ukoliko se sistem ne održava u granicama tolerancije.

Kroz rad autori će diskutovati o modelu za održavanje malog data centra implementiranog na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu podržanog od strane IoT uređaja i softverske arhitekture zasnovane na mikroservisima. Ovaj rad predstavlja sažet prikaz dosadašnjih istraživanja autora u oblasti integracije IoT tehnologija u okviru sistema za nadzor u malim data centrima koja su ranije prezentovana u radovima [1, 2, 3]. Rad je podeljen u sledeće sekcije: 1. Dosadašnja istraživanja, 2. Pregled hardverske i softverske arhitekture malog data centra implementiranog na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“, 3. Zaključak i dalja istraživanja.

1. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Forbes, u saradnji sa Hitachi, izvršio je istraživanje [4]. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da preko 64% učesnika smatra da IoT uređaji predstavljaju značajan segment njihovih kompanija i operacija koje izvode, dok 36% učesnika je ostao neutralan po ovom pitanju. Ni jedan od učesnika ankete nije smatrao da je IoT beznačajan. Na pitanje da li smatraju da li vide budućnost u IoT i implementaciji ovih tehnologija u svoje procese, 91% učesnika je odgovorilo potvrdno i da vide IOT kao veoma važan segment njihovog budućeg poslovanja. Svega 9% učesnika je ostalo neutralno po ovom pitanju, dok niko od učesnika nije smatrao da je IoT beznačajan. Na osnovu istraživanja, sprovedenog od strane *Statistic* [5], do 2025 godine će preko 75 milijardi uređaja biti povezano na Internet, a što je preko tri puta više nego protekle godine. Istraživanje [6], izvršeno od strane *Capgemini Digital Transformation Institute*, ukazuje na porast u broju primene IoT uređaja u mnogim industrijama širom sveta.

Kao što se može zaključiti iz prezentovanih istraživanja IoT postaje sve značajniji deo poslovnih organizacija. Pogodnost da uređaji tokom vremena lako mogu da promene osnovnu funkcionalnost kao i relativno niska cena razvoja prototipova predstavljaju jasan prvi izbor i put daljeg razvoja. Upravo na osnovu navedenog u modelu koji je prezentovan kroz rad, koriste se razvojne platforme mikrokontrolera tipa Arduino i singleboard računara tipa Raspberry Pi 4 kao kolektorske jedinice i senzorske jedinice.

Jedan od najvećih izazova sa kojima se suočavaju programeri i arhitekta softverskih rešenja podržanih od strane IoT uređaja jesu velika količina generisanih podataka. Kako bi se odgovorilo na iste moguće je primeniti neku od raznovrsnih big data tehnika kao što je navedeno u radu [7], a to su: fajl sistemi za big data (npr. Hadoop distributed file system - HDFS), noSQL baze (npr. HBase), modeli obrada podataka (npr. MapReduce), streaming tehnike (npr. Storm), query engines (npr. Impala), big data arhitekture (npr. lambda architecture) i sl. Takođe, u istom radu [7], autori razmatraju kako da se na najefikasniji način odgovori na tokove podataka na nivou arhitekture softvera. Kao predlog message queue sistema se predlaže upotreba RabbitMQ ili Kafka tehnologija.

Upravo komunikacija između mikrosevisa predstavlja centralni segment arhitekture [8, 9, 10]. Kako bi se efikasno odgovorilo na

komunikacione probleme koriste se brokeri za poruke kako bi se samo poruke/podaci transferovali između komponenti sistema. Stoga upravo brokeri za poruke predstavljaju stub oslonac, odnosno kičmu sistema zasnovanog na mikrosevisima.

Danas, postoji veliki broj brokera za poruke dostupnih na tržištu kako u domeni otvorenog koda tako i zatvorenog koda. Svaki od njih ima svoje prednosti i mane. U modelu prezentovanom kroz ovaj rad, koristiće se RabbitMQ razvijen od strane Pivotal [11]. Istraživanja ukazuju da RabbitMQ može da upravlja sa preko milion poruka u sekundi. Upravo navedeni rezultati postavljaju ga u sam vrh visoko performansnih brokera.

Takođe, bitno je istaći da velika količina generisanih i obrađenih podataka unutar sistema za održavanje praćenja malog data centra znano utiče na performanse u segmentu perzistiranja podataka. Istraživanja ukazuju na to da kao potencijalno rešenje se može razmatrati MongoDB. NoSQL MongoDB koristi BSON (Binary JSON) za skladištenje podataka. MongoDB skladišti podatke u vidu dokumenata i na ovaj način postiže bolje performanse iz razloga što ne dolazi do konverzije podataka iz ljudski čitljivog formata kao što je JSON u binarni. Na osnovu navedenog može se zaključiti da je MongoDB dobro rešenje za mikroservis arhitekturu.

2. PREGLED HARDVERSKE I SOFTVERSKE ARHITEKTURE MALOG DATA CENTRA IMPLEMENTIRANOG NA TEHNIČKOM FAKULTETU „MIHAJLO PUPIN“

Prikaz sistema data centra, implementiranog na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“, dat je na slici 1. Detalji arhitekture sistema prezentovani su kroz potpoglavlje 2.1. [1, 2, 3].

Kroz potpoglavlje 2.2. dat je shematski prikaz arhitekture sistema za obradu prikupljenih podataka sa senzorskih stanica. Na slici 2. dat je prikaz aplikacije za praćenje data centra zasnovane na mikrosevisima. Sam razvoj aplikacije je u početnoj fazi i povezan je sa istraživanjem bežičnih senzorskih mreža.

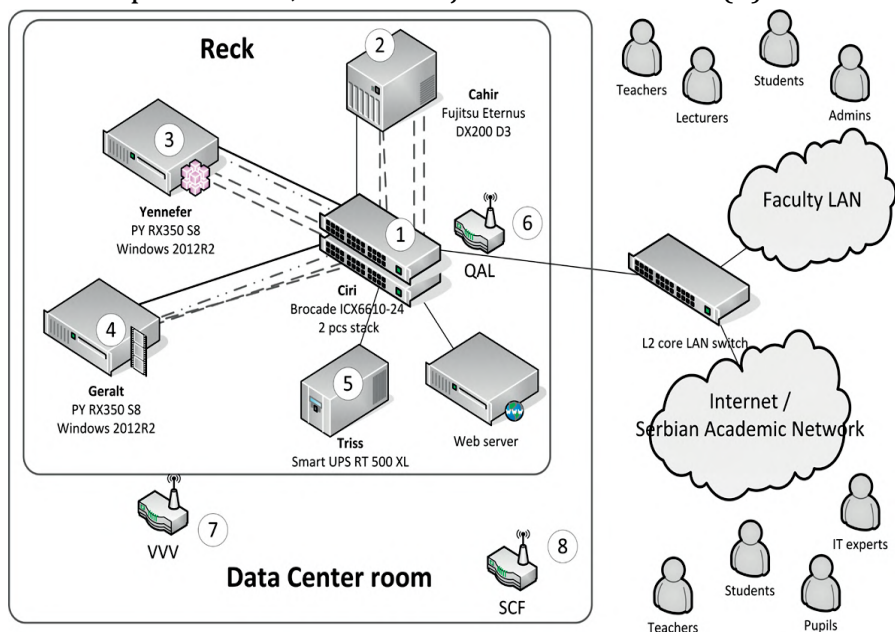
2.1. Pregled hardverske arhitekture

Data centar je implementiran u okviru projekta MIS ETC 1379 “Cross-border access infrastructure to high-level education through web-casts (EduWebCast)”. Projekat je finansiran sredstvima iz

programa prekogranične saradnje Rumunija – Srbija koji je finansiran od strane Evropske unije u okviru instrumenta za predpristupnu pomoć (IPA) i sufinansiran od strane država učesnica programa.

Centralni deo sistema predstavljaju mrežni uređaji tipa switch Brocade ICX 6610 koji su prikazani sa na slici 1. kao (1). Ova dva uređaja beleže višestruka očitavanja senzora temperature pri čemu se sve očitane vrednosti šalju u realnom vremenu ostatku sistema. Važno je reći da navedena dva mrežna uređaja su postavljena u ormanu jedan ispod drugog i da tu zauzimaju centralnu poziciju. Donji uređaj ima višu izmerenu temperaturu, što je i očekivano iz razloga što je bliži centru ormana i okružen je drugim uređajima.

Sledeći element u sistemu je mrežni uređaj za skladištenje podataka Fujitsu Eternus DX200 D3 obeležen na slici 1. sa (2). Ovaj uređaj ima 12 SAS diskova kapaciteta 600GB, što ukupno daje kapacitet od 7,2 TB za skladištenje. Deset diskova je u režimu rada, a dva imaju ulogu rezervnih diskova. Disk RAID je postavljen na High Performance (RAID1+0) sa ukupnim operativnim kapacitetom od 2,67 TB. Jedan deo diska ima kapacitet od 900 GB i ovaj deo koristi server (3). Drugi deo diska ima kapacitet od 1,79 TB i ovaj disk koristi server (4).



Slika 1. Šema sistema za Data centra implementiranog na Tehničkom fakultetu "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu

Server (4) je Fujitsu PY RX350 S8 sa 64GB RAM-a, dva Xeon E5-2697 v2 12C/24T 2.7GHz CPU i dva GPU Tesla K20X. Server (2) Fujitsu RX300 S8 je slabije konfiguracije i ima dva Xeon E5-2697 v2 sa 10 jezgara. Sa oba servera se mogu očitati podaci o temperaturi komponenata ta dva servera. Pored navedenih senzorskih očitavanja postoji i veći drugi broj senzora, pri čemu sve očitane vrednosti sa istih se šalju na sistem za praćenje.

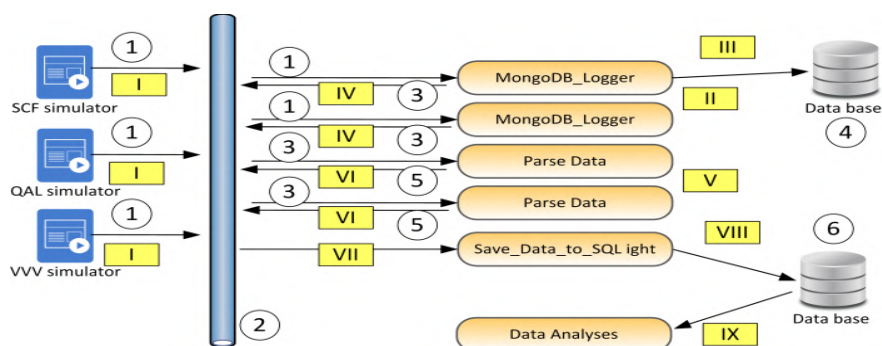
Pored ugrađenih senzora od strane proizvođača i očitavanja sa istih, sistem pribavlja podatke sa IoT senzorskih uređaja koji su specijalno razvijeni za ovo istraživanje. Ovom prilikom korišćene su razvojne ploče Arduino/Genuino UNO i hardver otvorenog koda. Stanica SCF koristi DHT11 i BH1750FVI senzor za praćenje temperature, vlažnosti vazduha i osvetljenja. Stanica QAL koristi Grove temperaturni senzor i Bosch BMP85 senzor za praćenje temperature, odnosno temperature i barometarskog pritiska. Stanica VVV koristi takođe BMP85 senzor i DS18B20 za praćenje temperature i barometarskog pritiska, odnosno samo temperature.

Komunikacija između Arduino/Genuino uređaja zasniva se na bežičnoj ZigBee tehnologiji, a centralni ZigBee uređaj (Coordinator) nalazi se u ormanu, direktno povezan sa serverom preko USB kabla na kome se nalazi prototip aplikacije.

Kako bi se mogli prikupiti podaci o temperaturi izvan opreme, tri senzorske stanice su postavljene na različite lokacije u data centru. Stanica QAL (6) se nalazi unutar ormara, na vrhu više postavljenog Brocade switch-a, stanica VVV (7) nalazi se na vrhu ormara, dok se treća stanica SCF (8) nalazi na udaljenosti od 2m od ormara, blizu prozora prostorije u kojoj se nalazi data centar. Konfiguracija senzorskih stanica u ovom slučaju je fokusirana na senzore temperature, tako da se na svakoj stanici nalazi više različitih senzora temperature.

2.2. Pregled softverske arhitekture bazirane na mikroservisima

Svi mikro servisi su napisani u C# programskom jeziku i podržani su od strane .Net Core 3.1 framework-a [1]. Bitno je istaći da je aplikativni sistem u ranoj fazi razvoja kao i da je priloženi model još u fazi testiranja. Sistem se sastoji od većeg broja komponenti kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Tok podataka u mikroservis sistemu za monitoring data centra sa sledećim komponentama: (1) task_queue, (2) RabbitMQ, (3) data_to_parse, (4) MongoDB database, (5) data_to_save, (6) SQLite database

Kao što se može uočiti sa slike 2. simulatori senzorskih stanica su direktno povezani (I) sa RabbitMQ (2) pri čemu svaki od simulatora generiše i šalje poruke sistemu za praćenje sistema. Sve poruke se šalju na queue task_queue (1). Nakon objavljivanja poruke na red, kreira se događaj na mikroservisu i poruka se procesira od strane MongoDB_Logger mikroservisa (II). Tokom testiranja Round Robin sistem je implementiran kako bi se uskladilo preuzimanje poruke između dve instance mikroservisa. Preuzeta poruka se prosleđuje MessagesDB kolekciji koja je nalazi na MongoDB. Poruka se skladišti u odgovarajuću kolekciju (III). Ovom prilikom dodaje se vremenska oznaka kada je poruka preuzeta i poslata u bazu podataka na skladištenje. Pored toga, što će se u ovom koraku izvršiti skladištenje poruke, generiše se nova poruka (IV) na novom redu data_to_parse (3).

Prethodno opisana procedura se primenjuje kroz ostatak sistem pri čemu svaki od mikroservisa ima odgovarajuću ulogu u procesu obrade podataka.

4. ZAKLJUČAK

Prezentovani model zasnovan na mikroservisima za praćenje i održavanje malog data centra, podržan od strane IoT uređaja, pokazao se kao održivo rešenje. Lak razvoj, brza implementacija i jasna razdvojenost između celina sistema pokazala su se kao pogodno rešenje za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

Arhitektura zasnovana na mikroservisima pokazala se kao veoma pogodno rešenje istraživačkom timu da lako modifikuje i

nadograđuje delove sistema, a pritom da ne ostvaruje uticaj na sam rad ostatka sistema.

LITERATURA

- [1] Malić, M., Dobrilović, D., Malić, D. (2018). Predlog arhitekture sistema za podršku bežičnim senzorskim mrežama zasnovanog na mikroservisima“. XXXVI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju-PosTel 2018, Beograd, 4. i 5. decembar 2018.
- [2] Malić, M., Dobrilović, D., Malić, D., Stojanov, Ž. (2019). Approach in the development of lightweight microservice architecture for small data center monitoring system. International Journal of Electrical Engineering and Computing, Vol. 3, No. 2 (2019), Original research paper UDC 004.42.045:004.738.1:004.432.2C#, DOI 10.7251/IJEEC1902061M
- [3] Malić, M., Dobrilović, D., Malić, D. (2019). Lightweight microservice architecture for small data center monitoring supported with RabbitMQ. 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 20-22 March 2019.
- [4] Forbes Insights, (2017). The Internet of Things: From theory to reality - How companies are leveraging the IoT to move their businesses forward. [Online]. Dostupno na adresi: [http://forbesinfo.forbes.com/l/801473/2019-09-23/27kz/801473/8401/Hitachi IoT Report.pdf](http://forbesinfo.forbes.com/l/801473/2019-09-23/27kz/801473/8401/Hitachi_IoT_Report.pdf) [Pristupljeno: Jun 2020]
- [5] Statista. Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025 (in billions). [Online]. Dostupno na adresi: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>, 2019. [Pristupljeno: January 2019]
- [6] Capgemini Digital Transformation Institute. Unlocking the business value of IoT in operations. [Online]. Dostupno na adresi: <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2018/03/dti-research-report-iot-in-operations-web.pdf>, [Pristupljeno: Jun 2020]
- [7] Hung, C., Hsieh, C. (2017). Chapter 5 - Big Data Management on Wireless Sensor Networks, In Intelligent Data-Centric Systems, „Big Data Analytics for Sensor-Network Collected Intelligence“, Academic Press, 2017, pp 99-116, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809393-1.00005-2>.
- [8] Newman, S. (2015). Building Microservices - Designing Fine-Grained Systems. O'Reilly Media, 2015.
- [9] Fowler, S. (2016). Production-Ready Microservices - Building Standardized Systems Across an Engineering Organization. O'Reilly Media, 2016.
- [10] Rodger, R. (2018). The Tao of Microservices. Manning Publications Co., helter Island, NY, USA, 2018. <https://www.rabbitmq.com/>
- [11] Pivotal Software, Inc., “Messaging that just works — RabbitMQ”, [Online]. Dostupno na adresi: <https://www.rabbitmq.com/>, [Pristupljeno: Jun 2020]

Dr Željko Eremić³⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

GraphQL i optimizacija pristupa podacima

GraphQL and data access optimization

Rezime:

GraphQL je relativno nova tehnologija, stvorena sa ciljem da se optimizuje interakcija sa podacima koji su često i na različitim mestima, i potiču sa različitih izvora. Nezavisna je od programskog jezika i tipa izvora podataka. U ovom radu se predstavljaju osnovne osobine, principi rada, poređenje sa sličnom tehnologijom kao ilustracija izgleda jednog zahteva i odgovora.

Gljučne reči: GraphQL, optimizacija, pristup podacima.

Abstract:

GraphQL is a relatively new technology, created with the aim of optimizing the interaction with data that is often located in different places and comes from different sources. It is independent of the programming language and the type of data source. This paper presents the basic characteristics, principles of work, comparison with similar technology as an illustration of the appearance of request and answer.

Keywords: GraphQL, optimization, data access

UVOD

GraphQL je tehnologija kompanije Facebook. Svrha nastanka ove tehnologije je bila da se prevaziđu ograničenja koja postoje kod RESTful API na serverima mobilnih aplikacija. Problem se, naime, javio kada je bilo potrebno implementirati novi News Feed. Upotrebom RESTful API bilo je potrebno imati nekoliko uzastopnih zahteva, pri čemu je svaki zahtev morao da sačeka rezultate prethodnog zahteva. Sve je ovo vodilo od previše dupliranja podataka, i previše zahteva...

Javila se potreba da se u jednom zahtevu dobiju odjednom samo oni podaci koji su nam potrebni. GraphQL nastoji da zadovolji ovu potrebu.

GraphQL

"GraphQL je upitni jezik. On izlaže tipiziranu šemu nad kojom se izvršavaju upiti. Ogromna prednost GraphQL je u tome što klijent šalje zahtev samo za informacije koje su mu potrebne." [1]

³⁷ zeljko.eric@vts-zr.edu.rs

GraphQL je, prema [2], upitni jezik koji je dizajniran za pravljenje klijentskih aplikacija. On omogućava da se koristi sintaksa koja je intuitivna, ali i fleksibilna. Takođe poseduje sistem za opis zahteva za podacima i interakcije. Važno je naglasiti da GraphQL nije programski jezik. Čak i ne zavisi od nekog posebnog programskog jezika ili sistema za skladištenje podataka. On sa druge strane pruža unificirani interfejs koji je pogodan za razvoj proizvoda. GraphQL je takođe dobra platforma za izgradnju različitih alata.

Klijenti koriste GraphQL upitni jezik za slanje zahteva za GraphQL servise. Ovi zahtevi se nazivaju i dokumentima. Pomenuti dokumenti sadrže operacije koje mogu biti upiti, mutacije ili preplate, kao i fragmenti - uobičajena jedinica kompozicije koja omogućava ponovnu upotrebu upita.

"GraphQL je nedavno predložen, i sve više prihvaćen konceptualni okvir za pružanje novog tipa interfejsa za pristup podacima na Internetu. Okvir uključuje novi jezik upita za grafikone čija je semantika navedena samo neformalno." [3]

GraphQL ima široku rasprostanjenost kod velikih tehnoloških kompanija poput Facebook, GitHub ili Pinterest. Detaljan spisak velikih korisnika je dat na [4].

PRINCIPI

GraphQL je, prema [2], baziran na nekoliko dizajn principa. **Hijerarhijski** je jer su njegovi upiti organizovani hijerarhijski, u skladu sa oblikom u kojem se informacije vraćaju, što predstavlja prirodan način za klijenta da opiše svoj zahtev za podacima. **Fokusiran na proizvod** jer prati zahteve front-end inženjera i njihovog pogleda, razmišljanja i zahteva na problem, i zatim izvršava zahtevane operacije. **Strogo tipiziran** jer svaki GraphQL server definiše sistem specifičan za aplikaciju, te se upiti izvršavaju u kontekstu tog sistema. **Upiti koje je odredio klijent** jer GraphQL server daje mogućnosti koje klijenti smeju da koriste. Klijent je taj koji je odgovoran za tačno određivanje načina na koji će iskoristiti te pružene mogućnosti. **Samoposmatrački**, jer GraphQL serverski sistem tipova mora da bude odgovarajući za GraphQL jezik.

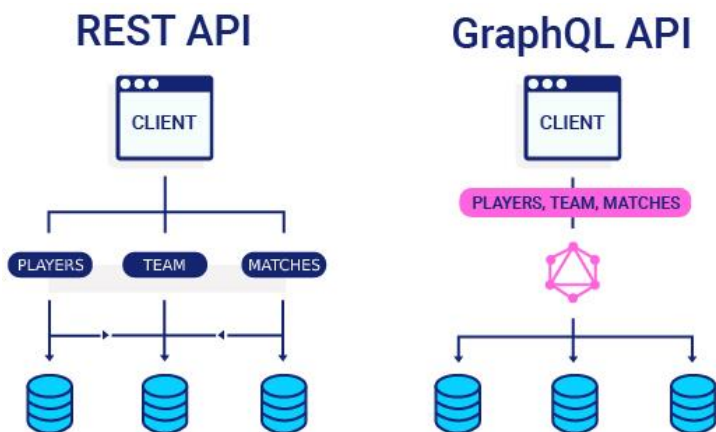
GraphQL VS REST

Postoje određene sličnosti i razlike u odnosu na srodnu tehnologiju REST (REpresentational State Transfer), koja je takođe čest izbor za API danas. API se danas nalaze u većini softvera koji se danas razvijaju. Pre nego je RESTful API postao standard koristili su se RPC, SOAP i CORBA koji su bili osetljivi na izmene.

Karakteristika REST API je ta da on predstavlja resurse onakvi kakvi već jesu, a onda korisnik ima ulogu da to poveže u formu koja je njemu potrebna. Pri tome se neretko podaci dobijaju iz više izvora, i sadrže mnogo veću količinu podataka nego što je potrebno. Ti podaci se posle toga kombinuju. Sve ovo može voditi ka neoptimalnoj upotrebi rasursa. Dosta toga se može shvatiti iz slike 1, koja će biti detaljnije objašnjena u sledećem poglavlju.

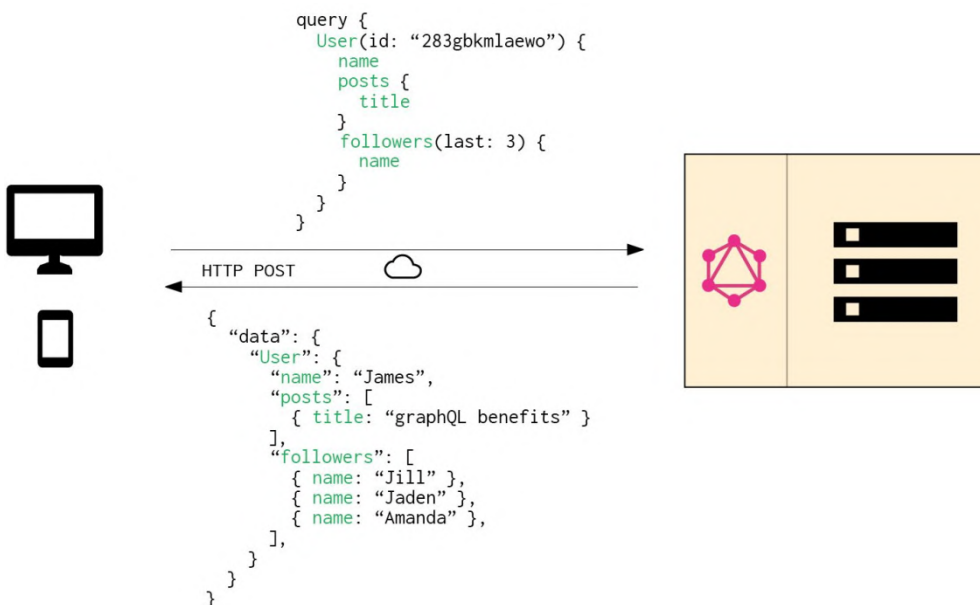
PRIMERI

Na primeru slike 1 vidimo da se kod REST API skupljaju podaci o igračima, timovima i mečevima, a onda ih klijent kombinuje u skladu sa svojim potrebama. Na ovaj način imamo čak tri zahteva. Pored ovoga često se dešava da se vrati veća količina podataka nego što je to klijentu neophodno. Sa druge strane kod GraphQL API se šalje samo jedan zahtev u okviru koga se dobijaju samo zahtevane informacije o igračima, timovima i mečevima (slika 1).



Slika 1. REST API i GraphQL API [5]

Na slici 2 se nalazi primer preuzimanja podataka sa GraphQL. U zahtevu za podacima se koristi operacija tipa upit. Zahteva se podatak koji sadrži korisnika čiji je id = 283gbkmlaewo, pri čemu se traži ime korisnika, zatim sa njim povezani post-ovi (samo se traži naslov posta) i sa njim povezani pratioci (traži se samo ime poslednja 3 pratioca). U odgovoru na istoj slici se dobija u JSON formatu podatak da se korisnik zove James, da ima jedan post čiji je naslov "graphql benefits", i da su imena poslednja tri pratioca: Jill, Jaden i Amanda. Važno je primetiti da je poslat samo jedan zahtev koji je obuhvatio spisakove korisnika, njegovih post-ova i pratilaca odjednom. Zahtevani podaci su isporučeni u dobro poznatom JSON formatu, i nije bilo suvišnih podataka. Pri tome ne vodimo računa koji je izvor podataka u pitanju.



Slika 2. Preuzimanje podataka sa GraphQL [5]

ZAKLJUČAK

Iako GraphQL ima određenih prednosti u odnosu na REST, on ga ne menja u potpunosti. Česta je situacija da oni koegzistiraju u istom projektu, te se koriste u skladu sa potrebama.

U radu su predstavljene najvažnije osobine GraphQL, kao poređenje sa REST. U primeru je ilustrovana optimizacija pristupa podacima, tako što je upotrebom GraphQL broj zahteva smanjen sa tri

na jedan, a količina podataka je ograničena na minimalno potrebne podatke u skladu sa zahtevom. Ne postoje suvišni zahtevi ka izvorima podataka, niti imamo nepotrebne prenose suvišnih podataka. GraphQL može da bitno doprinese u optimizaciji pristupa i manipulaciji podacima.

Mnoge velike kompanije koje intenzivno koriste velike količine podataka su prepoznale prednosti GraphQL, te ga intenzivno koriste.

LITERATURA

- [1] Di Francesco, H. (2019). *Professional JavaScript: fast-track your web development career using the powerful features of advanced JavaScript*. Packt Publishing.
- [2] Facebook, I.: GraphQL. Working Draft, Oct. 2016. <http://facebook.github.io/graphql/October2016/>
- [3] Hartig, O., and Pérez, J. (2018, April). Semantics and complexity of GraphQL. In *Proceedings of the 2018 World Wide Web Conference*, p. 1155-1164
- [4] GraphQL, Retrieved on 10. 9. 2020, from <https://graphql.org/>
- [5] GraphQL vs REST in 2020: A Detailed Comparison, Retrieved on 10. 9. 2020, from <https://devathon.com/blog/graphql-vs-or-rest/>
- [6] Hartig, O., & Pérez, J. (2017). An initial analysis of Facebook's GraphQL language.
- [7] Wittern, E., Cha, A., Davis, J. C., Baudart, G., & Mandel, L. (2019). An empirical study of GraphQL schemas. In *International Conference on Service-Oriented Computing*, p. 3-19. Springer, Cham.
- [8] Brito, G., Mombach, T., & Valente, M. T. (2019). Migrating to GraphQL: A practical assessment. In *2019 IEEE 26th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, p. 140-150. IEEE.
- [9] Wittern, E., Cha, A., & Laredo, J. A. (2018). Generating GraphQL-wrappers for REST (-like) APIs. In *International Conference on Web Engineering*, p. 65-83. Springer, Cham.
- [10] Oggier, C. (2020). How fast GraphQL is compared to REST APIs.

Dr Dušan Malić³⁸

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Dalibor Dobrilović³⁹

Univerzitet u Novom Sadu – Tehnički Fakultet “Mihajlo Pupin” Zrenjanin, Zrenjanin

MSc Milan Malić⁴⁰

Schneider Electric DMS NS, Novi Sad

Savremene infracrvene kamere i analizeri vibracija u funkciji tehničke dijagnostike

Modern infrared cameras and vibration analyzers in the function of technical diagnostics

Rezime:

Danas, mogu se mnogo lakše nego ranije priuštiti nove tehnologije, koje su jednostavnije za upotrebu i obezbeđuju daleko brži povrat investiranih sredstava. Upravljanje funkcijom održavanja tehničkih sistema korišćenjem savremenih mernih instrumenata i informatičkih tehnologija je jedan od ključnih procesa koji obezbeđuje poboljšanje performansi tehničkih sistema, utiče se istim na kvalitet proizvoda i samim tim obezbeđuje se i uspešna pozicija privrednog društva na tržištu. U ovom radu je predstavljen segment mogućnosti tehničke dijagnostike sa primerom jedne savremene infracrvene kamere i analizera spektra vibracija koji se koriste za tehničku dijagnostiku.

Ključne reči: Održavanje, menadžment, tehnička dijagnostika, merni instrumenti, informatičke tehnologije.

Abstract:

Today, it is much easier than ever to afford new technologies that are easier to use and they provide a much faster return on investment. Managing the function of maintaining technical systems using modern measuring instruments and information technology is one of the key processes that ensures the improvement of the performance of technical systems, influences on the quality of products and ensures the successful position of the company on the market. In this paper is presented a segment of technical diagnostics capabilities with one example of a modern infrared camera and vibration spectrum analyze used for technical diagnostics.

Keywords: Maintenance, management, technical diagnostics, measuring instruments, information technology.

UVOD

Danas sa sigurnošću možemo reći da tehnička dijagnostika ima već dokazane mogućnosti pomoći menadžerima funkcije održavanja u identifikaciji anomalija kod tehničkih sistema mnogo pre njihovih

³⁸ dusan.malic@outlook.com

³⁹ dalibor.dobrilovic@tfzr.rs

⁴⁰ milanmalic@outlook.com

kulminacija, što omogućava funkciji održavanja da minimizuje udare na operativna opterećenja, spreči pojavu stanja „u otkazu“ kod tehničkog sistema, eliminiše pojavu kolateralne štete po privredno društvo i njenu životnu sredinu, kao i da značajno smanji troškove održavanja tehničkih sistema. Aktivnosti tehničke dijagnostike u operativnim zaduženjima funkcije održavanja mogu pomoći menadžerima iste da smanje, pa čak, i da potpuno spreče neplanske aktivnosti održavanja. U ovu svrhu primarno se mogu koristiti osnovni postupci tehničke dijagnostike, u interakciji sa svim relevantnim podacima iz CMMS-a (eng. *Computer Maintenance Management Systems*), čime se značajno može obezbediti uvid u stvarno stanje tehničkih sistema.

Upravljanje funkcijom održavanja tehničkih sistema korišćenjem savremenih mernih instrumenata i informatičkih tehnologija je jedan od ključnih procesa koji obezbeđuje poboljšanje performansi tehničkih sistema, utiče se s njom na kvalitet proizvoda i samim tim obezbeđuje se uspešna pozicija i konkurentnost privrednog društva na tržištu. Osnovni cilj, predstavlja krajnje stanje i situaciju, do kojih funkcija održavanja u privrednom društvu želi da stigne, tj. on se ogleda u tome da ista na efikasan način obavi sve faze procesa održavanja tehničkih sistema što kvalitetnije, brže i sa što manjim troškovima.

1. OSNOVNI POSTUPCI TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE

Za tehničku dijagnostiku možemo u suštini reći da je to nauka koja se bavi prepoznavanjem tehničkog stanja tehničkog sistema u toku procesa njegove eksploatacije, tj. ona sa određenom tačnošću u određenom vremenskom trenutku treba da utvrdi tehničko stanje elementa/elemenata tehničkog sistema. Prvi korak u modelu dijagnostičkog održavanja je tehnička dijagnostika, tj. sprovođenje postupaka dijagnostike.

Na slici 1. je dat prikaz osnovnih postupaka (metoda) tehničke dijagnostike.

Za instrumente koji se koriste u funkciji sprovođenja postupaka tehničke dijagnostike možemo reći da pomažu da se maksimizuje profit privrednog društva minimizacijom vremena zastoja rada tehničkih sistema.

Osnovni postupci tehničke dijagnostike**I. Subjektivni postupci dijagnoze**

1. Ispitivanje šuma
2. Vizuelno ispitivanje (endoskopija, penetracija, magnetsko proticanje, ispitivanje bojom)
3. Ispitivanje mirisa

II. Objektivni postupci dijagnoze**a) Merenje radnih parametara**

1. Merenje temperature (kontrola termičkog stanja)
2. Merenje broja obrtaja
3. Merenje pritiska
4. Merenje količine (protoka)
5. Merenje obrtnog momenta
6. Merenje snage
7. Merenje stepena dejstva
8. Merenje ubrzanja i usporenja
9. Merenje vremena

b) Ispitivanje produkata habanja (kontrola maziva i ulja)

1. Spektrometrijska analiza ulja
2. Primena radioaktivnih izotopa

c) Utvrđivanje dimenzija

1. Mehanički postupak
2. Pneumatski postupak
3. Optički postupak
4. Električni postupak

d) Vibroakustički postupak (vibracije i buka)

1. Merenje mehaničkog šuma
2. Merenje šuma u vazduhu

e) Ispitivanje bez razaranja

1. Magnetska ispitivanja
2. Penetracija
3. Ultrazvučna ispitivanja
4. Ispitivanje vrtložnim strujama
5. Radiografija i gamagrafija
6. Holografija

f) Ispitivanje korozije

1. Aktivni postupci
2. Pasivni postupci

Slika 1. Osnovni postupci tehničke dijagnostike [5]

Kao što možemo videti na slici 1. danas imamo na raspolaganju jedan značajan broj različitih postupaka tehničke dijagnostike, a mi ćemo u ovom radu u daljem delu teksta, samo u kratkim crtama, predstaviti metode merenja temperature i merenja vibracija.

Merenje temperature (kontrolu termičkog stanja) tehničkih sistema možemo realizovati kontaktnim metodama (kontaktnim termometrima, termoelementima i sl.), bezkontaktnim metodama (*infracrvenim kamerama*, optičkim pirometrima i dr.) i indikatorskim metodama (temperaturne krede i boje). Za termoviziju možemo reći da ona predstavlja način registrovanja toplotne energije. Za potrebe termovizijskog snimanja koristimo infracrvene kamere koje proizvode slike sa prikazom varijacija temperature različitim bojama i nijansama istih. Sofisticiranije infracrvene kamere između ostalih mogućnosti, imaju i mogućnosti vršenja analiza. Ova mogućnost može biti neophodna u nekim aplikacijama zato što će to nivo analize da zahteva. Da bi se ustanovio koji je tip infracrvene kamere potreban privrednom društvu, preporučljivo je da se prvo napravi lista poslova koji će se kamerom obavljati, a onda da se pogledaju tehničke performanse infracrvene kamere i utvrditi koji će od potencijalnih modela najbolje zadovoljiti potrebe privrednog društva.

Jedan od najranijih signala za nadolazeće stanje „u otkazu“ kod tehničkog sistema je pojava neželjenih vibracija na istom. Problemi sa vibracijama na tehničkom sistemu su prisutni mnogo pre nego što on dođe u stanje „u otkazu“, dok isti i zvuči i izgleda uobičajeno. Instrumente za merenje vibracija možemo podeliti na: merne uređaje, kontrolne uređaje i analizere. U signalu koji registrujemo na površini tehničkog sistema imamo tragove mnogih individualnih signala generisanih na mestu neželjenog transformisanja dela korisne energije u neželjenu energiju vibriranja. Signal te neželjene energije vibriranja analiziramo po amplitudnom i frekventnom domenu pomoću analizera vibracija.

2. INFRACRVENE KAMERE U FUNKCIJI TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE

Praktičan tip infracrvene kamere treba da odgovara potrebama korisnika. Savremene infracrvene kamere su danas grupisane po klasama u zavisnosti od njihove namene, i to:

- *tehnička dijagnostika* (T, E klasa infracrvenih kamera),
- *građevinska industrija* (B klasa infracrvenih kamera),

- *istraživanje i razvoj* (P klasa infracrvenih kamera),
- *industrijsku automatizaciju* (A-V klasa infracrvenih kamera), i
- *za mere bezbednosti i zaštite* (A-M klasa infracrvenih kamera).

Skoro sve što eksploatiše ili transformiše energiju počinje da se nestandardno zagreva pre nego što se nađe u stanju „u otkazu“. Termovizija, tj. infracrvene kamere su našle svoju primenu za brzo, precizno i bezbedno lociranje problema pred pojavu stanja „u otkazu“ i dokazale su da su dragocen resurs za tehničku dijagnostiku. One mogu uspešno locirati problem pre nego što se on realizuje otkazom, te time mogu indirektno, relativno brzo da obezbede povrat investiranja u njih i omogućće izbegavanje velikih novčanih gubitaka koji bi nastali usled prekida rada tehničkog/ih sistema u privrednom društvu.

2.1. Primer jednog tipa infracrvene kamere E klase

U ovom radu odlučili smo se da predstavimo infracrvenu kameru E klase FLIR E53 (proizvod kompanije FLIR Systems, Inc.) (**FLIR** - *Forward-looking infrared*) koja je prikazana na slici 2. Po našem mišljenju ova kamera je konstruisana tako da sa svojim radnim performansama obuhvata sve ono što je neophodno za uspešan rad sa jednom infracrvenom kamerom u funkciji tehničke dijagnostike jednog proizvodnog privrednog društva. Ona je malih dimenzija, tako da se može držati u jednoj ruci, lagana je i vrlo je pristupačna sa cenom (oko 5000 US\$) u odnosu na cene drugih modela sličnog ili istog ranga koji se mogu naći na tržištu.



Slika 2. Infracrvena kamera FLIR E53 [7]

Ovom prilikom navešćemo samo neke od tehničkih karakteristika koje su po našem mišljenju obezbedile infracrvenoj kameri E klase FLIR E53 status odličnog alata za tehničku dijagnostiku [7]:

- visoka rezolucija infracrvene slike (240x180 – 43200 piksela);
- na displeju se prikazuju minimalna i maksimalna temperatura unutar područja merenja;
- mala masa kamere (1 kg sa objektivom);
- ima laserski pokazivač;
- precizno merenje temperature bezkontaktnim radom;
- visoka termička osetljivost (0,04⁰C);
- radni opseg od -20⁰C do +650⁰C ;
- 4x digitalni zum;
- zvučni alarm;
- radiometrijsko snimanje u realnom vremenu;
- spektralni domen 7,5 – 14,0 μ m, itd.

3. ANALIZA VIBRACIJA U FUNKCIJI TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE

Vibracije se kod tehničkih sistema javljaju pod dejstvom promenljivih sila u radnim procesima, usled inercije pokretnih masa, strujanja fluida, itd. Kvalitet tehničkog sistema vezano za vibracije utvrđujemo pomoću amplitude i frekvencije vibracija. Na tehničkim sistemima se javljaju vibracije koje su više harmonijske, od kojih je svaki harmonik posledica nekog poremećaja na tehničkom sistemu. Jedan od najranijih signala za nadolazeći otkaz kod tehničkog sistema je pojava neželjenih vibracija na istom. Ispitivanjem frekvencije i amplitude vibracije pomoću analizera spektra vibracija, može se utvrditi u kom predotkaznom stadijumu se nalazi tehnički sistem (ako se nalazi) [1] .

Analizom vibracija tehničkih sistema može se detektovati i identifikovati nedostatak na tehničkom sistemu. Detekcija ovih nedostataka često može biti u početnom stadijumu sve lošijeg rada tehničkog sistema, pri čemu se obezbeđuje dovoljno vremena za realizaciju kompletne opravke na tehničkom sistemu.

Znači možemo reći da se postupak sastoji iz dve faze:

1. prikupljanje podataka (korišćenje mernog instrumenta – analizera spektra vibracija), i

2. obrada podataka i prezentacija rezultata (pomoću softvera kojim danas uglavnom raspolaže većina savremenih analizera spektra vibracija).

3.1. Primer analizera spektra vibracija

VSA – 1200 (slika 3.) je proizvod kompanije Datastick Systems Inc. To je ručni jednokanalni analizer spektra vibracija koji se koristi za dijagnostičku proveru stanja tehničkih sistema. Na LCD displeju ovog uređaja može se videti grafički prikaz dijapazona vibracija tehničkog sistema, tj. njegovih sastavnih elemenata koji se kontrolišu.



Slika 3. VSA – 1200 analizer spektra vibracija [8]

Ovaj uređaj za razliku od svojih konkurenata košta znatno manje i samo za par sati se može savladati njegovo potpuno korišćenje. Male je mase (310 gr.) i sa gotovo neograničenom mogućnošću skladištenja podataka (pomoću SD kartice) rezultata merenja [8].

4. ZAKLJUČAK

Tri su ključna elementa potrebna za uspešnu realizaciju tehničke dijagnostike, a to su: sistem + ljudi + tehnologija. Uspešno sprovođenje eliminacije gubitaka danas jedino možemo sprovesti pomoću savremenih informatičkih tehnologija koje će ostvariti adekvatnu razmenu informacija između tri navedena elementa. Današnje informatičke tehnologije nude menadžerima funkcije održavanja

izuzetne alate za upravljanje celokupnim aktivnostima i procesima održavanja.

U težnji da se bude uspešan u današnjim globalnim uslovima poslovanja, funkcija održavanja savremenog privrednog društva mora pomoću savremenih mernih instrumenata (između ostalog) da obezbedi da neplanirane opravke tehničkih sistema postanu stvar prošlosti. Nema boljeg načina da se ovo ostvari od posedovanja dobro definisanog programa tehničke dijagnostike.

Infracrvene kamere će sve više i više nastavljati da igraju važnu ulogu u održavanju tehničkih sistema i imaće sve veći značaj za poslovanje privrednih društava ali i za društvenu zajednicu. One štede vreme, novac i značajno doprinose bezbednijem i zdravijem radnom okruženju, a mogu, čak, i da spasu ljudske živote.

Takođe, moramo reći da i dobar program kontrole vibracija ima potencijal da privrednom društvu uštedi značajna novčana sredstva kao i da optimizuje radne operacije.

LITERATURA

- [1] Adamović, Ž., Adamović, D. (2009). *Tehnička dijagnostika*. Beograd: Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije i Akademija inženjerstva održavanja Srbije.
- [2] Adamović, Ž., Ilić, B. (2013). *Nauka o održavanju tehničkih sistema*. Novi Sad: Udruženje intelektualaca za razvoj nauke u Srbiji – “Srpski akademski centar”.
- [3] Adamović, Ž., Stefanović, S., Radojević, M. (2008). *Proaktivno održavanje mašina*. Beograd: Društvo za tehničku dijagnostiku i Akademija inženjerstva održavanja.
- [4] Adamović, Ž., Golubović, D. (2000). *Totalno održavanje tehničkih sistema*. Beograd: Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet “M. Pupin” u Zrenjaninu i DP “Pronalazaštvo” u Beogradu.
- [5] Adamović, Ž. (1998). *Tehnologija održavanja*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet “M. Pupin” u Zrenjaninu.
- [6] Majdandžić, N. (1999). *Strategije održavanja i informacijski sustav održavanja*. Slavonski Brod: Strojarski fakultet u Slavanskom Brodu.
- [7] <https://www.flir.com/products/e53/>
- [8] <http://newsite2.datastick.com/products/vsa-1200-vibration-spectrum-analyzers/>
- [9] <https://www.infratec.eu/thermography/infrared-camera/>
- [10] <https://www.erbessd-instruments.com/vibration-analyzers>

Dr Lazo Manojlović⁴¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Damir Nemet, struk. inž. mašinstva, struk. inž. elektrotehnike i računarstva⁴²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Upravljanje radio-frekventnim spektrom kao prirodnim resursom

Radio frequency spectrum management as a natural resource

Rezime:

Radio-frekventni spektar obuhvata elektromagnetne talase u opsegu učestanosti od 9 kHz do 3000 GHz i budući da se radi o konačnom opsegu radio-frekvencija, spektar radio-frekvencija predstavlja ograničen prirodni resurs od javnog značaja i čini jedan od ključnih faktora u razvoju tržišta elektronskih komunikacija. Budući da smo svedoci naglog razvoja bežičnih elektronskih komunikacija u poslednjih nekoliko decenija kao i da se nalazimo na pragu uvođenja 5G tehnologija na tržište elektronskih komunikacija u Republici Srbiji potreba za efikasnim upravljanem i kontrolom radio-frekventnog spektra kao ograničenog resursa nikada nije bila značajnija. Imajući u vidu zabrinutost stručne javnosti za potencijalno negativan uticaj novih bežičnih tehnologija na život i zdravlje ljudi dodatno podiže svest za potrebom racionalnog upravljanja i efikasnom kontrolom radio-frekventnog spektra na teritoriji Republike Srbije.

Ključne reči: *Radio-frekventni spektar, elektromagnetni talas, bežične elektronske komunikacije.*

Abstract:

The radio frequency spectrum relates to the electromagnetic waves in the frequency range from 9 kHz to 3000 GHz and since this is a finite range of radio frequencies, the radio frequency spectrum is a limited natural resource of public importance and one of the key factors in the development of the electronic communications market. Since we have witnessed the rapid development of wireless electronic communications in the last few decades and are on the verge of introducing 5G technologies to the electronic communications market in the Republic of Serbia, the need for efficient management and control of radio frequency spectrum as a limited resource has never been more significant. Bearing in mind the concerns of the professional public about the potential negative impacts of new wireless technologies on the life and health of people, it further raises awareness of the need for rational management and effective control of the radio frequency spectrum in the territory of the Republic of Serbia.

Keywords: *Radio-frequency spectrum, electromagnetic wave, wireless electronic communications.*

⁴¹ lazo.manojlovic@vts-zr.edu.rs

⁴² damirnemet85@gmail.com

UVOD

Upravljanje radio-frekventnim spektrom je postupak regulisanja upotrebe radio frekvencija za promociju efikasne upotrebe i sticanje neto društvene koristi. Izraz radio-frekventni spektar obično se odnosi na puni frekvencijski opseg od 3 kHz do 300 GHz koji se može koristiti za bežičnu komunikaciju. Sve veća potražnja za uslugama poput mobilnih telefona kao i brojnih drugih zahtevala je promene u filozofiji upravljanja radio-frekventnim spektrom. Potražnja za bežičnim širokopojasnim komunikacijama porasla je zbog tehničko-tehnoloških inovacija, kao što su 3G, 4G i 5G mobilne usluge, i brzog širenja usluga bežičnog interneta. Još od 1930. godine radio-frekventni spektar se dodeljuje administrativnim licenciranjem. Ograničena tehnologijom, interferencija signala se nekada smatrala glavnim problemom upotrebe radio-frekventnog spektra. Stoga je uspostavljeno ekskluzivno licenciranje radi zaštite radio signala vlasnika licence. Ova nekadašnja praksa diskretnih opsega licenciranih za grupe sličnih usluga u mnogim zemljama ustupa mesto modelu „aukcije spektra“ koji je namenjen ubrzanju tehnoloških inovacija i poboljšanju efikasnosti upotrebe spektra. Tokom eksperimentalnog procesa dodeljivanja radio-frekventnog spektra, sprovedeni su i drugi pristupi, naime lutrije, nelicencirani pristup i privatizacija spektra.

1. UPRAVLJANJE RADIO-FREKVENTNIM SPEKTROM

Obim usluga koje koriste radio-frekventni spektar konstanto je u porastu budući da je interes za njim proteklih godina povećan. Međunarodna unija za telekomunikacije (ITU – *International Telecommunication Union*) je identifikovala veći broj dodela radio-frekvencija u poslednje dve decenije nego za čitavo vreme pre toga. Budući da je radio-frekventni spektar u svojoj biti resurs koji nije moguće ograničiti na nekom području, to se upravljanje radio-frekventnim spektrom vrši na više nivoa. Na međunarodnom nivou ta uloga je poverana ITU-u i to sektoru za radiokomunikacije (ITU-R) koji daje međunarodni administrativno-tehnički okvir za radiokomunikacije.

Evropski biro za radiokomunikacije – ERO (*European Communications Office*) je u okviru CEPT-a (*European Conference of Postal and Telecommunications Administrations*) zadužen da na nivou Evrope, a u skladu s ITU propisima, daje detaljnija uputstva evropskim

regulatorima o načinu dodela radio-frekvencija, harmonizaciji radio-frekventnih opsega i tehničkim kriterijumima za njihovu upotrebu. Na nacionalnom nivou zadužena su regulatorna tela (u Republic Srbiji to je RATEL – Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge) koja slede uputstva sa međunarodnog nivoa te razrađuju propise i pravila u skladu sa specifičnostima vezanim za prostor, odnosno državu gde deluje. U skladu sa tim, nacionalna regulatorna tela donose Plan namene radio-frekvencijskih opsega koji predstavlja osnov za upravljanje radio-frekventnim spektrom. Plan namene sadrži informacije o radio-frekvencijskim opsezima te definiše njihovu namenu, način upotrebe, referentne standarde i propise. Upravljanje spektrom predstavlja veoma složen posao. Provodeći zakonske odredbe i delujući u tom okviru, regulatorna tela imaju za cilj što bolju iskorišćenost radio-frekventnog spektra uz zadovoljenje odgovarajućih tehničkih, administrativnih i ekonomskih kriterijuma [1-4].

Tehnički deo [3] upravljanja radio-frekventnim spektrom obuhvata:

- planiranje;
- inženjering;
- licenciranje;
- monitoring.

Neophodno je obezbediti jedinstvo između planiranja spektra, preko inženjeringa i procesa licenciranja korisnika do minitoringa i kontrole, kako bi se postigao zahtevani kriterijum efikasnosti. Tehnički deo upravljanja radio-frekventnim spektrom mora biti usaglašen sa strateškim planom koji se odnosi na ekonomsku i pravnu komponentu upravljanja koje donosi država u skladu sa strategijom i politikom razvoja telekomunikacionog sektora.

2. NAČINI DODELJIVANJA RADIO-FREKVENCIJA

Radio-frekventni spektar (kao prirodni i ograničeni resurs) se na više načina može dodeliti i to po principu: prvi došao prvi uslužen (first come, first served), beauty contest, tender, aukcija i lutrija. Način dodele radio-frekvencijskih opsega zavisi od namene i interesa tržišta za odgovarajući deo radio-frekventnog spektra. Proces dodele mora da zadovolji sledeće principe: objektivnosti, transparentnosti i nediskriminatornosti. Prava i obaveze korisnika radio-frekventnog

spektra definisana su dozvolom koja sadrži odgovarajuća tehničko-administrativna pravila i procedure. Radio-frekvencije u zavisnosti od servisa za koji se koriste mogu biti dodeljivane pojedinačno ili u blokovima. Kod blokovske dodele korisnik ima autonomiju da sam isplanira radio-frekvencije unutar opsega poštujući odgovarajuće tehničke parametre.

Radio-frekvencijski opsezi po svojoj upotrebnoj vrednosti, odnosno načinu korišćenja mogu biti licencni i nelicencni. Određeni delovi opsega koriste se pod uslovima slobodne cirkulacije i oslobođeni su od izdavanja bilo kakvih dozvola, odobrenja ili saglasnosti za pojedinačne uređaje odnosno radio stanice. Takvi opsezi su puni ograničenja u smislu tehničkih parametara koje moraju zadovoljiti, a najčešće je to ograničenje nivoa izračene snage. Oni rade tako da ne smeju prouzrokovati štetne smetnje sistemima koji rade u licencnom režimu rada. Za razliku od nelicencnih, svi ostali delovi opsega podležu izdavanju dozvola od strane relevantnih tela i imaju svoju tržišnu vrednost te predstavljaju resurs svake države.

3. PLAN NAMENE RADIO-FREKVENCIJSKIH OPSEGA

Planom namene radio-frekvencijskog opsega utvrđuje se namena radio-frekvencijskih opsega u svakoj državi za pojedine radio-komunikacione službe u skladu sa propisima o radio-komunikacijama Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU). Plan namene ima za cilj da, saglasno interesima države:

- obezbedi usaglašeno korišćenje radio-frekventnog spektra;
- omogući implementaciju i razvoj savremenih radio-komunikacionih mreža i usluga, uz uvažavanje načela objektivnosti, transparentnosti, nediskriminatornosti i proporcionalnosti u upravljanju i upotrebi radio-frekventnog spektra;
- posluži kao osnova za izradu planova raspodele radio-frekvencija;
- da pregled odgovarajućih međunarodnih propisa iz oblasti radio-komunikacija koji se primenjuju u državi i međunarodnih sporazuma iz oblasti radio-komunikacija, čiji je potpisnik država.

Planom namene radio-frekventnog spektra za radio-frekvencijske opsege utvrđuju se:

- namena za jednu ili više radio-komunikacionih službi, pri čemu pojedini radio-frekvencijski opsezi ne moraju biti namenjeni određenim radio-komunikacionim službama (upotreba nezavisna od vrste radio-komunikacione službe);
- korišćenje u svrhu jedne ili više odgovarajućih primena ili jedne ili više različitih tehnologija, pri čemu upotreba pojedinih radio-frekvencijskih opsega može biti nezavisna od primenjene tehnologije (tehnološki neutralna upotreba);
- namena u svrhu civilne i/ili vojne upotrebe;
- uslovi korišćenja pripadajućih radio-frekvencija kojima se može upućivati na primenu odgovarajućih odluka i preporuka Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU), Evropske konferencije administracija za poštu i telekomunikacije (CEPT) i drugih nadležnih međunarodnih organizacija i institucija, kao i drugih propisa, međunarodnih ugovora i sporazuma.

4. ZAKLJUČAK

Promenljivo okruženje u kojem deluje sistem upravljanja radio-frekvencijskih opsega i ubrzane promene zahtevaju poboljšanje sistema, uključujući i povećanje fleksibilnosti, u cilju što bržeg reagovanja na nove tehničko-tehnološke i komercijalne izazove uz optimalno korišćenje radio-frekventnog spektra i promociju konkurentnosti.

Osnovni cilj je osigurati tehničku i ekonomsku efikasnost u korišćenju radio-frekventnog spektra. Očekuje se da će zahtevi za korištenjem spektra konstantno rasti pri čemu se očekuje naročito velika potražnja u delu frekventnog opsega od 300 MHz do 6 GHz. Uloga regulatornog tela je da se prilagodi zahtevima industrije i tržišta, uzimajući u obzir promociju i jačanje poverenja na tržištu. Regulator ne može sa sigurnošću reći koja će aplikacija ili tehnologija uspeti na tržištu. Ovo je bolje ostaviti za razmatranje telima za standardizaciju, industriji i potencijalu tržišta.

Regulatorna tela posjeduju čitav spektar alata koji treba da planski upotrebljavaju kako bi što bolje i efikasnije upravljali radio-frekventnim spektrom. Čitav sistem upravljanja radio-frekventnim spektrom teži ka smanjivanju barijera bilo tehničko-tehnoloških bilo administrativnih, a sve u cilju zadovoljavanja sve kompleksnijih potreba korisnika.

LITERATURA

- [1] ECC Report 80, "Enhancing harmonisation and introducing flexibility in the spectrum regulatory framework", Oulu, March 2006.
- [2] ECC Report 16, "Refarming and secondary trading in a changing radiocommunications world", Messolonghi, September 2002.
- [3] ITU New Initiatives Programme, "Radio Spectrum Management for a Converging World", Geneve, 2004.
- [4] Almedin Džebo, Amina Krivošić (2009). Novi trendovi u upravljanju radiofrekventnim spektrom. INFOTEH-JAHORINA Vol. 8, Ref. B-II-3, p. 144-147, March 2009.

MSc Borivoj Novaković⁴³

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

Dr Ljiljana Radovanović⁴⁴

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

BSc Luka Đorđević³

Tehnički fakultet »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin

Optimizacija proizvodnje sa aspekta njene primene na CNC glodalici

Production optimization from the aspect of its application on CNC milling machines

Rezime:

Predmet istraživanja u ovom radu zasnovan je na optimizaciji proizvodnog procesa u aspektu pripreme proizvodnje, primenom savremenih CNC mašina, glodalica. Problem koji se generalno pojavio na svetskom tržištu je ispunjavanje ciljeva diktiranih modernom erom koji se ogledaju u kvalitetu, vremenskom domenu i složenosti proizvodnog procesa. Implementacijom savremenih CNC sistema nastoji se optimizovati proces proizvodnje, uglavnom u domenu vremena proizvodnje sa posrednim faktorima koji utiču na optimizaciju sa više aspekata. Ideja ovog rada je da se prikaže prednost savremenih sistema na primeru velikoserijske proizvodnje, značaja same pripreme proizvodnje na ukupno vreme i troškove proizvodnje.

Ključne reči: *Optimizacija, CNC, glodalica, priprema proizvodnje, troškovi.*

Abstract:

The subject of this research is based on the optimization of the manufacturing process using modern automated CNC milling machines. The problem that has generally appeared on the world market is the fulfillment of goals dictated by the modern era, which are reflected in the quality, time domain and complexity of the production process. The implementation of modern CNC systems seeks to optimize the production process, mainly in the domain of production time with indirect factors that affect the optimization from several aspects. The idea of this paper is to show the advantage of modern systems on the example of large - scale production, the importance of the preparation of production for the total time and production costs.

Keywords: *Optimization, CNC, milling machine, production preparation, costs.*

UVOD

U doba modernih informacionih tehnologija, stepen automatizacije je naglo porastao, kako bi proizvodnja mogla biti na određenom nivou kvaliteta prema standardima koje diktira svetsko tržište. Ovde je akcenat stavljen na proizvodni inženjering kao naučnu

⁴³ novakovicborivoj1812@gmail.com

⁴⁴ ljiljana.radovanovic@tfzr.rs

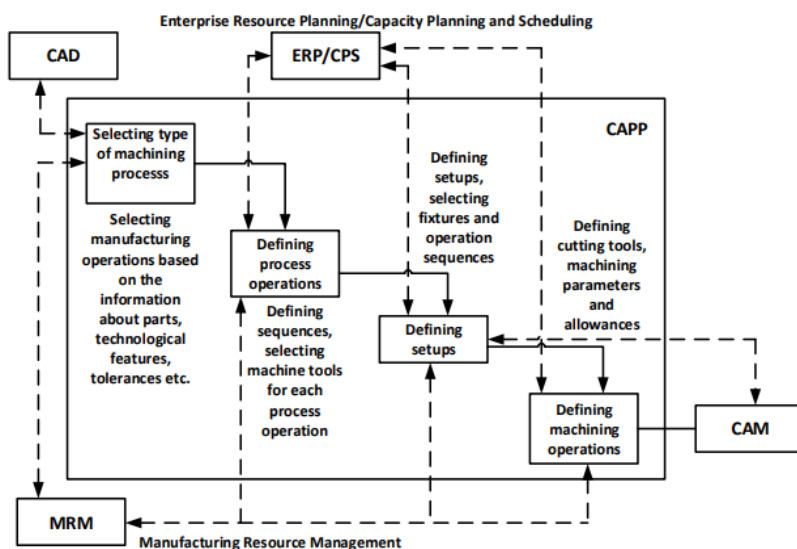
oblast koja se duži vremenski period bavi kompletnom primenom savremenih automatizovanih proizvodnih sistema kako bi se ubrzali i poboljšali proizvodni procesi. Što se tiče optimizacije proizvodnih procesa, priprema proizvodnje igra glavnu ulogu u ovom domenu, što u velikoj meri skraćuje vreme proizvodnje i ubrzava čitav proizvodni proces. Unutar proizvodnih sistema, dominantna uloga u ispunjavanju potreba tržišta za novim i prilagođenim proizvodima pripada procesima dizajniranja, planiranja, kontrole i proizvodnje [1]. Dva glavna zadatka tehnološke pripreme proizvodnje su planiranje procesa i optimizacija planova procesa [2].

Osnovni zadatak tehnološke pripreme proizvodnje je da prouči dizajn proizvoda i proizvodne mogućnosti proizvodnog sistema i prema tome pruži optimalni način proizvodnje i tehnike za racionalno korišćenje proizvodnih resursa u proizvodnom procesu [3]. Pored pripreme proizvodnje, najviši nivo optimizacije proizvodnih procesa kroz automatizovane CNC glodalice postiže se razmatranjem segmenta alternativnih alata za rezanje koji u velikoj meri utiče na vremenske aspekte proizvodnje kao i segmenta koji je direktno povezan sa uštedom energije, kao ekonomski faktor optimizacije proizvodnje.

1. PRIPREMA PROIZVODNJE ZA CNC GLODALICE

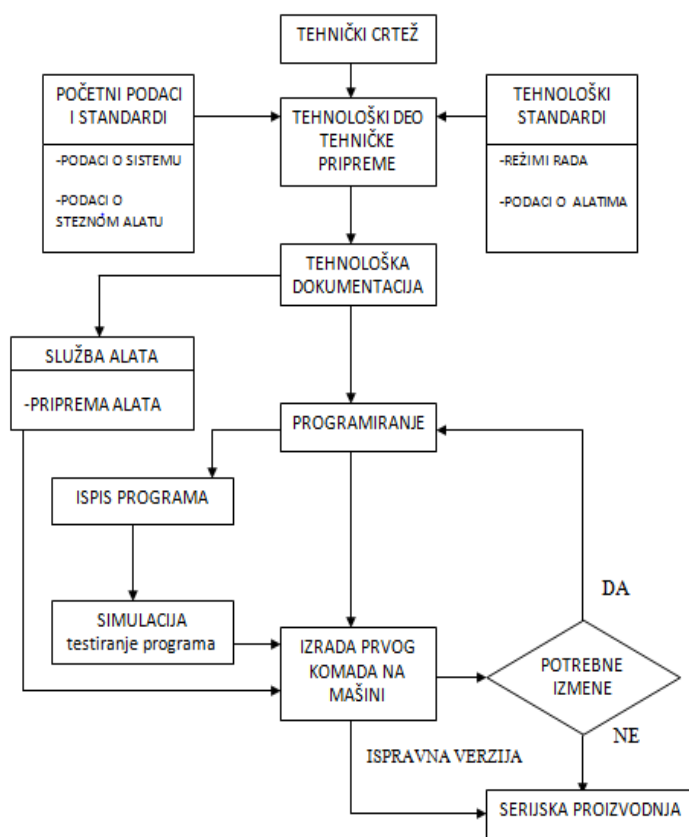
Kada je reč o pripremi proizvodnje kao jednom od pripremnih aspekata same proizvodnje, potrebno je napomenuti da se u industriji priprema uglavnom sastoji od dizajna proizvoda i tehnološke pripreme proizvodnje. Dva oblika pripreme su međusobno kompatibilna, jedan sa drugim [4].

Na slici 1. dat je prikaz savremenog pristupa pripreme proizvodnje CAPP sistem [5, 6].



Slika 1. Model integracije CAPP sistema

Kada je reč o tehnološkoj pripremi proizvodnje, zbog svoje složenosti potreban je temeljniji pristup. Iskustva iz proizvodnje i najnovija istraživanja pokazuju da pristupi razvoju tehnologija potrebnog i dovoljnog kvaliteta treba da se grade na principima sistematskog pristupa [7]. Na slici 2. dat je prikaz o kompletnoj pripremi na CNC glodalici.



Slika 2. Postupci pripreme proizvodnje na CNC glodalici

2. ANALIZA PARAMETARA OPTIMIZACIJE

2.1. Troškovi materijala

Uzimajući u obzir ulazne faktore pripreme proizvodnje sa aspekta materijala koji se koristi pri obradi rezanjem, neki od polaznih podataka potrebnih za krajnji proračun su:

$n_s = 500$ delova – broj delova u lansiranoj seriji,

$G_i = 420 \text{ gr} = 0,420 \text{ kg}$ – težina izradka,

$G_p = 550 \text{ gr} = 0,520 \text{ kg}$ – težina priprema,

$C_s = 5 \text{ din/N}$ – cena strugotine po jedinici težine,

$C_{\text{š}} = 3 \text{ din/N}$ – cena škarta po jedinici težine,

$Q = 5\%$ - dozvoljeni procenat škarta u seriji,

$C_m = 100 \text{ din/kg}$ - cena plastike po jedinici težine.

Direktni troškovi materijala izračunavaju se prema obrascu:

$$T_{md} = T_{mp} - T_{om} \quad (1)$$

Troškovi materijala priprema:

$$T_{mp} = G_p * C_m * \frac{n_s}{n_t} \quad (2)$$

$$T_{mp} = 0,550kg * 100 \frac{din}{kg} * \frac{500}{525} = 52,38 \text{ din}$$

Troškovi otpadnog materijala:

$$T_{om} = (G_p - G_l) * C_s * \frac{n_s}{n_t} + G_i * G_s * \frac{n_s - n_t}{n_t} \quad (3)$$

$$T_{om} = (0,550kg - 0,420kg) * 50 \frac{din}{kg} * \frac{500}{525} + 0,550kg * 0,420kg * \frac{500 - 525}{525}$$

$$T_{om} = 6,2 \text{ din}$$

Direktni troškovi iznose:

$$T_{md} = 52,38 - 6,2 = 46,18 \text{ din} \quad (4)$$

2.2. Troškovi alata za obradu

Pri obradi rezanjem, uglavnom se koriste alati sa izmenjivim pločicama, a izdaci ovih alata mogu se izračunati kao:

$$T_{Aiz} = \left(\frac{C_p}{U_{ip}} + \frac{C_{ta}}{U_{ta}} + \frac{C_{ls}}{U_{ls}} + \frac{C_{rd}}{U_{rd}} \right) * \frac{t_g}{T} \quad (5)$$

Na urađenom primeru, predmeta od poliestera na CNC glodalici, ulazni podaci vezani za alat mašine su:

$C_p=3000$ din,

$C_{ta}=1500$ din,

$C_{ls}=1100$ din,

$C_{rd}=350$ din.

$U_s=35$ sečiva,

$T_{ta}=14$ dana= 20160 min,

$T_{ls}=12500$ min,

$T_{rd}= T_{ta}-T_{ls}= 7660$ min.

$T= 750$ min

Postojanost izmenjive pločice:

$$U_{ta} = \frac{T_{ta}}{T} = \frac{20160}{750} = \mathbf{26,88 \text{ delova}} \quad (6)$$

Postojanost tela alata:

$$U_{ls} = \frac{T_{ls}}{T} = \frac{12500}{750} = \mathbf{16,66 \text{ delova}} \quad (7)$$

Postojanost rezervnih delova:

$$U_{rd} = \frac{T_{rd}}{T} = \frac{7660}{750} = 10,21 = \mathbf{10 \text{ delova}} \quad (8)$$

2.3. Uporedna analiza savremenih i tradicionalnih sistema

Da bi se shvatila stvarna razlika između dve pomenute tehnologije, potrebno je uporediti efikasnost proizvodnje, koja se najčešće ogleda u vremenskom periodu i kvalitetu proizvoda. Zapravo savremeno tržište zahteva usku vezu između ova dva parametra, tako da se za kratak vremenski period stvaraju kvalitetni proizvodi. Tradicionalne tehnologije svakako postižu odgovarajući kvalitet, ali fali im brzina, i veliki problem koji se javljao u ranijim periodima jeste taj nizak stepen automatizacije, koji doprinosi velikim vremenskim gubicima. Ako se uzme u obzir sve što je ranije pomenuto, neophodno je uraditi uporednu analizu na nekoliko segmenata proizvodnje i njene pripreme, kao što je izmena alata, i sam vremenski period obrade zahtevanog modela.

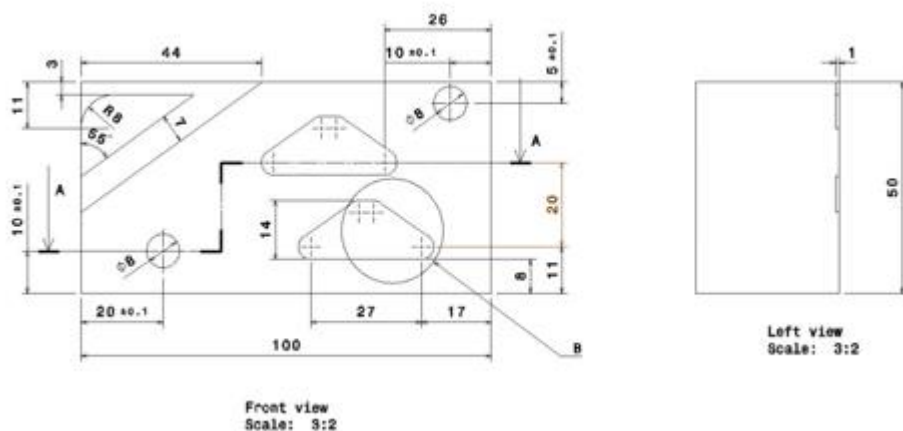
Ako se analiza izvrši na modelu koji je izrađen u ovom radu, potrebno je znati početne uslove, a to su:

- Korišćenje dva alata (vretenasto glodalo $\phi 8$ i zavojna burgija $\phi 8$),
- Analiza izrade na džepu, konusnom džepu i rupama.

Kod tradicionalnih tehnologija vremenena izmene alata se mogu izračunati kao:

$$T_{iz} = T_z + T_o + T_s + T_p + T_{st} + T_{po} \quad (9)$$

Na slici 3. dat je primer dela koji se obrađuje na CNC glodalici.



Slika 3. Deo za obradu na CNC glodalici

Ako se posmatra samo ovaj parametar kao razlika u vremenskom domenu, može se utvrditi da samo kroz vreme izmene alata postoji razlika u vremenu proizvodnje. Na datom primeru, izmena se vrši jednom, odnosno koriste se 2 alata u 3 operacije. Ukoliko se baziramo na ovom primeru, razlika ako se uzme standardna vremenska devijacija iznosi blizu 60 sekundi, odnosno pun minut.

Ako se ovaj slučaj primeni na veliko-serijskoj proizvodnji od npr. 1000 delova, razlika bi iznosila:

a) Tradicionalne tehnologije

$$T_{uk} = 1000 * 75 = 75000 \text{ s} \quad (10)$$

$$T_{uk} = 1250 \text{ min} \cong \mathbf{21 \text{ h}}$$

b) Savremene tehnologije (automatska izmena alata)

$$T_{uk} = 1000 * 7 = 7000 \text{ s} \quad (11)$$

$$T_{uk} = 117 \text{ min} \cong \mathbf{1,95 \text{ h}}$$

3. ZAKLJUČAK

CNC proizvodne tehnologije predstavljaju samo jedan segment automatizovanih proizvodnih sistema koji se koristi u savremenom proizvodnom procesu. CNC tehnologije u velikoj meri doprinose razvoju velike, masovne i serijske proizvodnje. Najveći doprinos savremenih CNC tehnologija ogleda se u vremenu od početne do završne faze gde se vreme celokupnog procesa obrade smanjuje za razliku od

tradicionalnih tehnologija, jer unapred definisana priprema proizvodnje smanjuje obim posla u toku same proizvodnje.

LITERATURA

- [1] Xu, X., Wang, L., Newman, S.T. (2011). Computer-Aided process planning - A critical review of recent developments and future trends. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24 (1), p. 1-31.
- [2] Lukić, D., Milošević, M., Vukman, J., Đurđev, M., Antić, A. (2017). Applying precedence relationships and CAD/CAM simulation in time-based optimization of process planning. *Applied Engineering Letters*, 2 (4), p. 130-138.
- [3] Lukić, D., Milošević, M., Antić, A., Borojević, S., Ficko, M. (2017). Multi-criteria selection of manufacturing processes in the conceptual process planning. *Advances in Production Engineering and Management*, 12 (2), p. 151-162.
- [4] Novakovic, B., Radovanović, Lj., Đurđev, M., Speight, J. (2018). Optimization of manufacturing processes using modern automated CNC milling machines, *Applied Engineering Letters*, 3(4), p.124-128.
- [5] Milošević, M. (2012). Collaborative system for designing technological processes for manufacturing products based on Internet technologies (Ph.D. Thesis), University of Novi Sad, *Faculty of Technical Sciences*, Novi Sad, Serbia.
- [6] X. G. Ming, J. Q. Jan, X. H. Wang, S. N. Li, W. F. Lu, Q. J. Peng, Y. S. Mad. (2008). Collaborative Process Planning and Manufacturing in Product Lifecycle Management. *Computers in Industry*, 59 (2-3), p. 154-166.
- [7] Zelenović, D. (2005). Technology of organization of industrial systems - enterprises. University of Novi Sad, *Faculty of Technical Sciences*, Novi Sad, Serbia.

Spec. struk. inž. maš. Tibor Njergeš⁴⁵

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

M.Sc Goran Jovičić⁴⁶

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Aleksandar Rajić⁴⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Topološka optimizacija nosača

Topology Optimization of Support

Rezime:

U okviru ovog rada prikazani su rezultati studije topološke optimizacije konstrukcije nosača primenom programskog rešenja SOLIDWORKS. Akcent studije stavljen je na opis topološke optimizacije konstrukcije nosača, odnosno redukciji mase, uz ravnomernu raspodelu napona, uzimajući u obzir vrstu materijala, dozvoljenu nosivost, kao i ograničenja. Optimizacija konstrukcije nosača sprovedena je u okviru Topology Study modula, pri čemu je ostvarena ušteda u materijalu od 39.8[%], u odnosu na inicijalni dizajn. Pored toga, dati su budući pravci istraživanja, kao i potencijalne mogućnosti u cilju dodatnih ušteda, dok je optimalno rešenje izrađeno aditivnom tehnologijom.

Ključne reči: Strukturna optimizacija, topološka optimizacija, metod konačnih elemenata, konstrukcija nosača, aditivna tehnologija.

Abstract:

This paper presents the results of topology optimization study of support using SOLIDWORKS software. Accent of study is placed on description of topology optimization of support, in other words, mass reduction with equally Von Mises stress distribution taking into account type of material, permissible load capacity as well as constraints. Optimization is conducted within Topology Study module with mass reduction of 39.8[%], compared to the initial design. In addition, future directions of research are given, as well as potential opportunities for additional reduction while the optimal solution is made with additive technology.

Keywords: Structural Optimization, Topology optimization, Finite Element Analysis, Support, Additive technology.

1. UVOD

Danas smo svedoci da se proizvodne kompanije suočavaju sa značajnim tehnološkim promenama, kako u cilju povećanja performansi proizvoda, tako i u cilju povećanja konkurentnosti na svetskom tržištu. Upravo ova činjenica, primorala je konstruktore i tehnologe da prihvate savremene pristupe konstruisanja i izrade proizvoda koji imaju ključnu

⁴⁵ tibornjerges@gmail.com

⁴⁶ goran.ns@hotmail.com

⁴⁷ aleksandar.rajic@vts-zr.edu.rs

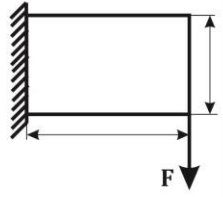
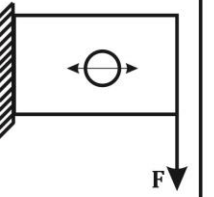
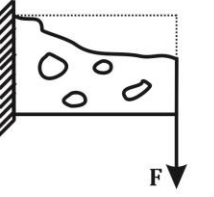
ulogu u smanjenju ukupnih troškova. Jedan od ovih pristupa je "strukturna optimizacija" koja je doživela veoma brz razvoj i uspešnu primenu u projektovanju i konstruisanju proizvoda u mnogim oblastima, uključujući: *mašinstvo, građevinu, automobilsku industriju, avio industriju i biomedicinu*. Kada je reč o mašinskim delovima, kao funkcija cilja strukturne optimizacije često se navodi redukcija mase proizvoda ili pomeranja. Na primer, *Slavov* i saradnici [1] sprovedli su studiju slučaja topološke optimizacije na primeru kućišta zupčanika u cilju redukcije mase. *Jovičić* i saradnici [2] su sprovedli studiju strukturne optimizacije (topologije) pokretne platforme višenamenske mašine alatke sa hibridnom kinematikom u cilju poboljšanja postojećih performansi, odnosno smanjenje mase pokretne platforme uz ravnomernu raspodelu naponskog stanja. Takođe, veliki broj autora se bavi istraživanjem strukturne optimizacije u kombinaciji sa aditivnom proizvodnjom [1,3,4,5]. Strukturna optimizacija u građevini se primenjuje kod optimizacije nosećih komponenata. Na primer, *Guan* i saradnici [6] su sprovedli topološku optimizaciju mosta sa stanovišta: napona, pomeranja i pojave sopstvenih frekvencija konstrukcije. Kada je reč o automobilskoj industriji, strukturna optimizacija se primenjuje na delovima automobila kao što su: karoserija, šasija, suspenzija, kao i na pojedinačnim delovima. Studije su pokazale da uštede u masi na karoseriji od 1 [%] mogu uštedeti 0,7 [%] energije [7] (karoserija čini ~ 20 [%] od ukupne težine tipičnog automobila, dok tipična karoserija teži ~ 360 [kg]) [8]. S obzirom na ovu činjenicu, neophodno je istaći značaj primene strukturne optimizacije na koroseriji, kao i važnost da se sprovede optimizacija dimenzija, oblika i topologije, gde minimalna masa predstavlja *f*-ju cilja ili ograničenje. Strukturna optimizacija u avio industriji se najčešće može sresti kod optimizacije krila aviona [9]. Pored toga, *Valakos* i saradnici [10] su razmatrali strukturnu optimizaciju geometrije elise u odnosu na maksimalni dozvoljeni napon, dok je *Good* [11] razmatrao strukturnu optimizaciju pojedinačnih delova aviona. Kada je reč o biomedicini, strukturna optimizacija se primenjuje za optimizaciju implantata [12].

U nastavku rada prikazane su teorijske osnove strukturne optimizacije, kao i mesto topološke optimizacije u okviru iste. Pored toga, prikazana je topološka optimizacija konstrukcije nosača u okviru programskog rešenja *SOLIDWORKS*.

2. STRUKTURNA OPTIMIZACIJA

Strukturna optimizacija (SO) je poslednjih godina prepoznata kao veoma važan alat u procesu projektovanja proizvoda i predstavlja oblast istraživanja koja se bavi kreiranjem konstrukcije proizvoda, od određene vrste materijala, koja ima za cilj održavanje određenog opterećenja na najbolji mogući način.

Metode strukturne optimizacije mogu se grupisati na: *topološku optimizaciju*, *optimizaciju dimenzija* i *optimizaciju oblika*, slika 1.

OPTIMIZACIJA DIMENZIJA	OPTIMIZACIJA OBLIKA	TOPOLOŠKA OPTIMIZACIJA
		
Optimizacija poprečnog preseka cevnih profila (a, b(h), L, t)	Optimizacija pozicije rupe/otvora	Optimizacija konstrukcije proizvoda potpunog oblika uključujući rupe/otvore

Slika 1. Tipovi strukturne optimizacije [13]

Optimizacija dimenzija – prilikom optimizacije za promenljivu uzima u obzir debljinu lima (t) ili poprečni presek cevnih profila i njihove dimenzije (a, b(h), L, t). *Optimizacija oblika* – obuhvata optimizaciju oblika kao i njihovu lokaciju na posmatranoj geometriji konstrukcije proizvoda, dok *topološka optimizacija* – obuhvata pronalaženje optimalnih granica. Ovim tipom optimizacije definiše se dodavanje ili uklanjanje materijala koji su opterećeni ispod neke granice u cilju redukcije mase.

Uzimajući u obzir sve tipove strukturne optimizacije neophodno je istaći da topološka optimizacija predstavlja najkompleksniji vid optimizacije (samim tim su ovde i najveće uštede) zbog najvećeg broja promenljivih koji učestvuju u procesu optimizacije. Ovaj vid optimizacije primenjuje se kod početne faze procesa projektovanja, dok se optimizacija dimenzija i oblika primenjuje kod detaljne faze projektovanja.

3. TOPOLOŠKA OPTIMIZACIJA NOSAČA

U cilju sprovođenja topološke optimizacije nophodno je sprovesti nekoliko faza među kojima su: projektovanje 3D modela, inicijalna analiza metodom konačnih elemenata, topološka optimizacija i redizajn i validacija dobijenih rezultata.

3.1. Projektovanje 3D modela

Moduli topološke optimizacije se razvijeni i integrisani unutar mnogih CAD-CAE programskih rešenja za 2D i 3D projektovanje kao što su: SIMULIA Abaqus, Tosca Structure, SOLIDWORKS, Fusion 360, Inventor, Nastran, itd. Takođe, mogućnosti topološke optimizacije su implementirane i unutar *open source* programskih rešenja.

3D model za potrebe ove studije modelovan je u okviru programskog rešenja *SOLIDWORKS 2018*, prema odgovarajućem radioničkom crtežu, slika 2, a za materijal modela je usvojena legura aluminijuma (EN-AW 3105).

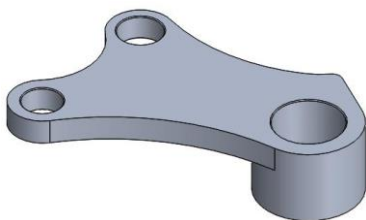


Tabela 1. Karakteristike materijala

DIN 3.0505 (EN-AW 3105)	
Napon tečenja	220 [Mpa]
Gustina	2710 [kg/m ³]
Modula elastičnosti	70000 [N/mm ²]
Poasonov koeficijent	0,3897

Slika 2. 3D model nosača sa karakteristikama definisanog materijala

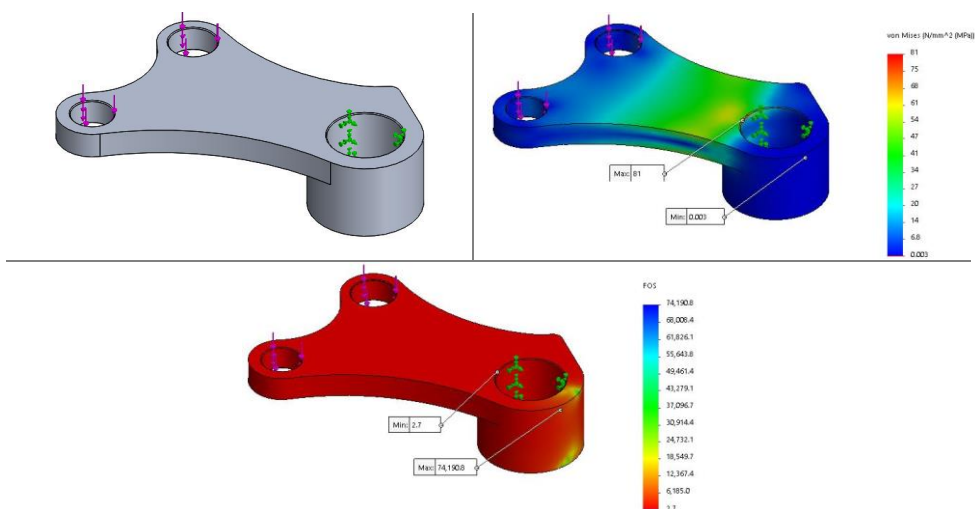
Nakon dodavanja materijala, masa modelovane konstrukcije nosača iznosi $m_p = 2,84$ [kg].

3.2. Inicijalna analiza metodom konačnih elemenata

Inicijalnom analizom se ocenjuje posmatrana konstrukcija i traže njeni nedostaci na osnovu zadatih kriterijuma koje konstrukcija mora da zadovolji u pogledu funkcionalnih i mehaničkih karakteristika. Parametri konačnih elemenata za prikazanu studiju prikazani su u tabeli 2, dok je za tip algoritma za rešavanje zadatka (*eng. solver*) izabran *FFEPlus*. Kroz veći otvor je definisano fiksno ograničenje, a kroz manje otvore deluje ukupna sila od $F = 2000$ [N], slika 3.

Tabela 2. Parametri konačnih elemenata

Veličina elemenata	10,1565
Tolerancija	0,507823
Ukupan broj čvorova	13565
Ukupan broj elemenata	8060

**Slika 3.** Inicijalna analiza 3D modela metodom konačnih elemenata

Analizom se dolazi do zaključka da inicijalna konstrukcija nosača ima prostora za dodatne uštede u materijalu ako se uzme u obzir raspodela napona, kao i vrednost stepena sigurnosti koji za mašinske elemente iznosi $S=2-3$, slika 3.

3.3. Topološka optimizacija i redizajn

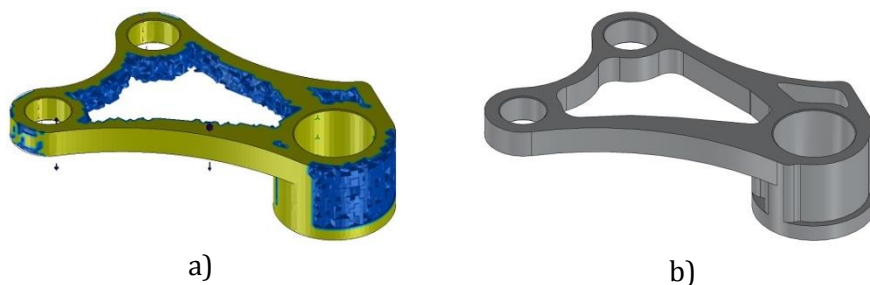
Nakon inicijalne analize, model se uvozi u *Topology Study* modul gde je neophodno definisati sledeće parametre:

Tabela 3. Parametri topološke optimizacije

Funkcija cilja (Goals and Constrains)	Minimalna masa
Rezervisan deo materijala (Preserved Redion)	5 [mm]
Pola simetrije (Half Symmetry)	Središnja ravan
Veličina konačnih elemenata (Mesh)	Vrednost po difoltu

Nakon definisanih parametara i pokretanja optimizacije dobija se predlog optimalnog dela, slika 4a) nakon čega se pristupa redizajnu

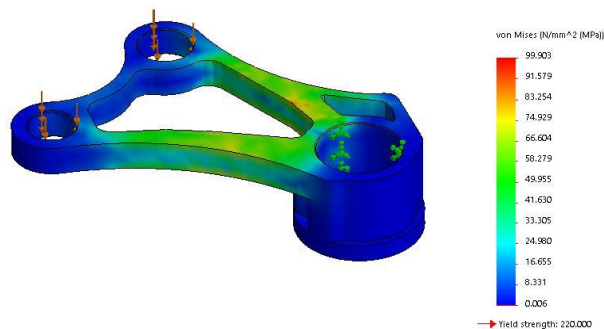
konstrukcije, slika 4b). Nakon redizajna ukupna masa konstrukcije nosača iznosi $m_{opt.} = 1,71$ [kg].



Slika 4. Topološka optimizacija konstrukcije nosača (optimalna konstrukcija) i redizajn

3.4. Validacija

Nakon redizajna konstrukcije nosača neophodno je ponovo izvršiti analizu metodom konačnih elemenata sa istim parametrima kao što je to bio slučaj kod inicijalnog 3D modela, slika 5. Na osnovu rezultata simulacije, odnosno raspodele napona i stepena sigurnosti može se zaključiti da su rezultati optimizacije zadovoljavajući.



Slika 5. Validacija optimalne konstrukcije metodom konačnih elemenata

3.5. Izrada optimalne konstrukcije nosača aditivnom tehnologijom

Izrada inicijalne i optimalne konstrukcije nosača izvršena je aditivnom tehnologijom na 3D štampaču MakerBot Replicator Mini pretvaranjem 3D modela u .STL ekstenziju, slika 6. Priprema za 3D štampu izvršena je u Makerbot Print. Pored toga, modeli su proporcionalno skalirani usled ograničenja radnog prostora 3D štampača.



Slika 6. a) Inicijalni model, b) optimalni model

4. ANALIZA I PRIKAZ REZULTATA

Topološka optimizacija rađena je kroz pet iteracija, tabela 4, gde se analizom rezultata dolazi se do zaključka da je optimalno rešenje dobijeno u drugoj iteraciji. Prema dobijenim podacima, ukupna redukcija mase u odnosu na inicijalnu konstrukciju može se izračunati prema sledećoj formuli:

$$\Delta = \left| \frac{m_p - m_{opt.}}{m_p} \right| * 100 [\%] = \left| \frac{2.84 - 1.71}{2.84} \right| * 100 [\%] = 39.78 [\%]$$

Tabela 4. Prikaz rezultata topološke optimizacije konstrukcije nosača

I iteracija	II iteracija	III iteracija	IV iteracija	V iteracija
Zadata redukcija mase				
45[%]	50[%]	55[%]	60[%]	70[%]
Rezultati optimizacije				
m=1,80 [kg] Δm=36,6 [%] S=2,57 Σ= 86 [MPa]	m=1,71[kg] Δm=39,8 [%] S=2,2 σ= 100 [MPa]	m=1,69 [kg] Δm=40,5 [%] S=1,99 σ=110 [MPa]	m=1,62 [kg] Δm=43,7 [%] S=0,69 σ=181 [MPa]	Nemoguće rešenje

5. ZAKLJUČAK

Analizom inicijalne konstrukcije nosača došlo se do saznanja da postojeća konstrukcija ima određene nedostatke koje je moguće nadomestiti primenom novih pristupa u procesu projektovanja. Na osnovu prikazanih rezultata izvodi se zaključak da je došlo do značajne uštede u materijalu od čak 39,78[%], odnosno za 1,13 [kg], u odnosu na inicijalnu konstrukciju. Pored toga, ove ušteda povlače za sobom i uštede kako u pogledu troškova obrade, tako i u pogledu troškova transporta. Kao budući pravci istraživanja mogu se navesti varijacije

različitih algoritama optimizacije, kao i različite varijacija konačnih elemenata u cilju dobijanja boljih rezultata.

LITERATURA

- [1] Slavov, S., Konsulova-Bakalova, M.: Optimizing Weight of Housing Elements of Two-stage Reducer by Using the Topology Management Optimization Capabilities Integrated in SOLIDWORKS: A Case Study, *Machines*, 2019.
- [2] Jovičić, G., Tabaković, S., Zeljković, M., Mladenović, C.: Strukturna optimizacija pokretne platforme višenamenske mašine alatke sa hibridnom kinematikom, *40 Jupiter konferencija*, Beograd, 2016.
- [3] Gebisa, A.W., Lemu, H.H.: A Case study on topology optimized design for additive manufacturing, *COTech, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017.
- [4] Junk, S., Klerch, B., Nasdala, L., Hochberg, U.: Topology optimization for additive manufacturing using component of a humanoid robot, *Procedia CIRP*, ISSN 2212-8271, Vol. 70, pp. 102 – 107, 2018.
- [5] Orme, M., Madera, I., Gschweidl, M., Ferrari, M.: Topology Optimization for Additive Manufacturing as an Enabler for Light Weight Flight Hardware, *Designs*, 2018.
- [6] Guan, H., Chen, Y.J., Loo, Y.C., Xie, Y.M., Steven, G.P.: Bridge topology optimization with stress, displacement and frequency constraints, *Computer and Structures*, ISSN 0045-7949, Vol. 81, No. 3, pp. 131 – 145, 2003.
- [7] Vanderplaats, G. N.: Saving Energy Through Design Optimization, *SAE Journal of Passenger Cars – Electric and Electrical Systems*, 2004.
- [8] Environmental Case Study Automobile, World Steel Association.
- [9] Tiago Alexandre Reis Ramalho Moutinho Freire: Efficient Structural Optimization of Aircraft Wings, Master Thesis, 2017.
- [10] Sebastian Moritz Deinert: Shape and Sizing Optimization of Aircraft Structures with Aeroelastic and Induced Drag Requirements, PhD Thesis, 2016.
- [11] Good, M.G.: Development of a Variable Camber Compliant Aircraft Tail using Structural Optimization, Master Thesis, 2004.
- [12] Rahchamani, R., Soheilifard, R.: Three-dimensional structural optimization of a cementless hip stem using a bi-directional evolutionary method, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 2019.
- [13] Gilbert Peters, Topology Optimisation for 3D Printing. Retrieved on 17.05.2020, from: https://www.slideshare.net/Francis3D/topology-optimisation-for-3d-printing-58383765?from_action=save, 2017.

Spec. Veselin Mulić⁴⁸

Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin

Dr. Ljubica Lazić Vulićević⁴⁹

Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin

Julija Mulić⁵⁰

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin/Srbija

Geotermalna proporcionalno hidraulička bušuća garnitura

Geothermal proportionally hydraulic drilling rig

Rezime:

U radu su saopšteni rezultati saradnje prvopotpisanog autora i firme RUDOP u primeni proporcionalne tehnike u hidrauličkim sistemima bušuće garniture Carey, američke proizvodnje, zbog korišćenja geotermalne energije. U radu su prikazani samo pojedini podsistemi bušuće garniture po sopstvenom izboru autora koji su važni za: trgovinu, korišćenje, održavanje i tehničko unapređenje proporcionalne tehnike tokom nastavka saradnje.

Ključne reči: Geotermalna energija, hidraulička bušuća garnitura, proporcionalna tehnika.

Abstract:

The paper presents the results of cooperation between the first author and the company RUDOP in the application of proportional techniques in hydraulic systems of the Carey drilling rig, American production, due to the use of geothermal energy. The paper presents only individual subsystems of the drilling rig of the author's own choice, which are important for: trade, use, maintenance and technical improvement of proportional technology during the continuation of cooperation.

Keywords: Geothermal energy, hydraulic drilling rig, proportional technique.

UVOD

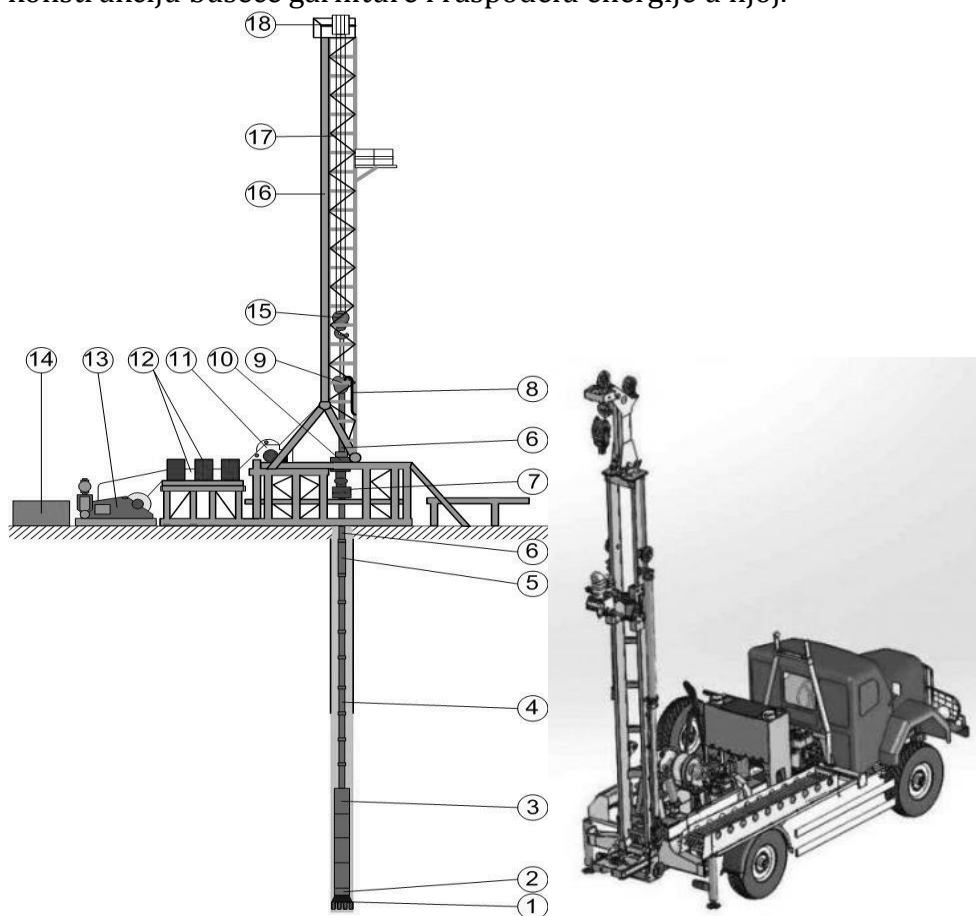
Geotermalna bušotina se formira nizanjem operacija: spajanjem bušaćih alatki i dleta, nizanjem bušaćih alatki i spuštanjem dleta do dna bušotine, radom dleta na dnu bušotine uz istovremeno iznošenje krhotina stena, dodavanjem bušaćih alatki kako dleto napreduje u dubinu, vađenjem alatki iz bušotine. Postrojenje (slika 1) se u pravilu sastoji od: tornja 16; koturača 15 i 18; dizalice 11; pogonskih motora i prenosnika 12; obrtnog stola 11; isplačnih pumpi 13; isplačne glave 9;

⁴⁸ vmulic@ptt.rs

⁴⁹ lazic.ljubica@yahoo.com

⁵⁰ blackladyzr@gmail.com

podсистema za pripremu i pročišćavanje isplake 14; podсистema za zaštitu od erupcije; cevnih alatki 2, 3, 4 i 5; dleta 1, prema literaturi [4]. Bušenje je jedinstven mehaničko-hidraulički proces koji uslovljava konstrukciju bušaće garniture i raspodelu energije u njoj.



Slika 1. Bušaća stabilna garnitura i Carey bušaća mobilna garnitura [1]

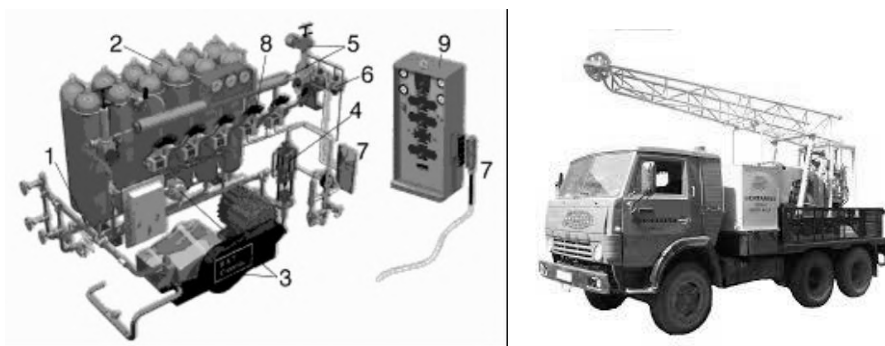
ROTACIJA DLETA

Rotaciju dleta moguće je ostvariti na tri načina: obrtnim stolom, vršnim pogonom i dubinskim motorom. Kada se rotacija ostvaruje sa površine moguća su dva načina. Jedan je primenom obrtnog stola, a drugi primenom tzv. "vršnog pogona". Dleto je nizom bušaćih alatki povezano s radnom šipkom. Ona prolazi kroz kupolu obrtnog stola, a energija se obrtnom stolu dovodi lančanim prenosnikom kinematičke veze bušaće dizalice ili ređe sopstvenim izvorom energije. Kod

ovakvog prenosa rotacije na dleto, rotira sav niz alatki, dok se kod prenosa rotacije dubinskim motorom, rotira samo rotor motora i dleto. Drugi podsistem je hidraulični ili električni i on može kontrolisati brzinu kretanja alatki (bubnja) pri spuštanju, ali zbog načina delovanja ne omogućava potpuno zaustavljanje ili prekid kretanja. Najčešća je u primeni hidraulična ili "vodena" kočnica, literatura [5].

"KOOMEY" UREĐAJ

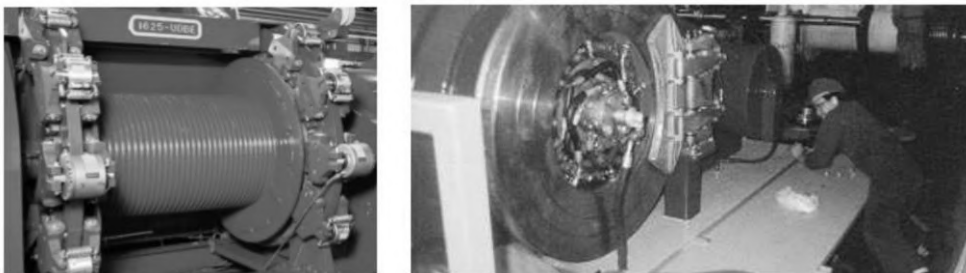
Rad preventera bušotine obavlja se hidraulički, radnom tečnošću (RT) pod pritiskom u akumulatorima 2 uređaja "Koomey" (slika 2.). Nekoliko akumulatora RT, u obliku boce s kompenzacijskim jastukom azota, je povezano. Hidrauličke pumpe 3 sabijaju RT na željeni pritisak podsistema za zatvaranje i potiskuju je od akumulatora do preventerskog sklopa kroz visokopritisne cevi. Zbog brzog zatvaranja preventera hidrauličko ulje je u akumulatoru pod pritiskom (105- 210)10⁵Pa. Uređaj se postavlja najmanje 30m od bušotine, kako bi se tokom erupcije, moglo nesmetano koristiti. Dodatni upravljački sklop postavlja se ispod tornja uz upravljačke sklopove postrojenja i povezan je s "koomey" uređajem. Na niskim temperaturama potrebno je akumulatore termički izolovati, zagrevati dodati antifrizu u RT.



Slika 2. "Koomey" uređaj i mobilna bušuća garnitura

Na slici 2 nalazi se fotografija *Koomey* uređaja: 1 je sigurnosni ventil, a 2 akumulator dok je 3 elektromotorom pogonjena hidraulička pumpa i automatska sklopka 4, 5 je sabirnik i regulacijski ventil 6 i to hidraulički. Cevi za pneumatske komande 7 i ventili 8 kao i pomoćni kontrolni sklop 9 čine pneumatski sistem pogodan za tehničko

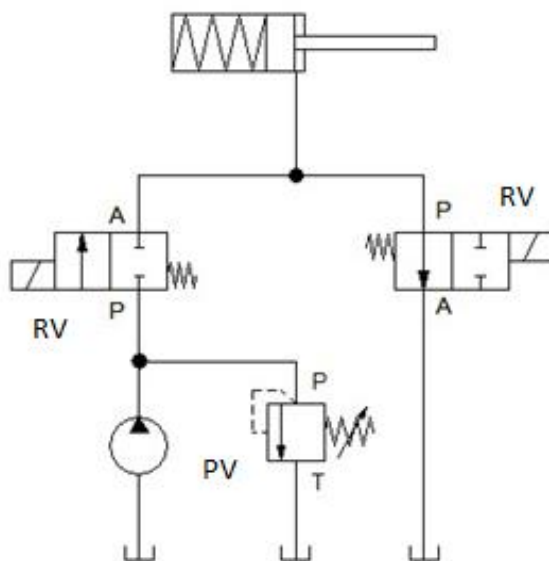
unapređenje proporcionalnom pneumatikom što je namera ovog rada, literatura [7].



Slika 3. Bujanj bušaće garniture s hidrauličkim disk kočnicama, [4]

HIDRAULIČKA DISK KOČNICA

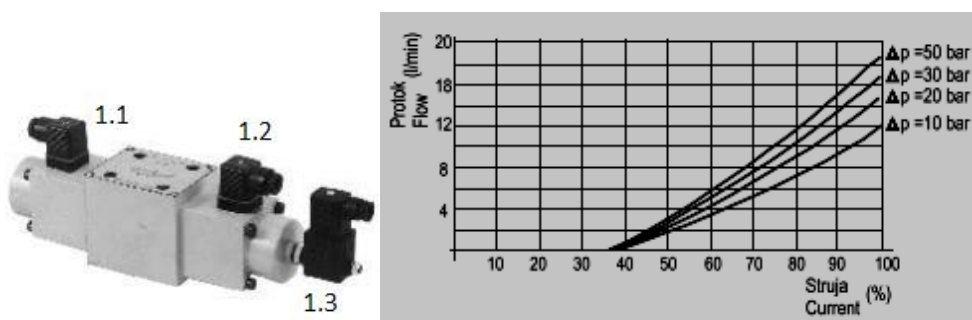
Hidraulička disk kočnica (slika 5) se hidraulički otpušta, a oprugom drži teret kako bi mogla držati teret i u slučaju ispada podsistema. Na slici 4 je prikazana jednostavna hidraulička šema mogućeg podsistema kočnice koju predstavlja: jednostrani hidraulički cilindar s povratnom oprugom, dva elektro hidraulička razvodna ventila RV2/2, električno upravljana *on/of* elektromagnetima, kojima se kontroliše rad kočnice, hidraulička pumpa i hidraulički sigurnosni ventil za ograničavanje pritiska PT. Pobrojane hidrauličke komponente takođe se modu tehnički unaprediti proporcionalnom hidraulikom što je namera ovog rada, literatura [7].



Slika 4. Hidraulički sistem kočnice dizalice dleta, literatura [5]

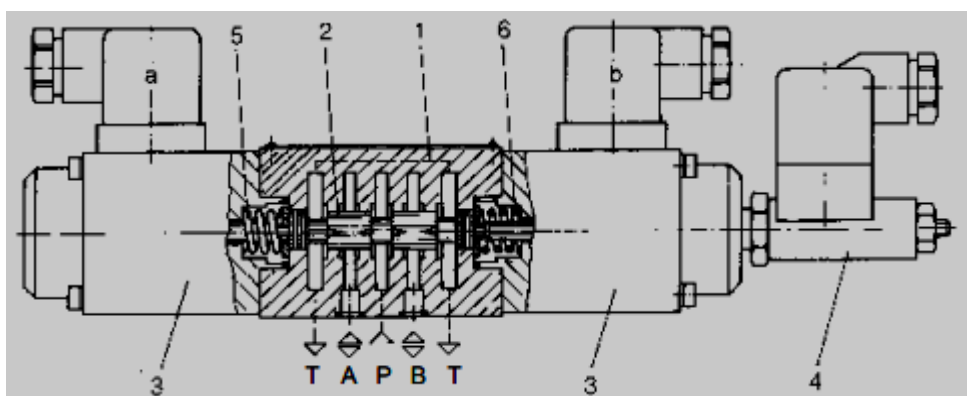
PROPORCIONALNI HIDRAULIČKI RAZVODNI VENTIL, PRV

Pomenuti ventili RV (slika 4) mogu se uspešno zameniti sa proporcionalnim razvodnim ventilima PRV domaće proizvodnje. Pošto su namenjeni za upravljanje složenim funkcijama hidrauličkih motora (smer i brzina kretanja) u programiranim ciklusima. Pri tome je izlazna veličina (protok) proporcionalna električnom ulaznom signal proporcionalnog elektromagneta. Proporcionalni razvodni ventil (slika 5) u osnovi se sastoji iz glavnog razvodnog ventila sa elektromagnetima 1.1, 1.2 i predupravljanog ventila za regulaciju pritiska 1.3 (sensorpoložaja). Aktiviranje je proporcionalnim elektromagnetom 1.3 koji pretvara električni signal u njemu proporcionalnu silu za pokretanje klipa. Za upravljanje magnetima isporučuje se odgovarajući elektronski pojačavač.



Slika 5. Proporcionalni razvodni ventil, PRV **Slika 6.** Statička karakteristika

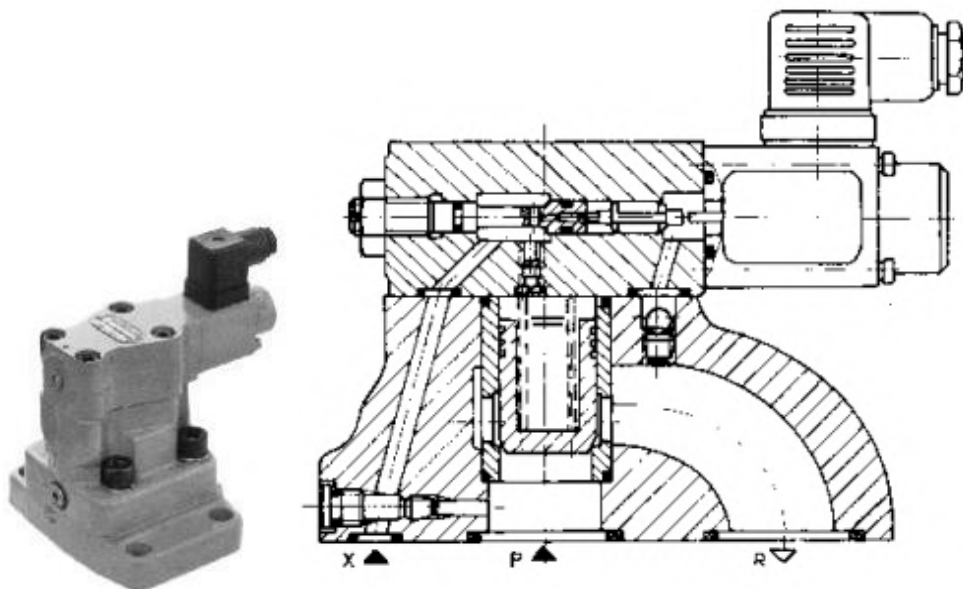
Uključenjem magneta (3a) pomera se klip (2) na desno proporcionalno električnom ulaznom signalu. Pri tom se oslobađaju protočne površine na klipu. Što je veći hod, veći je protočni poprečni presek pa je veći protok. Induktivni davač pri tome meri stvarni položaj klipa i saopštava ga putem električnog signala pojačavaču. Tu se upoređuje stvarna vrednost (pozicija klipa) sa zadatom vrednošću. Eventualno odstupanje ove dve vrednosti šalje se električnim signalom na magnet koji koriguje položaja klipa. Isključenjem električnog magneta, klip se pod dejstvom sila opruga (5) i (6) vraća u nulti položaj. Priključne mere su prema DIN 24340, dok je konstrukcija sa uzdužno pomerljivim klipom za regulaciju smera i veličine protoka uz opružno centriranje klipa sa više varijanti razvođenja, [2].



Slika 6. 1. Kućište; 2. klip ;3. elektromagnet ;
4. elektromagnet sa induktivnim davačem hoda ;5. opruga ;6. Opruga

PROPORCIONALNI VENTIL ZA OGRANIČAVANJE PRITISKA, PPV

Ovim ventilima se može ograničavati pritisak u hidrauličkom sistemu kočnice kontinualno (proporcionalno) u zavisnosti od električnog ulaznog signala umesto ventila PT. Sastoji se od predupravljanog ventila sa proporcionalnim elektromagnetom i glavnog ventila. Pogodni su za visoke pritiske i velike protoke.



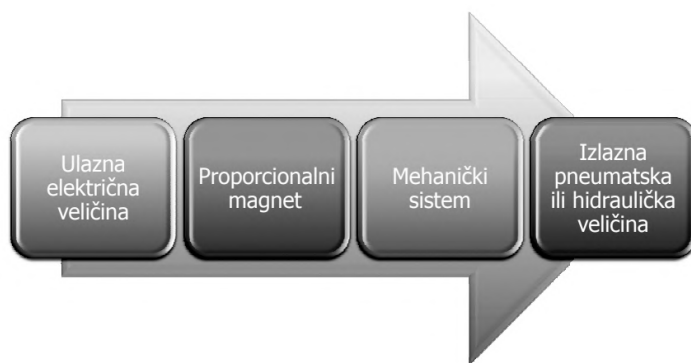
Slika 7. Proporcionalni pritisni ventil

Slika 8. Sklopni crtež

Pritisak koji raste u sistemu, deluje na glavni klip i istovremeno preko dizne u upravljačkom vodu dolazi i na stranu glavnog klipa koji je opterećen oprugom. Pritisak deluje i na predupravljački klip. Kada pritisak u sistemu savlada određenu silu magneta, pomera se predupravljački klip. Zahvaljujući ugrađenom prigušniku uspostavlja se na glavnom klipu potrebna razlika pritisaka koja ga podiže sa sedišta i glavni deo protoka odlazi u rezervoar, pod pritiskom koji je određen strujnim signalom na elektromagnetu. U sistemu zavisi od strujnog signala na proporcionalnom solenoid, kalemu. U zavisnosti od toga da li je upravljanje spoljašnje ili unutrašnje, odnosno da li je drenaž spoljašnji ili unutrašnji, ovi ventili mogu koristiti kao ventili za: ograničenje pritiska, ventili za rasterćenje pumpe, prelivni ili redosledni ventili.

TOK U PROPORCIONALNOM VENTILU

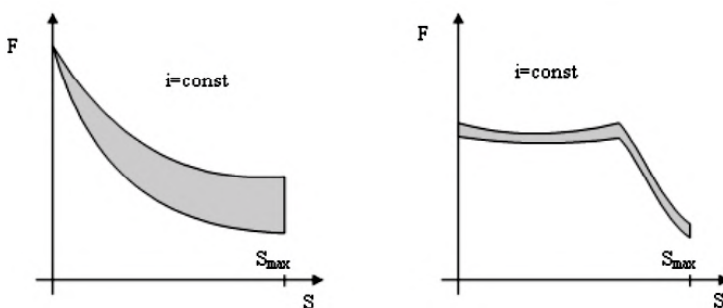
Kod proporcionalnih ventila se električnim putem može stalno upravljati protokom ili pritiskom, tj. transformacijom permanentno promenljive električne veličine dobija se proporcionalna pneumatska ili hidraulička izlazna veličina. „ Izlazi iz proporcionalnog ventila nisu baš u linearnoj zavisnosti od ulazne veličine. Ovi ventili omogućuju jednostavno i jeftino u upravljanje pozicijom , brzinom , ili silom tamo gde je potreban brži odziv sistema.



Slika 8. Transformacija upravljačke energije

ELEKTRONIKA ZA PROPORCIONALNU TEHNIKU

Proporcionalni elektromagnet je slično izrađen kao upravljački konvencionalni magnet. Kriva zavisnosti sila-put kotve, kod konvencionalnog elektromagneta pokazuje progresivan pad sile sa povećanjem hoda kotve, dok kod proporcionalnog elektromagneta, za veliki deo pomeranja kotve pokazuje da sila ostaje konstantna.



Slika 9. Statička karakteristika elektromagneta

PODELA PROPORCIONALNIH VENTILA

Proporcionalni ventili, kako je već rečeno, omogućuju regulisanje više hidrauličkih veličina u istom trenutku, a neki samo jednu, pa stoga mogu da se razlikuju: proporcionalni ventili za regulaciju pritiska, proporcionalni ventili za regulaciju protoka, proporcionalni ventili za regulaciju pravca/smera-razvodnici i protoka radne tečnosti.

ZAKLJUČAK

Primena proporcionalne tehnike u hidrauličkim i pneumatskim sistemima bušće garniture geotermalne energije *Carey* je moguća za: kočenje dizalice, pospešenje obrtnog momenta bušćih alata ali i inteziviranje udarne sile delta i sigurni rad *Koomey* uređaja. Prednosti proporcionalne tehnike integrisane sa *PLC*-om omogućile bi programiranje obrtnog momenta i udarne sile delta potrebnih za energetski efikasnije razbijanje stena, a prema akviziciji senzora iz bušotine te masovnijeg korišćenja toplotnih pumpi. Trgovina, korišćenje, održavanje proporcionalne tehnike jesu osnov tehničkog unapređenja bušće garniture.

LITERATURA

- [1] www.rudop.com
- [2] www.ppt.com
- [3] www.carey.com
- [4] *Fundamentals of Rotary Drilling*, (1961). Dallas. The Petroleum Engineering Publishing Co.
- [5] Matanović, D. (2006). *Tehnika izrade bušotina*. Rudarski fakultet Sveučilište u Zagrebu. Zagreb
- [6] Mulić, V. Mulić, J. 2019. *PROPORCIONALNA TEHNIKA-predavanja*, VTŠSS, Zrenjanin
- [7] Mulić, V. Mulić, J. (2019). *PROPORCIONALNA TEHNIKA-zbirka zadataka*, Zrenjanin, VTŠSS
- [8] Mulić, V. Mulić, J. (2019). *PROPORCIONALNA TEHNIKA-praktikum*, Zrenjanin, VTŠSS

Спец. Веселин Мулић⁵¹

Висока техничка школа струковних студија, Зрењанин

Др. Сташевић Миленко⁵²

Висока техничка школа струковних студија, Зрењанин

Јулија Мулић⁵³

Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин

Хидраулички пропорционални системи и вентили геотермалних бушећих гарнитура

Hydraulic proportional systems and valves for geothermal drilling rigs

Резиме:

Геотермална енергија јесте значајан енергетски ресурс Србије, зато је важна енергетска ефикасност бушећих гарнитура. Искуство предузећа и појединаца из технологије бушења нафте и гаса у Војводини јесте солидна основа за бушење геотермалних извора. У раду се приказани почетни резултати избора пропорционалних хидрауличких система и вентила на техничком унапређењу постојећих гарнитура. Рад отвара мултидисциплинарне могућности примене хидрауличких пропорционалних вентила према правилима технологије бушења, али и технологија коришћења и одражавања бушећих гарнитура.

Кључне речи: Геотермална енергија, хидрауличка бушећа гарнитура, пропорционални хидраулички разводник.

Abstract:

Geothermal energy is a significant energy resource of Serbia, so the energy efficiency of drilling rigs is important. The experience of companies and individuals in oil and gas drilling technology in Vojvodina is a solid basis for drilling geothermal sources. The paper presents the initial results of the selection of proportional hydraulic systems and valves on the technical improvement of existing sets. The paper opens multidisciplinary possibilities for the application of hydraulic proportional valves according to the rules of drilling technology, but also the technology of using and reflecting drilling rigs.

Keywords: Geothermal energy, hydraulic drilling rig, proportional hydraulic valve

УВОД

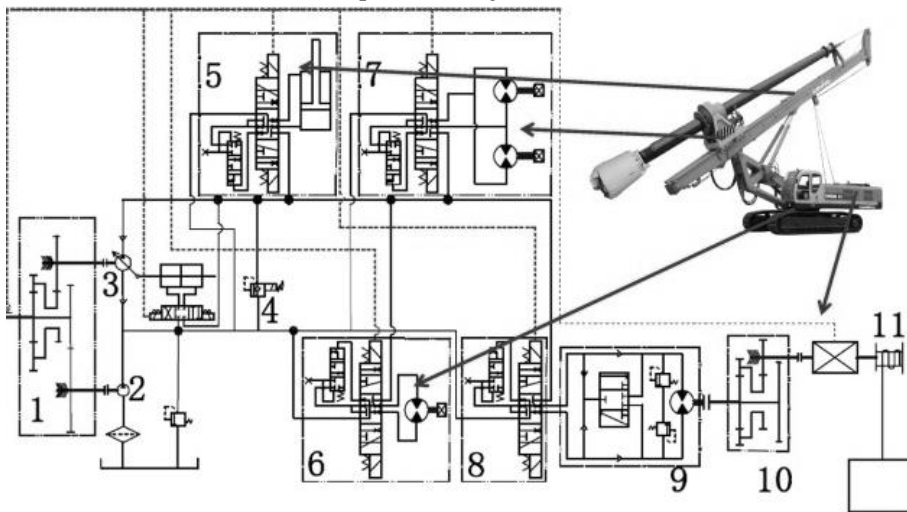
На слици 1 приказана је шема геотермалне хидрауличке ротационе бушеће гарнитура са непропорционалним елктрохидрауличким вентилима (он/офф). Зупчасти преносник 1 погони хидрауличку пумпу 2, а она радну течност потискује пумпи променљиве запремине 3. Сигурносни вентил 4 постављен је у

⁵¹ vmulic@ptt.rs

⁵² milenkostasevic2013@gmail.com

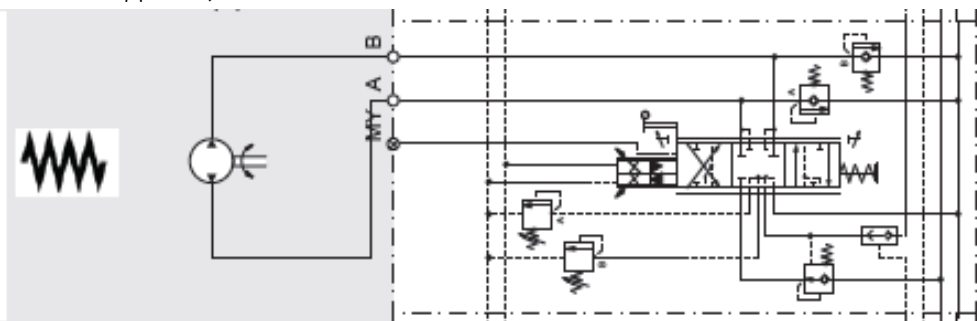
⁵³ blackladyzr@gmail.com

краткој вези потисног и повратног цевовода. Систем под притиском 5 чине два разводника и цилиндар. Систем ротационог бушења 6 и ротирајуће главе 7 омогућавају радни и повратни ход бушећег алата. Управљачки вентил витла 8 за намотавање ужади повезан је са: хидрауличним мотором са уравнотеженим вентилом 9, мењачем 10 и на крају витлом 11. Велика брзина кретања горе-доле алата за бушење захтева велики проток уља. Врло мале брзине бушења тврдих стена захтевају прецизне контролне вентиле, са минималним протоком уља.



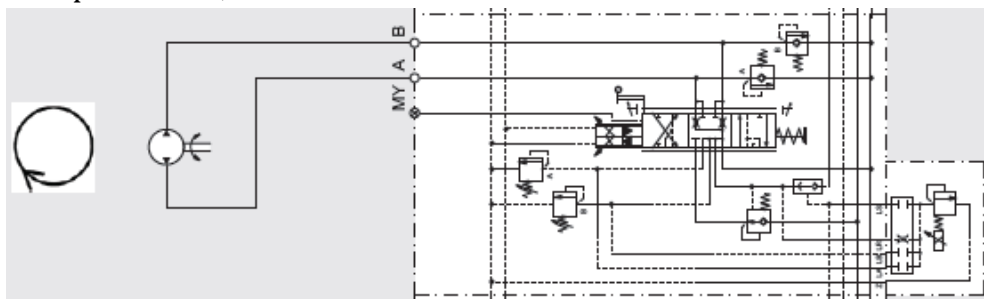
Слика 1. Хидраулички систем геотермалне бушеће гарнитуре [1]

Да би се контролисало оптерећење длета, усмерени вентили имају интегрисану, подесиву функцију смањења притиска помоћу које се може прецизно подесити максимална сила и обртни момент длета, слика 2.



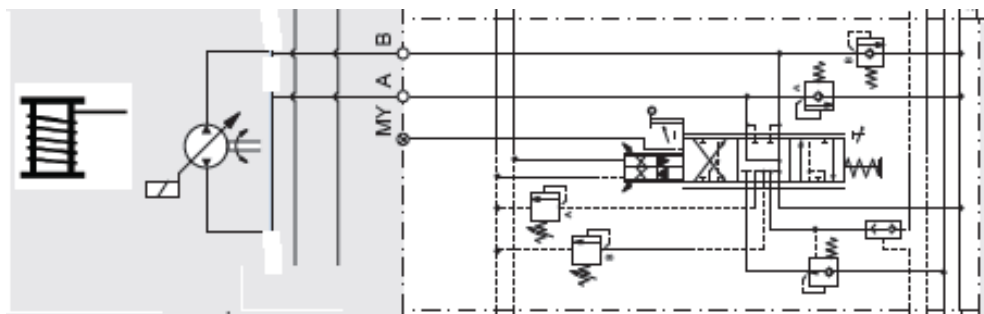
Слика 2. Шема хидрауличког пропорционалног система за велику брзина длета уз константну силу длета са компензацијом, литература [2]

Ротациони погон захтева врло осетљиво активирање преко контролних електрокалема високе резолуције приликом завртња на конекторима цеви. Код бушотине на тешком терену, бушећој гарнитури је потребан снажан погон који показује стабилно, врло динамично управљање, чак и под изузетно променљивим оптерећењима, слика 3.



Слика 3. Хидрауличка шема ротационог погона, литература [13]

Модуларни пропорционални хидраулички систем који се састоји од хидрауличких пропорционалних компонената гарант је сигурносној технологији бушења према стандардима ЕН13849, ЕН16228. Интегрисана решења за интелигентно искључивање појединих функција, смањује број потребних хидрауличких компоненти и смањују се извори грешака. Пропорционални хидраулички вентил има низ сигурносних карактеристика: интегрисано искључивање контролног притиска, искључивање праваца протока и секција и функционалних група или разводника, слика 4.



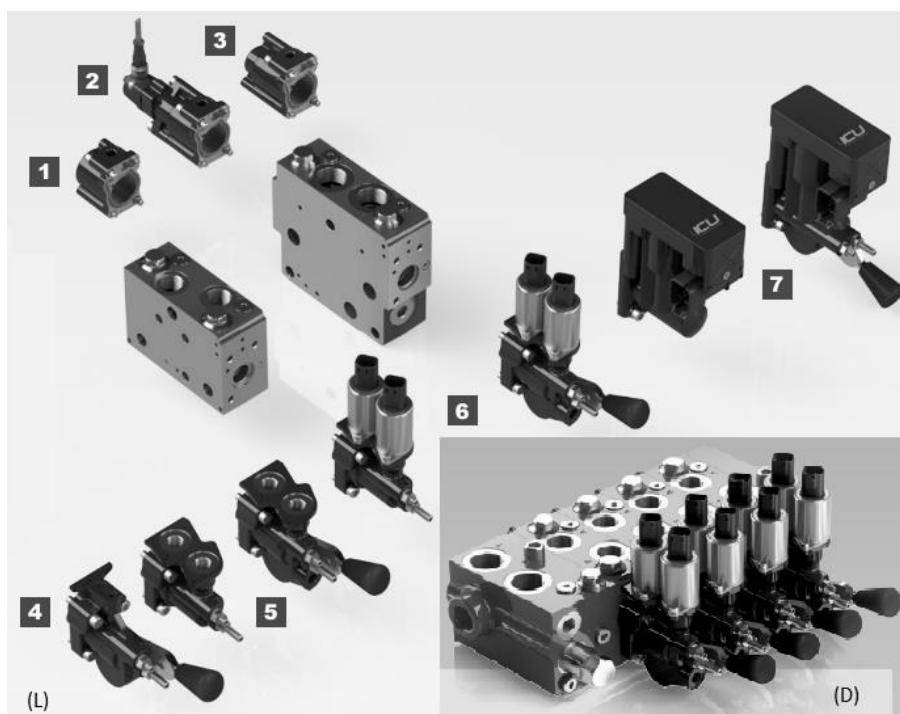
Слика 4. Хидрауличка шема погона главног и помоћног витла са задржавањем бушећег алата уз контролу кочења

Енергетски ефикасни вишекружни хидраулични системи са протоком пумпи, прилагођени захтевима бушења, постали су стандард за модерне бушаће гарнитуре. Примарни избор су сензори оптерећења који се испоручују као додатак пумпи променљиве запремине, слика 5.

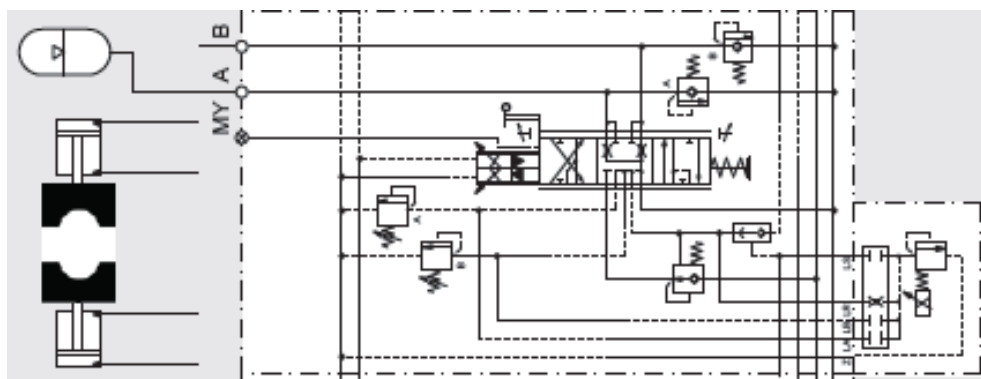


Слика 5. Сензор оптерећења

Усмерни калем електромагнета пропорционалног вентила има сензор оптерећења. Компензује оптерећење и притисак. Монтира се за пумпане системе са фиксним и/или променљивим протоком. До десет функција може се контролисати независно једна од друге према литератури [13]. Вентил је високо прецизан, има осетљиву контролу и енергетску ефикасност. Погодан је за контролу главне функције модерних бушаћих гарнитура али и за специјалне функције бушења, и то например за: оптерећење за подешавање клина, ограничење обртног момента или сила стезања, могу се интегрисати као сигурносни вентили, слика 6.

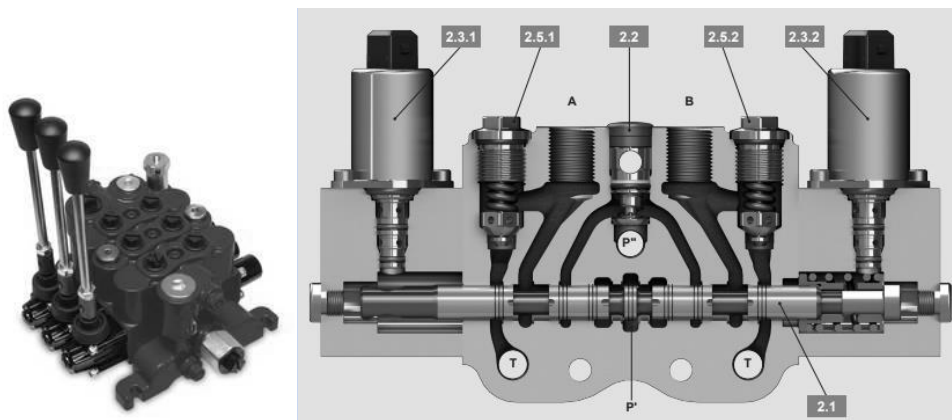


Слика 6 - (L). 1.Стандардна опружна капа, 2.опружна капа са сензором за надзор преклопне тачке, 3.капа опруге за клизач плутајућег положаја, 4.ручно управљање са обложеним крајевима за управљачке калеме, 5. хидраулично управљање 6.електрохидраулично управљање 7.електронска управљачка јединица (ИЦУ); **Слика 5 -(D).** Пропорционални вентил осетљив на оптерећење



Слика 7. Хидраулички систем горње и доње стезне чељуси уз искључивање и сигурносни блок

Пропорционални усмерни-разводни вентил погодан је за управљање помоћним функцијама на бушаћим гарнитуром захваљујући својој модуларној конструкцији. Вентил је врло робустан и добро опремљен за мобилне апликације. Примери примена укључују: кинематику котурача и торња или управљање ужадима торња, слика 7.



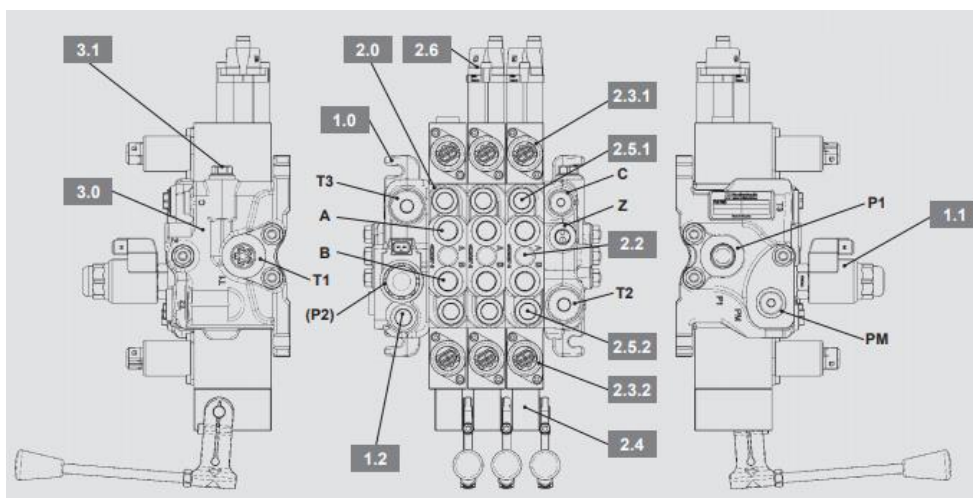
Слика 8. Усмерни контролни вентил чине: 2.1 калем; 2.2 неповратни вентил; 2.3.1 вентил за контролу притиска А страна; 2.3.2 вентил за контролу притиска Б страна; 2.5.1 прикључак вентила за радни отвор А; 2.5.2 прикључак за вентил за радни отвор БА, Б; радни прикључци Т канал резервоара; П' средњи канал; П'' паралелни канал.

Пропорционални регулациони вентил је према принципу отворено центра са електрохидрауликом у могућности да оствари максимални проток радних отвора А и Б од 60л/мин. Калем 2.1 одређује брзину и смер протока радне течности. Вентили за контролу притиска радне течности 2.3.1 и 2.3.2 одређују притисак за померање бочних страна главних електрокалема 2.1. Величина електричне струје одређује ниво пилот притиска и самим тим положај калема. Ударни/антикавитацијски вентили 2.5.1 и 2.5.2 штите радне прикључке А и Б од скока притиска и/или кавитације. Неповратни вентил 2.2 у паралелном каналу П'' спречава спуштање бушећег алата ако се калем помера и пумпа не обезбеђује систему довољан притисак (на А и Б страни), слика 8.

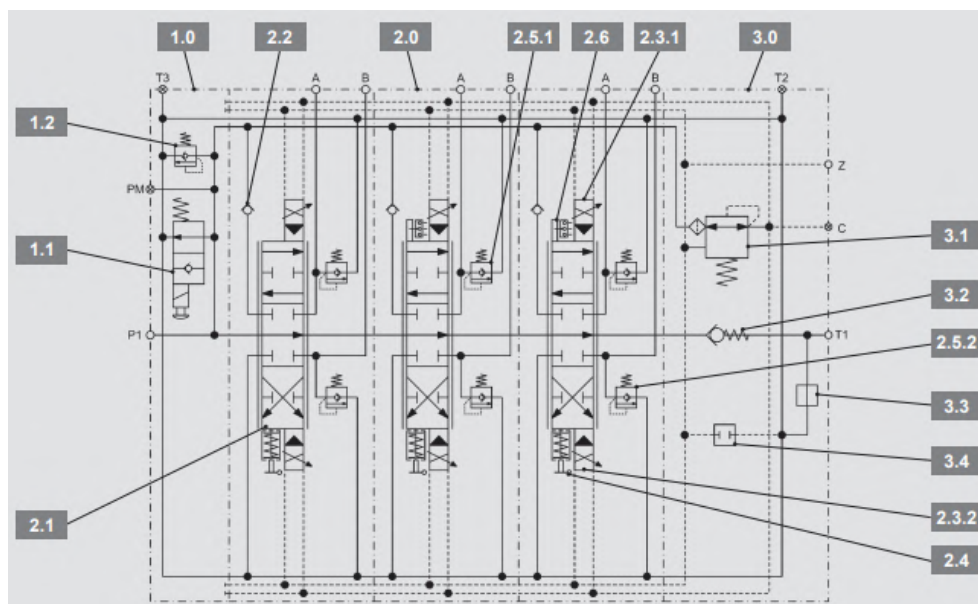
Компактни управљачки блокови пропорционалне хидраулике за примену технологије усмерених вентила-разводника имају компактне вентиле који проширују функционалност бушеће гарнитуре:

- адаптивни,
- модуларни и
- економични.

Бушећим гарнитурима омогућавају се различита решења, на пример: за компензацију оптерећења, контролу кочења, промену брзина и разне функције измене и отпуштања бушећих алата



Слика 9. Скlopни цртеж пропорционалног разводника: прикључци П1, П2 пумпа; ПМ мерни отвор пумпе; Т1, Т2, Т3 резервоар; А, Б радни прикључци; Ц пилотни отвор за уље; 3 пилотни одвод, према литератури [13].



Слика 10. 1.0 Улазна плоча 1.1 вентил за пражњење 1.2 главни сигурносни вентил 2.0 радни део 2.1 спојла 2.2 неповратни вентил 2.3.1 прикључак вентила за контролу притиска А 2.3.2 прикључак за контролу притиска Б 2.4 механичко покретање 2.5.1 вентил за радни отвор А страна 2.5.2 радни прикључак вентил Б страна 2.6 сензор положаја 3.0 завршна плоча 3.1 вентил за смањење притиска за интерно доводно уље 3.2 вентил за предпуњавање централног канала 3.3 прикључак резервоара или пренос високог притиска 3.4 прикључак или одвајање пилот одвода на резервоар

ЗАКЉУЧАК

Хидраулички пропорционални системи и вентили успешно се користе на геотермалним бушећим гарнитурима у развијеном свету. Бушеће гарнитуре у Србији могу се технички унапредити (иновације, патенти) по угледу на западна искуства (пракса, литература). Трговина, коришћење и одржавање пропорционалних хидрауличких система и вентила је остварива у нашим условима.

Технологија бушења геотермалних извора јесте темељ избора пропорционалних хидрауличких вентила и конструисања машинских система бушећих гранитуре. Зато предстоји формирање мултидисциплинарног тима како би бушећи алати били што ефикаснији (моделирање, симулација, оптимизација).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] The Petroleum Engineering PublishingCo (1961) ., Fundamentals of Rotary Drilling, Dallas
- [2] API Specification 4F: Specification for Drilling and Well Servicing Structures, second
- [3] The Blocks and Drilling Line, Unit 1, Lesson 5, Second Edition, Petroleum Extension
- [4] The Drill Stem, Unit 1, Lesson 3, Second Edition, Petroleum Extension Service, The
- [5] Матановић, Д. (2006): Техника израде бушотина, Загреб Свеучилиште у Загребу Рударски факултет,
- [6] http://rgn.hr/dmatan/nids_dmatanovic/Tehnika_knjiga.pdf
- [7] Мулић, В., Мулић, Ј. (2019).ПРОПОРЦИОНАЛНА ТЕХНИКА-предавања, Зрењанин ВТШСС, ,
- [8] Мулић, В., Мулић, Ј. (2019):ПРОПОРЦИОНАЛНА ТЕХНИКА-збирка задатака, Зрењанин ВТШСС, ,
- [9] Мулић, В., Мулић, Ј. (2019)ПРОПОРЦИОНАЛНА ТЕХНИКА-практикум, Зрењанин ВТШСС, ,
- [10] Петрић, Ј. (1998) Запис предавања колегија Хидраулика и пнеуматика. Загреб ФСБ,.
- [11] Murrenhoff, H. (2006) Grundlagen der Fluidtechnik Teil 2, Aachen Shaker Verlag, .,
- [12] Николић, Г. (2002) Пнеуматика, Загреб Школске новине,
- [13] www.hydac.com
- [14] Load-Sensing Ventil LX-3

Dr Miroslav Crnogorac⁵⁴

Dr Dušan Danilović

Lola Tomić, mast. inž.rud.

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

Upravljanje proizvodnjom nafte - novi alat na bazi fazi logike

Oil production management - a new tool based on the fuzzy logic

Rezime:

Naftne bušotine, u kojima nije moguća proizvodnja nafte energijom ležišta, ta potrebna energija se dodaje uvođenjem mehaničke metode eksploatacije nafte. Da bi se ostvarila optimalna proizvodnja važnu ulogu ima izbor mehaničke metode eksploatacije nafte. Optimalnim izborom metode postiže se ekonomična proizvodnja.

Uvođenjem novih alata razvijenih na bazi veštačke inteligencije, donošenje odluka pri upravljanju proizvodnjom nafte na nekom polju čini efikasnijim. U ovom radu se koristi fazi logika kao matematički i konceptualni model za izbor optimalne mehaničke metode eksploatacije nafte.

Ključne reči: *Mehaničke metode, Proizvodnja nafte, Fazi logika, Donošenje odluka, Optimizacija*

Abstract:

Oil wells, in which it is not possible to produce oil with reservoir energy, this required energy is added by introducing an artificial lift method. In order to achieve optimal production, the selection of the artificial lift method have an important role. Optimal selection method achieves the economical production.

By introducing new tools developed on the basis of artificial intelligence, decision making in the management of oil production in a field makes it more efficient. In this paper, fuzzy logic is used as a mathematical and conceptual model for selecting the optimal artificial lift method.

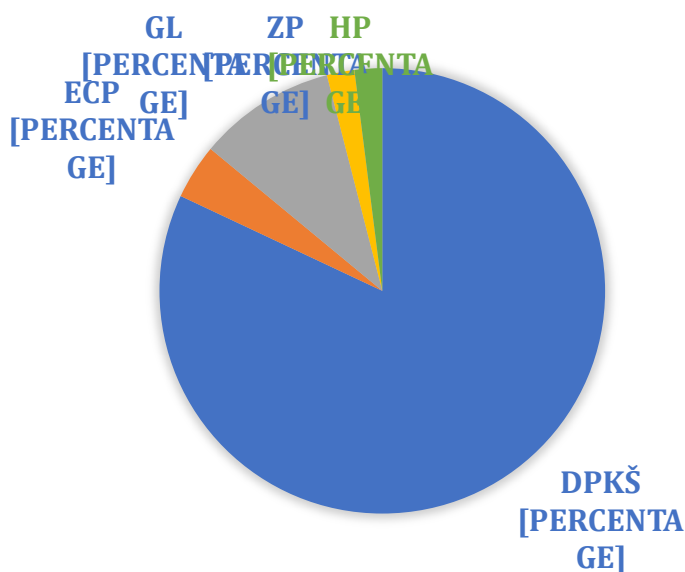
Keywords: *Artificial lift; Oil production; Fuzzy logic; Decision making; Optimization*

UVOD

Naftne bušotine na početku proizvodnog veka ostvaruju proizvodnju pod dejstvom prirodne ležišne energije tj. eruptivnom metodom. Prestankom eruptivne proizvodnje bušotine uvodi se neka od mehaničkih metoda eksploatacije. Najprimenjenije mehaničke metode eksploatacije su: gas lift (GL), dubinske pumpe sa klipnim šipkama (DPKŠ), električne uronjene centrifugalne pumpe (ECP), zavojne pumpe (ZP), hidraulične pumpe (HP). [1]

⁵⁴ miroslav.crnogorac@rgf.rs

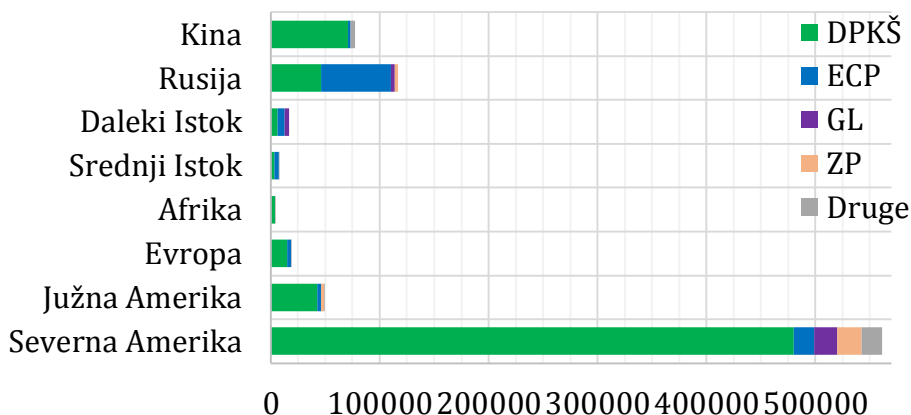
Udeo u primeni pojedinačnih mehaničkih metoda eksploatacije na svetskom nivou je teško precizno utvrditi s obzirom na dostupnost podataka, kao i vremenski period analize. Ono što se može smatrati izvesnim je da se od svih mehaničkih metoda proizvodnje nafte, najviše primenjuju u svetu dubinske pumpe sa klipnim šipkama. Na slici 1. data je aproksimativna procjena zastupljenosti primjene mehaničkih metoda eksploatacije u svjetu, gdje dubinsko pumpanje na klipnim šipkama ima učešće od 82%, zatim gas lift metoda sa učešćem od 10% i dubinske električne uronjene centrifugalne pumpe sa učešćem od 4%. Hidraulične i zavojne pumpe u primjeni učestvuju sa po 2%.



Slika 1. Zastupljenost primene mehaničkih metoda u proizvodnji nafte u svetu [2,3]

Preciznije procene primene mehaničkih metoda se mogu utvrditi na nivou regiona ili država koji su veliki proizvođači nafte.

Na slici 2. je prikazan broj bušotina i zastupljenost pojedinih mehaničkih metoda eksploatacije po područjima bogatim naftom. Može se uočiti da se u oblasti Severne i Južne Amerike, Evrope, Afrike i Kine najviše primjenjuje metoda dubinskih pumpi sa klipnim šipkama dok je u područjima Bliskog i Dalekog istoka i Rusije najzastupljenija metoda električnih uronjenih centrifugalnih pumpi.



Slika 2. Primena mehaničkih metoda eksploatacije po regionima i državama [4]

Izbor mehaničke metode eksploatacije naftnih bušotina predstavlja jedan od najvažnijih faktora pri ostvarivanju ekonomske proizvodnje. Razmatranje kriterijuma u smislu njihovog definisanja, razgraničenja, analize i sinteze na nivo optimizacionog kriterijuma, u cilju dobijanja prednosti i nedostataka pojedinačnih mehaničkih metoda eksploatacije predstavlja ključni korak postupka izbora adekvatne mehaničke metode. U cilju izbora optimalne metode mora se uzeti u obzir veliki broj kriterijuma kojima se pridružuju odgovarajući nivo značajnosti radi definisanja sintezne ocene. U ovom tipu pristupa izboru optimalne mehaničke metode proizvodnje naftnih bušotina koriste se pristupi na bazi modela višeatributivne i višekriterijumske analize, kao i na bazi statističke obrade podataka iz inženjerske prakse i na bazi ekspertske sisteme.[5,6]

U praksi ne postoji opšti model i standardi za izbor mehaničkih metoda eksploatacije nafte već svaka naftana kompanija koristi ekspertske sisteme, to su programi, ili pak samo tablice sa definisanim granicama primene svake od metoda.

1. NOVI MODEL ZA IZBOR OPTIMALNE MEHANIČKE METODE

Model se sastoji iz dva dela, analitičkog i sinteznog. Analitički deo predstavlja propoziciju ulaznih parametara. Fazi sintezni model je strukturno i konceptualno kreiran u dva koraka. Prvi korak predstavlja kompoziciju parametara A1, A2, A3, B1...B6 i C1...C5, koji se sintetišu u

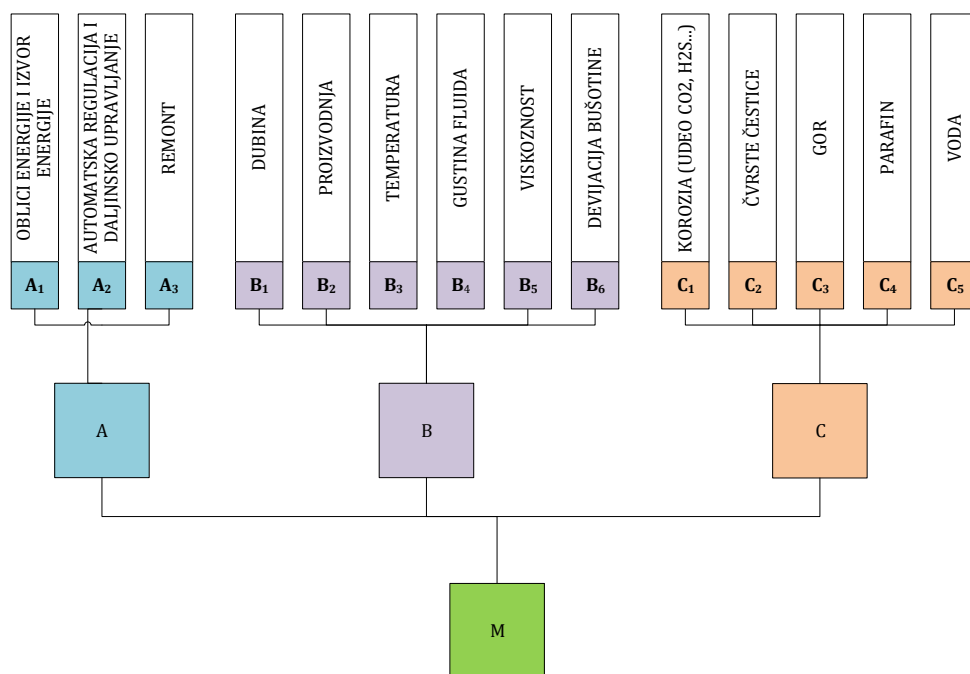
infrastrukturni indikator (A), fizičko-geološki indikator (B) i indikator proizvodnog fluida (C), respektivno. U drugom koraku se tri indikatora A, B i C sintetišu u jedan M.[6]

Parametri koji definišu optimalnu metodu predstavljani su kroz tri strukturne grupe (slika 3).

Infrastrukturni parametri (A), koji se odnose na: (A1) oblici energije i izvor energije, (A2) automatska regulacija i utomatsko upravljanje, (A3) remont;

fizičko-geološki parametri.(B), odnosno: (B1) dubina, (B2) proizvodnja, (B3) temperatura, (B4) gustina fluida, (B5) viskoznost, (B6) devijacija bušotine;

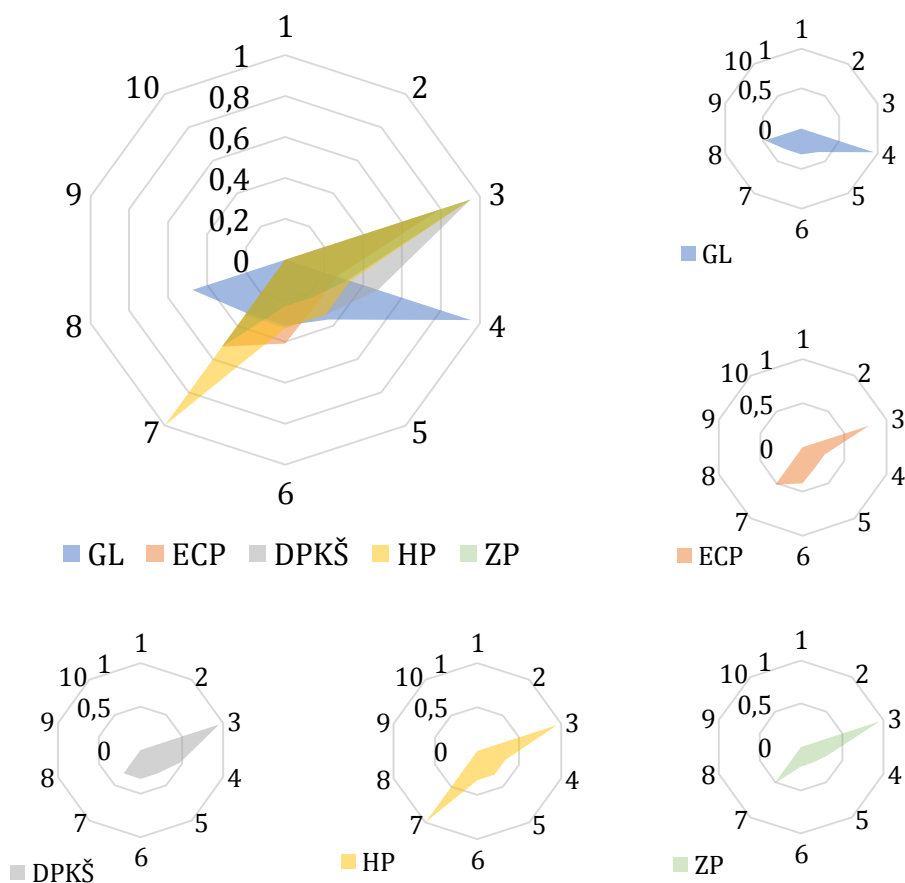
parametri prizvodnog fluida proizvodnji (Parametri operativnih problema) .(C) odnosno: (C1) korozija, (C2) čvrste čestice, (C3) GOR, (C4) parafin, (C5) voda



Slika 3. Struktura ulaznih parametara [5]

Parametri pod indikatorom A mogu da se iskažu jedino lingvističkim opisima da se predstave na osnovu iskustva zaposlenih na bušotini, dok su parametri pod indikatorima B i C su egzaktni i merljivi podaci. Model ima analitički deo u kom se sagledavaju svi ulazni parametri u okviru referentnih vrednosti i sintezni u kom se ulazni parametri da svode u jedan.

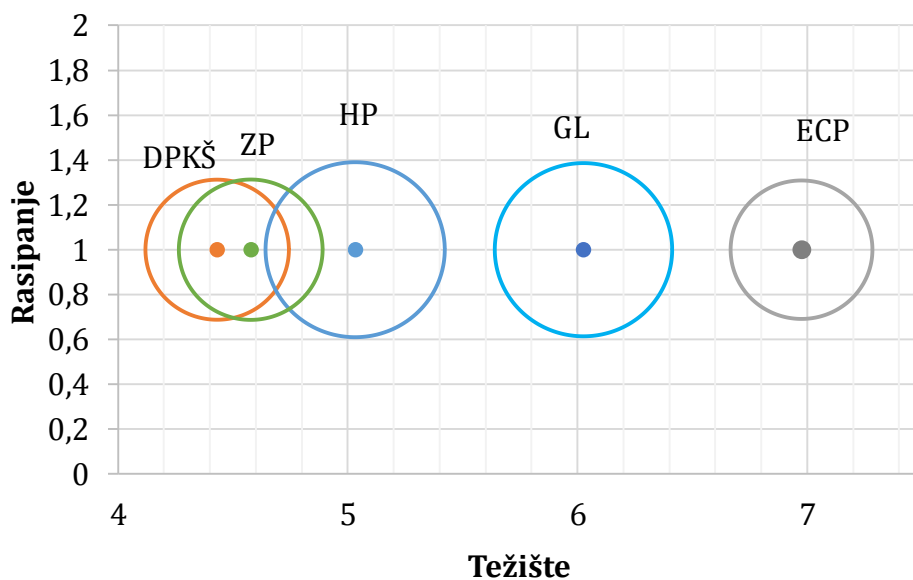
Na osnovu unetih podataka velikog broja različitih bušotina dobijen je grafički izlaz za svaku metodu u vidu geometrijski nepravilnih oblika (mapa). Preklapanje oblika pojedinačnih metoda predstavlja bušotine u kojima se mogu primjeniti podjednako metode čiji se oblici na dijagramu preklapaju (slika 4.).



Slika 4. Rezultati modela za sve standarde najzastupljenijih mehaničkih metoda eksploatacije[6]

Unošenjem podataka nove bušotine u model dobijaju se rezultati koji se porede sa postojećim mapama primjene mehaničkih metoda eksploatacije. Procentualno najveće preklapanje sa figurom neke od meh. metoda predstavlja i najbolje rešenje za novu bušotinu.

Kada je procentualno preklapanje rezultata standarda pojedinačnih mehaničkih metoda eksploatacije i nove bušotine vrlo blizu i nije moguće na osnovu toga napraviti rangiranje, tada se računaju težišta dobijenih rezultata tj. nepravilnih geometrijskih figura i rasipanja rezultata (slika 5). Na ovaj način postiže se precizniji prikaz rezultata.



Slika 5. Težište i rasipanje izlaza za standarde mehaničkih metoda[6]

ZAKLJUČAK

Udeo primene mehaničkih metoda eksploatacije naftnih bušotina u svetu je veliki. Izbor mehaničke metode eksploatacije naftnih bušotina predstavlja jedan od najvažnijih faktora pri ostvarivanju efikasne a samim tim i ekonomične proizvodnje. U praksi ne postoji opšti model i standardi za izbor mehaničkih metoda eksploatacije nafte već svaka naftna kompanija koristi ekspertske sisteme i modele, koje najčešće sama razvija za uslove bušotina sa područja njenog angažovanja.

Prilikom definisanja prioriteta ulaznih parametra model smanjuje subjektivnost, koja je prisutna kod tipičnih modela. Veliki broj različitih ulaznih podataka, ekonomskih, tehničkih, geoloških, itd., koji mogu biti definisani i kao egzaktne vrijednosti i kao lingvistički opisi, model sintetiše. Iako ovaj je ovo model odlučivanja ukoliko za ulazne parametre predvidimo kolike vrijednosti će imati u nekom budućem intervalu, može da bude i prediktivni model.

Model može da ima široku primjenu kao pomoćni alat za upravljane proizvodnjom, jer standarde mehaničke metode eksploatacije je moguće kreirati posebno za svako naftno polje. Na osnovu parametara bušotine za koju se vrši izbor mehaničke metode eksploatacije moguće je izabrati standarde metoda sa ulaznim podacima koji su najsličniji novoj bušotini.

Rezultati se predstavljaju na dva načina površinama nepravilnih geometrijskih tijela i njihovim težištem sa rasipanjem rezultata. Prvi način prikaza rezultata daje procentualno preklapanje nove bušotine i standarda. U situaciji da prvim načinom nije lako interpretirati rezultate koristi se drugi način koji daje izlaz koji se lako interpretira.

LITERATURA

- [1] Naderi, A., Ghayyem, M. A. & Ashrafi, M. (2014) *Artificial Lift Selection in the Khesht Field, Petroleum Science and Technology*, 32:15, 1791-1799, DOI: 10.1080/10916466.2011.565291
- [2] Langbauer, C., & Kaserer, G. (2018). *Industrial application of a linear drive system in a pump testing facility. 2018 17th International Ural Conference on AC Electric Drives (ACED)*. doi:10.1109/aced.2018.8341726
- [3] Rigzone, *How Does Artificial Lift Work?* [Online]. Available: https://www.rigzone.com/training/insight.asp?insight_id=315&c_id=
- [4] Nguyen, T., *Advanced Artificial Lift Methods – PE 571 Chapter 1 - Electrical Submersible Pump Introduction*, New Mexico Tech University. <https://documents.pub/document/advanced-artificial-lift-methods-electrical-submersible-pump-advanced-artificial.html>
- [5] Crnogorac M., Tanasijević M., Danilović D., Maričić V.K., & Leković B. (2020). *Selection of Artificial Lift Methods: A Brief Review and New Model Based on Fuzzy Logic. Energies*. 13(7):1758.
- [6] Crnogorac, M., (2020). *Optimizacija izbora mehaničke metode eksploatacije naftnih bušotina primenom fazi logike, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki Fakultet*.

dr Matilda Lazić⁵⁵

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

dr Dragan Halas⁵⁶

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

dr Duško Salemović⁵⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Fischer-Tropsch sinteza tečnih ugljovodoničnih goriva

Fischer-Tropsch synthesis of liquid hydrocarbon fuels

Rezime:

U ovom radu je dat pregled značaja primene Fischer-Tropsch sinteze za razvoj petrohemijske i hemijske industrije i sfere energetske izvora današnjice i bliske budućnosti. Fischer-Tropsch sinteza je ključna mera iskorišćenja postojećih resursa, prvenstveno sinteznog gasa, za proizvodnju alternativnih ugljovodoničnih goriva, serije petrohemikalija i hemijskih proizvoda. Fischer-Tropsch sinteza predstavlja komercijalnu katalitičku tehnologiju, koja koristi specifične katalizatore u zavisnosti od tipa procesa, sastava sirovine i procesnih uslova za dobijanje željenog proizvoda to su prvenstveno tečna ugljovodonična goriva kao energenti ili komponenta za namešavanje goriva naftnog porekla. Upotreba Fischer-Tropsch sinteze reprezentuje meru pravilnog i održivog upravljanja postojećim resursima i uklapa se u koncept upotrebe tzv. energetske miksa na globalnom energetske tržištu.

Ključne reči: Fischer-Tropsch sinteza, resursi, sintezni gas, tečna ugljovodonična goriva, petrohemikalije.

Abstract:

This paper gives an overview of the importance of the application of Fischer-Tropsch synthesis for the development of the petrochemical and chemical industries and the sphere of energy sources of today. Fischer-Tropsch synthesis is a key measure of harnessing existing resources, primarily synthesis gas, to produce alternative hydrocarbon fuels, a series of petrochemicals and chemical products. Fischer-Tropsch synthesis is a commercial catalytic technology, which utilizes specific catalysts depending on the type of process, the composition of the raw material and the process conditions to obtain the desired product. The use of Fischer-Tropsch synthesis represents a measure of proper and sustainable management of existing resources and fits into the concept of using so-called energy mix in the global energy market.

Keywords: Fischer-Tropsch synthesis, resources, syngas, liquid hydrocarbon fuels, petrochemicals.

⁵⁵ matildalazic@outlook.com

⁵⁶ draganahalas@gmail.com

⁵⁷ duskosalemovic@gmail.com

UVOD

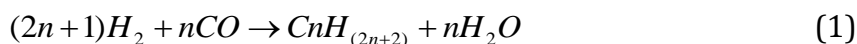
Fischer-Tropsch sinteza (u daljem tekstu: FT sinteza) reprezentuje katalitičke tehnologije. FT sintezom se iz raspoloživih ugljeničnih/ugljovodoničnih napoja, dobijaju mnogobrojni i veoma raznovrsni sirovinski resursi za petrohemijsku i baznu hemijsku industriju ali i energetske izvori. FT sinteza danas, čini prvi korak ka dobijanju viših ugljovodonika iz različitih polaznih sirovina; koji se u narednom koraku konverzijom prevode u visokovredne petrohemijske proizvode ili se upotrebljavaju kao goriva i čvrsti ugljovodonici. Osnovi cilj primene FT sinteze je proizvodnja viših ugljovodonika, visokovrednih proizvoda na energetskom tržištu. Naime, proizvedeni viši ugljovodonici koriste se kao tečna, sintetska alternativna goriva i na taj način se smatraju izuzetno značajnim resursom, koji čini iskorak ka razvoju različitih grana hemijske industrije i energetike. U radu su prikazani: značaj, vrste napoja i cilj katalitičkih procesa FT sinteze. Predstavljen je pregled proizvoda iste, u smislu sirovinske baze ili krajnjeg proizvoda. Pretpostavljeno je da izbor pogodnih resursa za FT sintezu i pravilno upravljanje procesom dobijanja visokovrednih proizvoda predstavlja korak napred u razvoju petrohemijske i hemijske industrije ali i energetske izvora. Izbor teme dodatno opravdava činjenica da se korišćenje goriva iz FT sinteze uklapa u tzv. mešoviti energetski globalni trend.

1. ZNAČAJ FISCHER – TROPSCH SINTEZE I NAPOJ KATALITIČKOG PROCESA

FT proces je skup katalizovanih, hemijskih reakcija za konverziju sinteznog gasa u više ugljovodonike širokog raspona. U zavisnosti od odnosa komponenata u sinteznom gasu (napoj), tipa katalizatora, radnih odabranih procesa i stepena sporednih reakcija, osnovni proizvodi FT sinteze mogu biti: sintetska gasovita goriva, sintetska tečna goriva, čvrsti parafini ali ili određene količine oksigenata i CO₂ [1,2,3]. FT proces omogućava proizvodnju hemikalija i sintetskih goriva iz biomase, uglja i prirodnog gasa uz poštovanje principa zaštite životne sredine. Uzimajući u obzir još uvek znatne rezerve uglja i prirodnog gasa kao i napoja iz naftno/petrohemijske industrije, kao i rastućih zahteva za potrošnjom tečnih goriva, realno je očekivati rastući značaj FT sinteze u narednoj dekadi XXI veka [3].

Osnovni napoj za FT sintezu je smeša H_2/CO u različitim molskim odnosima (engl. syngas). Napoj se može dobijati: gasifikacijom uglja, različitim vrstama konverzije prirodnog gasa, iz biomase, iz ugljovodoničnih napoja [1-4]. Sintezni gas komercijalno, u petrohemijskoj industriji se proizvodi sledećim katalitičkim tehnologijama iz prirodnog gasa: parcijalna oksidacija metana i autotermalni reforming, suvo reformiranje metana, vlažno reformiranje metana, trireformiranje metana. Navedene tehnologije se mogu odvijati u prisustvu heterogenog katalizatora $NiO-Al_2O_3$. [4]

U zavisnosti od specificiranog molskog odnosa H_2/CO (npr. od 0,7-2,1) [1-5] može se proizvoditi čitav spektar sastava ugljovodoničnih proizvoda. Različiti katalizatori u patentnim tehnologijama rade pri višim ili nižim odnosom komponenata u napoju. Tokom FH reakcija dolazi do konverzije sinteznog gasa u ugljovodonike različite molekulske mase, u skladu sa reakcijom (1) [3]:



Reakcija vodenog gasa (2) je veoma zastupljena sporedna reakcija, odvija se istovremeno sa glavnom reakcijom na sledeći način [3]:

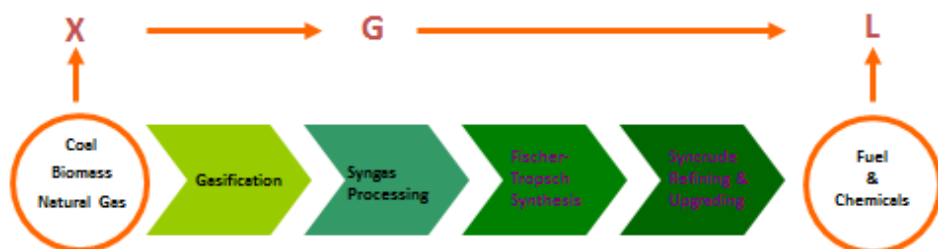


Smer i kinetika odvojanja reakcije vodenog gasa značajno utiče na sastav nastalog sinteznog gasa. Dobijeni sintezni gas pogodnog molskog odnosa komponenata se prerađuje odnosno, tj. prečišćava pre ulaska u katalitički proces FT sinteze radi uklanjanja nepoželjnih komponenta iz aspekta zaštite životne sredine ali i katalitičkih otrova za FT katalizator. Pravilnim izborom odnosa komponentnog sastava sinteznog gasa, izborom vrste katalitičkog sistema i vrste procesne tehnologije FT sinteze, mogu se dobiti proizvodi dizajniranog sastava i kvaliteta.

2. PROIZVODI I MOGUĆNOSTI PRIMENE FISCHER-TROPSCH SINTEZE

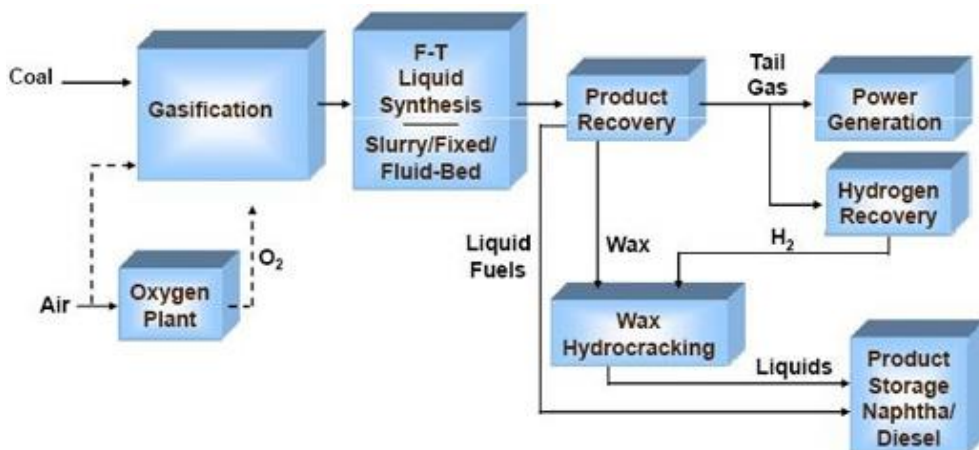
Proizvodi FT sinteze su resursi, koji se mogu primenjivati kao energetske izvori (alternativna tečna goriva) i hemikalije. Dominantna komercijalna izvedba FT procesa obuhvata veoma složeno procesno postrojenje, koje se sastoji iz jedinice za proizvodnju sinteznog gasa i jedinice za njegovu konverziju, pri čemu postoji i tzv. gasna petlja.

U zavisnosti od vrste izvora iz kojeg se dobija sintezni gas, tehnologija se naziva CTL (engl. coal to liquids) i/ili GTL (engl. gas to liquids) [4-6]. Generalizovani, šematski prikaz odvijanja FT procesa, prikazan je na slici 1. [5]. Prikazan je dijagram toka tzv. XTL tehnologije. Polazne sirovine (X) kao što su ugalj i biomasa se u prvom koraku gasifikuju (G) u cilju dobijanja sinteznog gasa. U narednom koraku složene FT procesne tehnologije, sintezni gas se prevodi u tečna goriva (L) ili hemikalije.



Slika 1. XTL tehnologije FT procesa

Uprošćeni blok dijagram procesa proizvodnje tečnih ugljovodoničnih goriva iz uglja, tzv. CTL tehnologija, prikazan je na slici 2. [6]. U procesnoj jedinici gasifikacije, odvija se gasifikacija uglja u cilju proizvodnje sinteznog gasa.



Slika 2. CTL tehnologija FT procesa

Jedinica za gasifikaciju uglja (Slika 2.) sastoji se od procesnih uređaja za pripremu uglja kao napoja, regeneraciju toplote,

prečišćavanja nastalog sinteznog gasa i njegovog kondicioniranja, izdvajanje sumpora, izvođenje reakcije vodenog gasa. Prečišćeni sintezni gas podešenog odnosa komponenata napušta jedinicu za gasifikaciju i uvodi se u jedinicu za FT sintezu. Kao osnovni proizvodi nastaju: ugljovodonična tečna goriva, čvrsti parafinski materijali (tzv. voskovi), kondenzovana voda, otpadni gas i određene količine oksigenata. Voskovi se upućuju u posebnu jedinicu za hidrokrekovanje, gde se u prisustvu vodonika izvodi cepanje na molekule niže molekulske mase odnosno, dodatna konverzija u tečna goriva (tzv. svetli proizvodi) koja je moguće mešati sa nastalim količinama osnovnog proizvoda FT sinteze. Jedinica za obradu otpadnog gasa obuhvata izdvajanje zaostalog vodonika u cilju njegove upotrebe i povećanja ekonomičnosti procesa jer se može vraćati u tok sinteznog gasa. Osnovni reakcioni proizvodi FT sinteze se nakon prolaska kroz sekciju prečišćavanja/dorade, frakcionišu na sintetski dizel, sintetski benzin i druge tzv. svetle tečne proizvode u zavisnosti od projektovanog odnosa željenih proizvoda. Komercijalna FT procesna postrojenja su veoma često povezana sa velikim brojem drugih procesnih postrojenja u kojima dolazi do upotrebe sporednih ili intermedijarnih proizvoda kao što su npr. postrojenja za proizvodnju energije (npr. električna energija) [6].

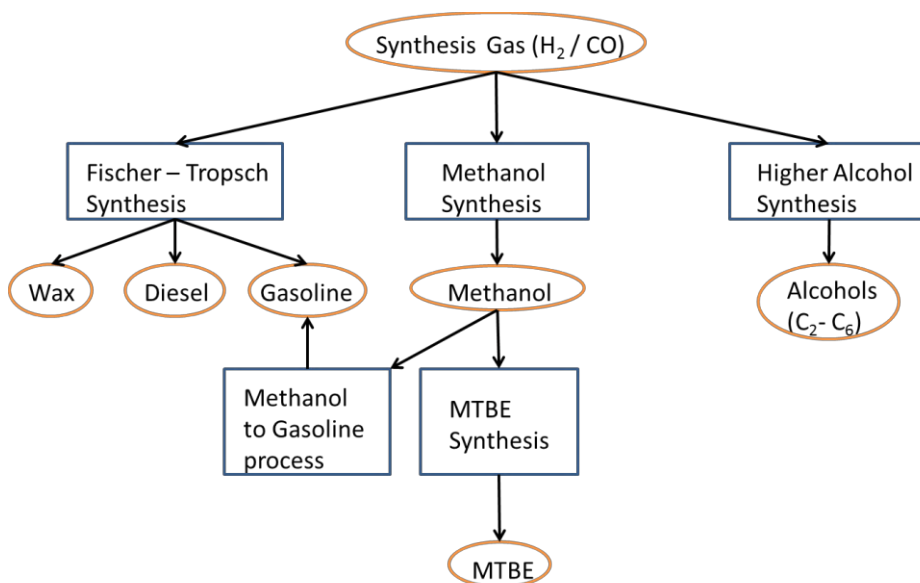
Konverzioni procesi prirodnog gasa ili gasovitih ugljovodoničnih napoja u sintezni gas, koje obuhvataju GTL tehnologije, nisu prikazane u ovom radu.

Primer globalno aktuelnih komercijalnih CTL tehnologija uključuju Sasol's Sasolburg plant I i II [6]. Primer veoma komercijalnog GTL postrojenja je Shell's plant u Bintulu, Malezija. Rastući trend komercijalizacije pokazaju GTL postrojenja veoma savremene konfiguracije i velikog kapaciteta u Bangladešu, Nigeriji i Kini [6]. Katar pokazuje izuzetano brz razvoj i komercijalizaciju tzv. velikih GTL postrojenja: Oryx GTL (koristi Sasol i Shell patente) za proizvodnju kerozinsko-dizelske frakcije uz manju količinu benzina ali i prateći LPG, kao i postrojenje najsavremenije generacije Pearl GTL plant u Kataru.

FT sinteza se može izvoditi u dve varijatne: visokotemperaturna-HTFT i niskotemperaturna-LTFT [3-6]. LTFT se izvodi u prisustvu katalizatora na bazi aktivnog kobalta ili jona gvožđa pri čemu nastaju voskovi i sintetički dizel. Koriste se reaktori sa fiksiranim slojem katalizatora ili suspenzioni reaktori. HTFT procesom u prisustvu kompaktnog katalizatora na bazi aktivnog gvožđa i u reaktorima sa

fluidizovanim slojem katalizatora, dobijaju se niži olefini i sintetički benzin parafinske osnove. Nastala veća količina nižih olefina može se oligomerizovati u tzv. teže frakcije sintetskih goriva (kako svetle, tako i tamne proizvode), dok nastali parafinski ugljovodonici veće molekulske mase imaju visok cetanski broj ali se lako mogu krekovati [5].

Spektar proizvoda FT sinteze, prikazan je na slici 3 [5]



Slika 3. Spektar proizvoda GTL tehnologije FT procesa

Generalno, upotrebom sinteznog gasa kroz FT sintezu može se dobiti veliki broj proizvoda, koji predstavljaju širok spektar energetske i industrijske resurse. Iz sinteznog gasa se FT sintezom dobijaju alternativna goriva: dizel, kerozin, mlazno gorivo kao i sintetički benzin, gazolin. Mogu se dobiti voskovi i sintetički lubrikanti. Može se proizvesti vodena para koja se u narednim koracima može koristiti za proizvodnju električne energije ili kao radni/tehnički fluid u industrijskim postrojenjima.

Drugim procesima konverzije, bez primene FT sinteze, iz sinteznog gasa se proizvode petrohemijske materije npr. metanol. Iz metanola se kao krajnji proizvod dobijaju oksigenati (npr. MTBE – aditiv poboljšivač oktanskog broja motornim benzinima naftnog porekla, alkoholi, itd.). Mora se naglasiti da sintezni gas predstavlja i polazni resurs baze hemijske industrije. Razdvajanjem komponenata

sinteznog gasa može se dobiti amonijak, koji se Haber-Bosch katalitičkim procesom prevodi u veštačka đubriva. Razdvajanjem sinteznog gasa, može se dobiti čist vodonik kao strateška sirovina za proizvodnju vodoničnih goriva, kao sredstvo za hidrogenovanje u naftno/petrohemijskoj industriji, itd. Iz sinteznog gasa se naknadnim transformacijama može dobiti i sintetički prirodni gas, koji može služiti kao energent.

ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir trend iscrpljivanja rezervi sirove nafte i povećanje cene motornih goriva naftnog porekla, FT procesi, koji omogućavaju proizvodnju sintetičkih ugljovodoničnih goriva, postaju sve značajnije tehnologije u primeni koncepta tzv. energetskog miksa na globalnom nivou. Komercijalna primena FT sinteze čini iskorak ka racionalnom upravljanju postojećim resursima kako u sektoru energetike, tako i u petrohemijskoj i baznoj hemijskoj industriji. FT proizvodi su ultra ekološki čista sintetska goriva koja se mogu primenjivati kao gotovi proizvodi ili kao kompenete za namešavanje motornih goriva konvencionalnog, naftnog porekla jer se sintezni gas kao sirovina prečišćava pre ulaska u proces FT sinteze. Resursi dobijeni primenom FT katalitičkih procesa (goriva i hemikalije) ne sadrže BTX aromate, sumporna i azotna jedinjenja u poređenju sa bezninom, gazolinom i dizelom koji su poreklom iz naftnih frakcija. Sagorevanjem ne daju PAHs, NO_x, SO_x, što ih čini još atraktivnijim u kontekstu komercijalizacije alternativnih, energetskih ugljovodoničnih resursa ali i hemikalija za dalje transformacije. Proces iskorišćenja postojećih resursa za dobijanje sirovinske baze za FT sintezu, kao i primena FT proizvoda predstavljaju mere održivog upravljanja resursima ali i tehnologije unapređenja njihovog korišćenja u širem konceptu industrijskog razvoja.

Može se smatrati da su CTL i GTL tehnologije FT sinteze tehnologije današnjice i/ili bliske budućnosti u sferi proizvodnje energetskih izvora iz ugljeničnih/ugljovodoničnih sirovina odnosno, tehnologije koje iskorišćavaju prirodne resurse ali ih i proizvode kao visokovredne proizvode značajne za sve sfere društvenog razvoja.

Dalji tok rada bi mogao obuhvatati izučavanje reaktora za FT sintezu, detaljnu razradu međusobnih konverzija FT proizvoda,

tehnologije gasifikacije uglja i biomase ili procesa konverzije prirodnog gasa u sintezni gas.

LITERATURA

- [1] Speight, J. G. (2016). From the book: *Fuels flexible energy generation: Solid liquid and gaseous fuels. Chapter 6: Production of syngas , synfuel, bio-oils, and biogas from coal, biomass, and opportunity fuels.* USA: Woodhead Publishing.
- [2] Chadeesingh, R. (2011). From the book: *The biofuels handbook. Chapter 5: The Fischer-Tropsch process.* USA: Speight, J.G.
- [3] De Klerk, A. (2013). *Kirk - Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. Chapter: The Fischer-Tropsch process.* Weinheim: Wiley-VCH.
- [4] Martin, M.M. (2017). *Industrial chemical process analysis and design.* Elsevier Ltd.
- [5] Xu, R. (2013). Introduction to Fischer-Tropsch Synthesis. Retrived 29. 1. 2013, from <https://www.coursehero.com/file/30231672/4470-Lecture-6-2013pptx/>
- [6] Crocker, M. (2010) *Thermochemical conversion of biomass to fuel and chemicals.* Royal Society of Chemistry.

Dr Matilda Lazić⁵⁸

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Dragan Halas⁵⁹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Duško Salemović⁶⁰

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Metanol - napoj petrohemijske prerade i resurs za dobijanje alternativnih motornih goriva

Methanol - a raw material for petrochemical processing and a resource for obtaining alternative motor fuels

Rezime:

Metanol predstavlja dostupan i veoma perspektivan intermedijarni resurs perohemijske industrije današnjice ali i bliske budućnosti. U XXI veku iskazan je rastući trend proizvodnje i potrošnje metanola na globalnom nivou. Upotrebom seta kompleksnih katalitičkih transformacija, čiji put zavisi od izbora prekursora, dobija se metanol. Naknadnim, višestrukim transformacijama preko velikog broja derivata, iz metanola se različitim putevima dobija širok spektar petrohemijskih, specijalnih hemikalija, polimera i alternativnih sintetičkih motornih goriva na bazi ugljovodonika. Ekstenzivno se primenjuje za namešavanje sa konvencionalnim motornim gorivima, kao prekursor derivata iz kojih se dobijaju ekološki čista, tečna ugljovodonična motorna goriva ili čist vodonik. Primenom savremenih tehnoloških rešenja, direktnim sagorevanjem metanola, proizvodi se energija za domaćinstva ili električna energija. Metanol se smatra početnim resursom za proizvode, koji u bližoj budućnosti, mogu u znatnoj meri da supstituišu konvencionalna motorna goriva; a takođe i neobnovljive energetske izvore naftnog porekla. Primena metanola kao početnog resursa se uklapa u koncept tzv. energetske supstitucije na globalnom nivou.

Gljučne reči: metanol, alternativna goriva, supstitucija konvencionalnih goriva, energetski resursi.

Abstract:

Methanol is an accessible and very promising intermediate resource for the petrochemical industry of the present and the near future. In the 21st century, there has been a widespread trend in the production and consumption of methanol globally. Using a set of complex catalytic transformations, whose path depends on the choice of precursors, methanol is obtained. Subsequent multiple transformations, through a large number of derivatives, yield a wide range of petrochemicals, specialty chemicals, polymers and alternative synthetic motor fuels from methanol. It is extensively used for: mixing with conventional motor fuels; as a precursor of derivatives for environmentally friendly, liquid hydrocarbon motor fuels or pure hydrogen. The application of modern technological solutions, by direct combustion of methanol, produces energy for

⁵⁸ matildalazic@outlook.com

⁵⁹ draganhalas@gmail.com

⁶⁰ duskosalemovic@gmail.com

households or electricity. Methanol is considered an initial resource for products; which in the near future; could be replaced by conventional motor fuels; and non-renewable energy sources originating from petroleum. The use of methanol fits in with the concept of Energy Substitution, being applied globally.

Keywords: *methanol, alternative fuels, substitution of conventional fuels, energy sources.*

UVOD

Metanol danas predstavlja veoma atraktivan, dostupan i relativno jeftin resurs za petrohemijsku preradu. Metanol je danas, globalno veoma značajan sirovinski resurs za dobijanje veoma različitih i mnogobrojnih proizvoda [1,2,3].

Globalna potrošnja metanola tokom 2010. godine iznosila je 49 miliona tona dok se predviđa da će u 2021. god. iznositi približno, 95 miliona tona [3]. Najveći potencijal da postane svetski lider na tržištu metanola ima Kina sa približno 54% svetskog kapaciteta prerade i 46% svetske proizvodnje čistog metanola [3]. Procenjuje se da će 2021. godine približno, jedna od pet tona metanola proizvedenog na globalnom nivou biti upotrebljena za proces konverzije metanola u niže olefine (engl. Methanol to Olefins Synthesis) i to, za zadovoljenje potreba tržišta u Kini [3]. Od početka XXI veka Kina troši oko 12% metanola koji se proizvede na globalnom nivou, SAD i Kanada troše oko 33% dok EU troši oko 22% svetske proizvodnje metanola. Procenjuje se da će tokom druge dekade XXI veka Kina (sa jugoistočnom Azijom) trošiti čak 70% proizvedenog metanola u svetu na različite industrijske sinteze, prvenstveno na tehnologije, koje imaju za cilj postepenu supstituciju fosilnih goriva, novim alternativnim formulacijama ugljovodoničnih goriva sintetičkog porekla [3,4]. Na taj način, metanol dobijen iz sirovina, poreklom iz neobnovljivih izvora, predstavlja petrohemijski resurs današnjice sa rastućom perspektivom da postane energetska resurs budućnosti u sferi dobijanja održivih energetskih izvora.

U radu dat je pregled mogućnosti primene metanola u svojstvu prekursora za dobijanje velikog broja petrohemijskih proizvoda i pojedinih specijalnih hemikalija ali je u fokus stavljeno i razmatranje različitih tehnoloških puteva njegove konverzije radi dobijanja derivata (intermedijera) iz kojih se proizvode alternativna goriva ili komponente za namešavanje konvencionalnih motornih goriva. Pretpostavljeno je da su na globalnom nivou ekstenzivno komercijalizovane unapređene

tehnologije, koje zaokružuju kompleksan ciklus proizvodnje alternativnih goriva, počev od uglja/prirodnog gasa, koje preko metanola kao intermedijera i niza njegovih derivata, dolaze čak i do polimernih proizvoda i/ili ugljovodoničnih goriva.

1. PRIMENA METANOLA KAO SIROVINE ZA PETROHEMIJSKU PRERADU

Dominantno, na globalnom nivou (naročito, SAD i Kina) metanol se koristi za sintezu formaldehida. Formaldehid je u užem smislu reči intermedijerni petrohemijski proizvod. Iz formaldehida se naknadnim nizom veoma različitih puteva transformacija proizvode: mravlja kiselina (npr. parcijalnom oksidacijom); različiti estri i oligomerni proizvodi tj. smole (npr. fenol formaldehidne, melamin formaldehidne, karbamidne, i sl.), dobija se polioksimetilen-POM i polioli, pa čak i izopren za proizvodnju sintetičkog kaučuka [1-3]. Prema tome, iz metanola kao prekursora, u različitim koracima transformacija, nastaju primarni, sekundarni i tercijarni derivati, koji se konvertuju, najčešće složenim katalitičkim tehnologijama, u prisustvu savremenih visoko aktivnih i visokoselektivnih katalizatora do proizvoda koji su po strukturi, svojstvima i mogućnostima valorizacije "veoma daleko" od upotrebljenog prekursora i premašuju konvencionalan pojam petrohemijska.

Iz metanola se reakcijom sa organskim kiselinama, (npr. ftalna, tereftalna, metakrilna, akrilna, sirćetna i sl.) proizvode estri, koji u narednim koracima valorizacije daju polikondezacione i poliadicione proizvode i smatraju se izlazom iz industrije polimera. Iz metanola se komercijalno proizvodi sirćetna kiselina, koja daljim transformacijama daje acetate npr. vinilacetat - monomer za industriju polimera ali polivinilalkohol sa veoma širokom primenom u različitim industrijskim granama. Metanol sa HCl daje hlorometane. Metanol reaguje sa NH_3 dajući: monometilamine čiji su dalji derivati eksplozivni i herbicidi; dimetilamine (npr. dimetilformamid-DMF, tetrametiltiramdisulfid) koji se koriste kao solventi u ekstakcionim procesima ili bazne hemikalije, ili imaju i druge primene u tzv. konverzionim tehnologijama nove generacije [1-4]. Krajnji derivati dimetilamina mogu biti fungicidi, katalizatori za poliuretane, dodaci kaučukovim smešama, itd. Sa SO_3 metanol daje dimetilsulfat kao značajan petrohemijski proizvod. U prisustvu CO metanol reaguje pri čemu nastaje sirćetna kiselina.

Sirćetna kiselina istovremeno predstavlja krajnji sekundarni petrohemijski proizvod ali i intermedijar za izuzetno veliki broj hemijskih transformacija. Naknadnim konverzijama se prevodi u spektar estara različite primene u hemijskoj industriji [1-3]. Metanol sa izobutenom daje metil tercijarni butiletar-MTBE koji reprezentuje petrohemijsku ali i veoma značajan aditiv oksigenat za poboljšanje oktanskog broja motornih benzina naftnog porekla. Istu ulogu ima i tercijarni amiletar-TAME koji se takođe, može proizvesti iz metanola. Iz metanola u reakciji sa acetilenom nastaje vinilmetiletar u svojstvu intermedijera za različite hemijske sinteze. Sintezom metanola sa acetilenom i CO nastaje metilakrilat, koje predstavlja monomer za proizvodnju polimera polimetilakrilata. Sa anilinom metanol daje dimetilanilin, sa H₂S daje metilmerkaptan, značajne sekundarne petrohemijske i intermedijere [1-3].

Tehnologije bliske budućnosti, čija je komercijalizacija u intenzivnom prodoru, obuhvataju nove katalitičke procese konverzije metanola u cilju dobijanja čistog vodonika [3]. Metanol se koristi kao rastvarač u industriji boja, lakova, lepkova, prevlaka, premaza ili kao katalizator za otvrdnjavanje pojedinih vrsta oligomernih smola. Koristi se i kao sredstvo za pranje površine metala i stakla. U naftno-petrohemijskoj industriji se koristi kao selektivni rastvarač odnosno, solvent ali kao azeotropni agens u različitim separacionim tehnologijama. Metanol će u čistom obliku u budućnosti koristiti u svojstvu medijuma za transport prirodnog gasa na velikim rastojanjima.

2. PRIMENA METANOLA KAO SIROVINE ZA PROIZVODNJU SINTETIČKIH MOTORNIH GORIVA I DRUGIH ENERGETSKIH IZVORA

Tehnologije u službi industrijskog i društvenog razvoja, koje se bave upravljanjem i maksimizacijom iskorišćenja postojećih resursa uzimajući u obzir i petrohemiju i njene prekursore (engl. Development Uses) koriste metanol, kao polazni resurs ili intermedijer iz drugih predhodnih procesa, reprezentuju tehnologije XXI veka. Valorizacija tih novih tehnologija koje su u intenzivnom prodoru, može se smatrati ključnim razlogom globalnog trenda povećanja potrošnje metanola [3,4,5].

Metanol se valorizuje kroz različite procese čiji je cilj proizvodnja alternativnih sintetičkih goriva, komponenata za namešavanje u konvencionalna goriva naftnog porekla ali i za

proizvodnju vodonika i tzv. čistih energetske izvora za upotrebu u domaćinstvu [5]. Metanol se danas, koristi za namešavanje sa motornim benzinom naftnog porekla, tzv. gazolinom jer je veoma kompatibilan za građenje pogodnog odnosa gorive smeše u motorima za transportna sredstva. U tom slučaju, metanol služi kao alternativna komponenta za namešavanje u skladu sa primenom koncepta tzv. energetske miksa sintetičkih i konvencionalnih goriva ali i razvoja formulacija za potpunu supstituciju fosilnih motornih goriva. Namešavanjem 15%vol Metanola u gazolin nastaje alternativno ugljovodonično gorivo sličnih radih performansi u motorima transportnih sredstava ali sa nizom ekoloških prednosti. Dominantno, ova tehnologija namešavanja u tzv. mešovita goriva koristi se u Kini [5] ali iskazuje i potencijal primene u zemljama severne Amerike.

Tehnologije "Coal or Gas to Olefins via Methanol" su takođe, tehnologije XXI veka za proizvodnju alternativnih goriva iz metanola. Metanol čini osnovni napoj za proizvodnju etilena ili propilena korišćenjem uzastopne serije različitih katalitičkih procesa za transformaciju. Prekursor metanola može biti uglj ili prirodni gas iz kojih se konverzijama dobija sintezni gas iz kojeg se u narednim koracima proizvodi metanol kao intermedijerni proizvod. Iz metanola se transformacionim procesima proizvode niži olefini etilen i propilen. Primenom posebnih tehnologija, u složenim kompleksima, naročito komercijalizovanim u Kini [5] ali u SAD, proizvode se polietilen, polipropilen, itd. Prema tome, izuzetno složeni kompleksi objedinjuju procese od gasifikacije uglja i reformiranja metana radi proizvodnje i konverzije sinteznog gasa u metanol, do dobijanja monomera za industriju polimera i njihovo prevođenje u polimerizacione proizvode. Složene izvedbe pojedinačnih procesnih jedinica, njihova pojedinačna optimizacija, upravljanje resursima odnosno, sirovinama i intermedijarima u cilju maksimizacije željenih proizvoda i njihove valorizacije postaje svetski trend u razvijenim zemljama. Navedeno zahteva razvoj savremenih formulacija katalizatora, postavku konstrukcije procesne opreme, uređaja i velikih postrojenja ili kompleksa, obezbeđivanje konstantnih napoja, uz projektovanje zahtevanih kapaciteta i fleksibilnosti u pogledu napoja. Tehno-ekonomske analize velikih i složenih kompleksa konsekvantno, zahtevaju visoko investiciono ulaganje ali potpuno opravdano jer se proizvodi veoma lako i brzo valorizuju na tržištu.

Dimetil etar (DME) sintetisan iz metanola istovremeno predstavlja petrohemijski proizvod ali i derivat metanola. DME se u svojstvu intermedijera koristi kao komponenta mešovutih goriva. U komercijalnoj primeni u Kini [5] je smeša goriva, nastala namešavanjem DME sa tečnim naftnim gasom-LPG [3]. U prvoj dekadi XXI veka DME iskazuje značajne potencijale za upotrebu kao komponenta konvencionalog dizela i/ili benzina zbog kvalitivnih performansi i niza ekoloških prednosti pri sagorevanju [3]. DME ima perspektivu da budućnosti delmično zameni dizel naftnog porekla [3,4].

“Coal or Gas to gasoline via Methanol” se takođe, svrstavaju u najaktuelnije katalitičke tehnologije, koje koriste metanol kao intermedijerni napoj za katalitičku proizvodnju sintetičkih alternativnih motornih goriva [5]. Osnovni proizvod su ugljovodonične struje goriva bogate benzinskom frakcijom (gazolinom) koji je po sastavu i kvalitativnim svojstvima veoma blizak motornom benzinu naftnog porekla. Za katalitičku konverziju metanola u ugljovodoničnu struju ekstenzivno se upotrebljava varijanta Fischer-Tropsch procesa. Tehnologije su zastupljene u Kini, na Novom Zelandu i u SAD.

Različiti tipovi konstrukcija gorivih ćelija (engl. Fuel cell) se upotrebljavaju za proizvodnju alternativne energije u odnosu na fosilna goriva. Koriste direktno/indirektno metanol za dobijanje energije [5]. Gorive ćelije proizvode energiju tzv. “small scale” i prema energetske moći mogu ekstenzivno zameniti konvencionalne baterije [5]. Gorive ćelije najnovije generacije (engl. Direct Methanol Fuel Cell), patentna tehnologija “Toshiba” iz Japana, koriste metanol, direktno kao napoj. U gorivu ćeliju se uvode metanol, voda i kiseonik. Kao proizvodi se dobijaju energija, CO₂ i H₂O [5]. DMFC se klasifikuju kao niskotemperaturne polimerne elektrolitičke membrane [3,5,6] za proizvodnju veće količine čiste energije iz čistog metanola posebnim patentnim tehnologijama. Oslobođena energija se može koristiti za transformaciju u električnu energiju u velikim postrojenjima ili za druge namene.

Procesi direktnog sagorevanja metanola u cilju proizvodnje energije za korišćenje u domaćinstvu ili za dobijanje električne energije, reprezentuju tehnologije najnovije generacije čiji prodor se tek očekuje u narednim dekadama XXI veka, kao posledica razvoja konstrukcije gasnih turbina odnosno, reaktora [5].

Metanol se primenom tehnologija najnovije generacije takođe, može koristiti za proizvodnju čistog vodonika kao energenta [2-6] ili u

svojstvu napoja za različite procese u naftno-petrohemijskoj industriji, npr. hidrogenovanje, hidrokrekovanje, reformiranje, itd. Vodonik reprezentuje energetska izvor bliske budućnosti ali i industrijski resurs, u širem kontekstu.

U prilog navedenim razmatranjima i aktuelnosti razvoja mogućnosti primene metanola za dobijanje održivih izvora energije ide i činjenica da se od 2010. god. veliki broj projekata EU realizuje, upravo na tu temu [3] ali i da se interesovanje za koncept dobijanja alterativnih goriva prenosi i u našu zemlju.

ZAKLJUČAK

Metanol danas, reprezentuje jedan od ključnih resursa za razvoj i korišćenje održivih energetska tehnologija u okviru globalne primene koncepta energetska miksa. Prodor tehnologija za proizvodnju alternativnih goriva složenim transformacijama metanola kao intermedijera (a počev od prekursora, kao što su ugalj ili prirodni gas) omogućava se dobijanje ugljovodoničnih motornih goriva i/ili komponenata konvencionalna goriva. Koncept energetska miksa podstiče proizvodnju sintetičkih tečnih goriva ugljovodoničnog porekla Performanse dobijenih motornih goriva iz derivata metanola veoma su slične karakteristikama konvencionalnih goriva naftnog porekla i mogu im predstavljati alternativu, odnosno, potpuno opravdano se očekuje da će ih zameniti u bliskoj budućnosti jer imaju i dodatnu prednost primene iz ekološkog aspekta.

Ekstenzivna komercijalizacija tehnologija za proizvodnju olefina preko intermedijera metanola otvaraju široke mogućnosti za razvoj održive industrije polimera. Izuzetno složenim skupom procesnih tehnologija najnovije generacije iz metanola i njegovih derivata dobija se čist vodonik u smislu energetska izvora budućnosti ili napoja za petrohemijsku industriju.

Metanol predstavlja vezu između: neobnovljivih sirovinskih resursa, održivih petrohemijskih i polimerizacionih proizvoda, tečnih alternativnih motornih goriva i enegetska izvora budućnosti. Veliki broj katalitičkih procesa za izvođenje niza složenih transformacija predstavlja takođe, nosilac industrijskog razvoja u širem kontekstu teme ovog rada.

Dalji tok rada bi mogao obuhvatati detaljnije izučavanje tehnologija proizvodnje alternativnih goriva iz metanola, katalitičkih transformacija, procese proizvodnje vodonika, rad gorivih ćelija, itd.

LITERATURA

- [1] Dalena, F., Senatore, A., Marino, A., Gordano, A., Basile, M., Basile, A. (2018). Methanol, Chapter 1 - Methanol Production and Application: An Overview. *Science and Engineering*, p. 3-28.
- [2] Stevančević, D. (1980). *Petrohemija*. Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad
- [3] Dalena, F., Senatore, A., Basile, M., Knani, S., Basile, A., Lulianeli, A. (2018). Advances in Methanol Production and Utilization, with Particular Emphasis toward Hydrogen Generation via Membrane Reactor Technology. *Membranes*, 8 (4), 98
- [4] Global Methanol Demand Growth Driven by Methanol to Olefins as Chinese Thirst for chemical Supply Grows, IHS Markit Says. Retrived on 17.10.2018, from <http://news.ihsmarket.com>
- [5] Methanol and Derivates – Market Overview-Uses. (2016). Global insight, Asian Perspective, from: <http://www.methanolmsa.com/wp-content/uploads/2016/05/Chapter-IV-Methanol-and-Derivatives-Market-Overviews-and-Uses.pdf>
- [6] Radenahmad, N., Afif, A., Petra, P.I., Rahman, S.M.H., Eriksson, S.-G., Azad, A.K. (2016). Proton-conducting electrolytes for direct methanol and direct urea fuel cells—A state-of-the-art review. *Renew. Sustain. Energy*, 57, 1347–1358.

Ph.D. Amad.Deen Abdusalam Alghwail⁶¹

Elmergib University, Faculty of Engineering, Alkhums, Libya

Water Ethics and Environmental sustainability

Abstract:

Water is fundamental of all living organisms. Ecosystems are linked, maintained and sustained by water. Water availability is often a key controlling factor in maintaining biodiversity. Due to the increasing domestic, industrial and agricultural human demands as well as, water resources contamination, it seems great task just managing water consumption and reducing water pollution. Since water sustains all life, effective management of water resources demands a holistic approach, linking social and economic development with protection of natural ecosystems. This means that ensuring water for the environment means using water indirectly for people.

The concept of sustainability is to give the greatest benefit to present generations, while maintaining the potential to meet the needs and aspirations of future generations. Therefore, it is imperative imposing environmental ethics so that the quantity, quality and reliability of water required to preserve the ecological functions on which humans depend shall be well-maintained, so that the human use of water does not individually or cumulatively compromise the long term sustainability of aquatic and associated ecosystems.

The adoption of ethical water behavior favors long-term water governance structures for maintaining quality of life and environmental sustainability in the face of an ongoing crisis situation for water conservation and environmental degradation.

Keywords: *Water Ethics, Environmental Sustainability, Water Resources Management, Water Pollution, Ecosystem.*

INTRODUCTION

The demand for water has increased dramatically because of population growth, urban development, industrialization, climate change, such as altered weather patterns including droughts or floods and the increase of irrigated agriculture have placed additional stress on the water resources worldwide, in addition to contributing to the increase in water pollution. Environmental experts and ethicists have warned against the dire consequences to humans and ecosystems should the quality of water in its sources continue to deplete. It is imperative matter to bring behavioural changes in society in regarding to maintain water resources to alleviation their quality deterioration which is based on realizing and warning for the lack of sufficient available water resources to meet the demands of water usage, in addition to the serious consequences of water scarcity and water resources contamination. The study aims to manage the quantity,

⁶¹ civileng_amad@yahoo.com

quality and reliability of water resources, in order to achieve optimum, long-term, environmentally sustainable, social and economic benefits for society from their use.

1. EARTH'S WATER RESOURCES AND DISTRIBUTION

Water resources are sources of usually freshwater that are useful or potentially useful to society; for different purposes, in addition to groundwater, rivers, reservoirs and lakes.

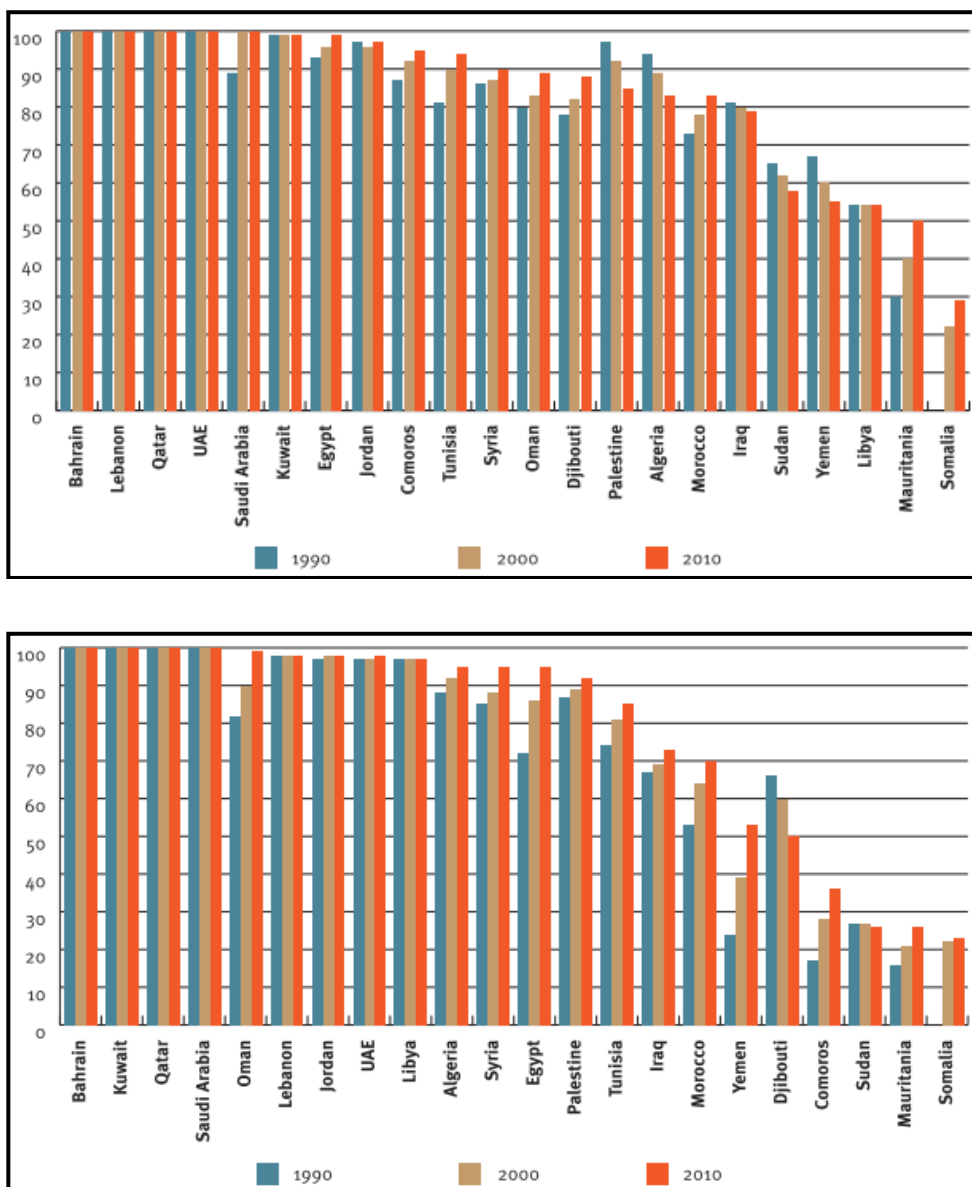
Based on human economic needs for freshwater. The total amount of water on earth is about 1386 million km³. However, not all of these water resources are potentially available to humans since freshwater is required by the agricultural sector, industries, and domestic and recreational users [1, 2 ,3]. For a detailed explanation of where Earth's water is, look at the data table 1 [4].

Table 1: One estimate of global water distribution

Water source	Water volume, in km³	Fresh water	Total water
Oceans& Seas	1,338,000,000	—	96.5
Ice caps & Snow	24,064,000	68.7	1.74
Groundwater	23,400,000	—	1.7
Fresh	10,530,000	30.1	0.76
Saline	12,870,000	—	0.94
Soil Moisture	16,500	0.05	0.001
Ice & Permafrost	300,000	0.86	0.022
Lakes	176,400	—	0.013
Fresh	91,000	0.26	0.007
Saline	85,400	—	0.006
Atmosphere	12,900	0.04	0.001
Swamp Water	11,470	0.03	0.0008
Rivers	2,120	0.006	0.0002
Biological Water	1,120	0.003	0.0001
Total	1,386,000,000	—	100

In Arab region, approximately 82% of people have access to improved drinking water and around 76% to improved sanitation. However, it is becoming increasingly challenging supplying water to growing populations. Shrinking water availability, with demand outpacing supply, is triggering competition among water use sectors:

industrial, agricultural and municipal. Figure 1, 2 show trends in population with access to improved drinking water sources and sanitation in Arab countries, 1990, 2000 and 2010



Picture 1, 2. Trends in population with access to improved drinking water sources and sanitation

2. GROUNDWATER, IMPORTANCE AND PROBLEMS

Groundwater plays a major role in water supply, the functioning of the ecosystem and the well-being of people. Around 2.5 billion individuals worldwide rely exclusively on groundwater to meet their fundamental daily requirements for water, and hundreds of millions of farmers depend on groundwater to maintain their livelihoods and contribute to the food security of so many others [6].

Groundwater reportedly provides drinking water to at least 50% of the global population and accounts for 43% of all water used for irrigation [7]. Groundwater also sustains baseflows of rivers and important aquatic ecosystems. Uncertainty over the availability of groundwater resources and their replenishment rates pose a serious challenge to their management and in particular to their ability to serve as a buffer to offset periods of surface water scarcity [8].

Groundwater supplies are declining, with an estimated 20% of the world's aquifers being over-exploited [9], resulting in severe effects such as soil subsidence and intrusion of saltwater into coastal regions [10]. Groundwater concentrations are decreasing in several heavily used agricultural fields around the world and around various megacities [7]. Freshwater withdrawal as a proportion of inner renewable water resources in the Arabian Peninsula was estimated at 505 percent in 2011 [11] with large amounts of transboundary groundwater reserves [12].

Pollution also affects the availability of water. Intensive agriculture, industrial manufacturing, mining and untreated urban runoff and sewage cause most water quality issues. The development of industrial farming has resulted to increased applications of fertilizers. These and other pollutants from industrial water generate hazards to the environment and health. Excessive amounts of nitrogen and phosphate, the most prevalent chemical contaminants in freshwater resources in the world [13], lead to the eutrophication of freshwater and marine coastal ecosystems, producing 'dead areas' and natural habitat erosion [14].

3. WATER USAGE AND CONSUMPTION

Use of water defines the complete quantity of water to be used from its source. Measures of water use assist the industrial, agricultural

and household users to assess the amount of demand. For instance, for cooling, operating, or cleaning its machinery, a manufacturing plant may need about 38 m³ of freshwater every day. Even though the plant returns to the watershed, 95% of that water, the plant requires to run all 38 m³.

Water consumption is the part of water use that after being withdrawn is not returned to the initial water source. Consumption happens when water is lost through evaporation into the atmosphere or incorporated into a product or plant and is no longer accessible for reuse. When evaluating water scarcity and the effect of human operations on water availability, water consumption is particularly important. For instance, irrigated agriculture accounts for 70% of global water use and nearly 50% of that is lost, either evaporated into the atmosphere or transpired through leaves of plants.

Although urban water demand has steadily risen, most water is still consumed by agriculture. Agricultural water use increased from approximately 160 billion m³ in 1995 to over 200 billion m³ in 2003. But in many Arab countries, despite the rise, agricultural performance and food production have not advanced.

4. WORLDWIDE WATER USAGE

Many variables determine rates of water use worldwide: extent and type of socioeconomic growth, population size, climatic circumstances, and a region's physical nature. Different assessments of worldwide water use have been made, typically by combining regional analyzes that take into consideration these varying variables.

One of the most comprehensive evaluations have been made by Shiklomanov and a group of researchers at the State Hydrologic Institute (SHI) of St. Petersburg. In this analysis, Total water withdrawals and consumption were estimated for urban requirements, industrial use, irrigated agriculture, and evaporation losses from reservoir surfaces. Estimates for different periods and for about 150 countries were drawn up, including 1900, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, and 1995 [15, 16].

Table 2 demonstrates Shiklomanov's estimates [16], for decades from 1900 to 1995, of both water withdrawals and consumption by continental regions. Water uses around the world are, as one might expect, very uneven, both spatially and temporarily. The data also

indicate the quite strong and dramatic rises in total freshwater withdrawals and consumption in the twentieth century, which led to the widespread construction of large water systems. According to the estimated data, withdrawals of water in 1995 totalled about 3765 km³ per year, in comparison to 579 km³ in 1900. Consumption uses were estimated at 2265 km³ in 1995, up from 415 km³ in 1900.

Table 2: Water withdrawals and consumption by continental regions

Continent	Historical estimates of use								Forecasted use		
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
Europe	37.5 ^a	71.0	93.8	185	294	445	491	511	534	578	619
	17.6 ^b	29.8	38.4	53.9	81.8	158	183	187	191	202	217
North America	70.0	221	286	410	555	677	652	685	705	744	786
	29.2	83.8	104	138	181	221	221	238	243	255	269
Africa	41.0	49.0	56.0	86.0	116	168	199	215	230	270	331
	34.0	39.0	44.0	66.0	88.0	129	151	160	169	190	216
Asia	414	689	860	1222	1499	1784	2067	2157	2245	2483	3104
	322	528	654	932	1116	1324	1529	1565	1603	1721	1971
South America	15.2	27.7	59.4	68.5	85.2	111	152	166	180	213	257
	11.3	20.6	41.7	44.4	57.8	71.0	91.4	97.7	104	112	122
Australia & Oceania	1.60	6.80	10.3	17.4	23.3	29.4	28.5	30.5	32.6	35.6	39.6
	0.60	3.40	5.10	9.0	11.9	14.6	16.4	17.6	18.9	21.0	23.1
Total	579	1065	1366	1989	2573	3214	3590	3765	3927	4324	5137
	415	704	887	1243	1536	1918	2192	2265	2329	2501	2818

^a Underline numbers refer to water withdrawal and ^b Italic numbers refer to wate consumption

5. EFFECTS DUE TO WATER SCARCITY

Water scarcity is both a relative and dynamic concept, and could be happened at any supply or demand level, but it is also a social construct: its causes are all linked to human interference with the water cycle. It differs over time due to natural hydrological variation, but differs even more depending on the prevailing approaches to financial policy, planning and management. With most types of economic development, scarcity can be anticipated to intensify, but if properly identified, many of its causes can be predicted, prevented, or mitigated. The three primary characteristic dimensions of water scarcity are [17]:

- 1) Physical Water Scarcity: where the physical lack of water available to satisfy demand exist;
- 2) Economic Water Scarcity: where the lack of infrastructure development that controls storage, distribution and access exist; and

- 3) **Organizational Water Scarcity:** where the institutional capacity to provide the necessary resources exists.

Water distribution often reflects and emphasizes social, political and economic inequities when water scarcity is acute and can cause conflicts to arise or escalate, particularly within nations.

A study on the effect of water shortages on the cultivated region, earnings and labor of the region in the northern Jordan Valley found that reducing irrigation water decreased crop intensity, decreased crop area, decreased labor and decreased net income. Reducing water supply by 20% decreased the cultivated region by around 14%, leading to a 15% decrease in net income [18].

The availability of freshwater is one of the biggest threats facing humankind. Water shortages as well as demand are increasing, and the competition for water among urban, industrial, and agricultural sectors are growing. This situation is especially serious in the arid and semi-arid areas, due to low rainfall and limited renewable water resources. Presently, about 80 % of the available water in the dry and semi-dry areas, where nearly one-third of world's population live, is used for agriculture.

6. MANAGEMENT AND ISSUES OF WATER

Water is necessary for many different important sectors and for wide variety of requirements in our daily lives, so we use a large amount of water to meet the rising demands of it in the globe. Earth's water resources, including rivers, lakes, oceans, and groundwater are under stress in majority of regions worldwide. Humans need water for drinking, sanitation, agriculture, and industry; and polluted water can spread illnesses and disease vectors, so clean water is both an environmental and a public health issue.

Management of freshwater resources and drawing upon water for functions central to human life, is critical to good social, economic and political well-being. Stresses exerted on the world's water by demand from increasing populations with evolving patterns of consumption and by pollution and absence of environmental checks have brought water issues to the forefront of the global agenda.

Effective water resource development and management is recognized as a fundamental component of sustainable environmental

development. On the other hand, poor resource management can negatively affect or become a brake on socio-economic development.

A more efficient way of using water and distributing the available water across the various industries is needed. Lack and inappropriate water management may impose limits on food production. As a result, it will seriously impact countries with big density of population and those that already lack water. Looking in a different perspective, perhaps imposing limits can mean beneficial social and economic changes.

At this stage, more attention need to be paid to the significance of water: there will be a lot of social tension in the absence of a valuable good and it could lead us to disputes around the world. So it's essential to gradually stablish change policy before the issue.

7. CONCLUSION

The world faces the difficult challenge in the twenty-first century of securing environmentally sustainable development of water resources and the penalties of not overcoming this challenge are severe and will certainly worsen. The international community has committed itself to certain targets at various international conferences and world summits [19]. Ethics measures and policies must be imposed to maintain water resources and the needed water for current and future generations, and to reduce impact of climate change on water resources, also the significance of water availability for sustainable development.

Improving water efficiency makes it possible for nations to decrease water scarcity and maximize the advantages of current water infrastructure. It also releases water for other uses and reduces the environment degradation. Therefore, efforts to enhance water efficiency can contribute directly to many countries' development objectives, particularly those that are chronically short of water or capital to invest in water development.

To sum up, the management of water resources has to consider the following aspects:

- (1) Availability of fresh waters for drinking, agriculture, irrigation, municipalities, industries etc.
- (2) Quantifying the requirements of water for use by various users during the normal and drought period.

(3) Prioritization of the use of water resources, including fresh water, waste water, salt water and water to be made available by desalinization of sea water as per formulation of national guidelines and water acts.

(4) Non-sustainable development and improper use of natural resources have increased the vulnerability of concerned societies to the extent that even a small abnormality results in severe distress.

REFERENCES

- [1] Amad Deen Alghwail. (2019). Environmental ethics of water resources management. *Proceedings of 8th Scientific Conference Entrepreneurship, Engineering and Management, PIM8, Zrenjanin*, April 20, 2019, p. 86-93.
- [2] Kibona D, Kidulile G, Rwabukambara F., “*Environment, climate warming and water management*”. *Transit Stud Rev*, vol. 16, p. 484–500. 2009.
- [3] Cassardo C, Jones JAA., “*Managing water in a changing world. Water*”, vol. 3, p. 618–628. 2011.
- [4] Gleick, P. H., “*Water resources*”. In *Encyclopedia of Climate and Weather*, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, p.817-823. 1996.
- [5] United Nations Development Programme. Regional Bureau for Arab States, “*Water governance in the Arab region: Managing Scarcity and Securing the Future, United Nations Development Programme*”, Sweden. Styrelsen för internationellt utvecklingssamarbete, 2014
- [6] UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). “*World’s groundwater resources are suffering from poor governance*”. UNESCO natural sciences sector news. Paris, UNESCO. 2012.
- [7] Groundwater Governance, from <http://www.groundwatergovernance.org/>.
- [8] van der Gun, J., “Groundwater and global change: Trends, opportunities and challenges”, WWDR4 side Publication series no. 01. Paris, UNESCO. 2012
- [9] Gleeson, t., et al., “*Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. Nature*”. 2012. 488: p. 197-200, doi:10.1038/nature11295.
- [10] USGS (united states Geological survey).. “*Land subsistence*”. 2013, from <http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwlandsubside.html>.
- [11] FAO AQUASTAT. online database. Rome, “*food and agriculture organization of the united nations*” (FAO), from <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>.

-
- [12] UNESCWA/BGR (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia/Bundesanstalt Für Geowissenschaften Und Rohstoffe), *“Inventory of Shared Water Resources in Western Asia”*. Beirut, UNESCWA. 2013.
- [13] WWAP, The United Nations World Water Development Report 3: *“Water in a Changing World”*. Paris/New York, UNESCO/Earthscan. 2009.
- [14] UN-Water, The Post-2015 *“Water thematic consultation report: the world we want”*. New York, 2013, from [http://www.unwater.org/downloads/final9aug2013 Water tHeMatic Co nsultation rePort.pdf](http://www.unwater.org/downloads/final9aug2013%20Water%20thematic%20consultation%20report.pdf)
- [15] Shiklomanov IA, *“World fresh water resources. in water in crisis”*: A Guide to the World’s Fresh Water Resources, ed. PH Gleick, pp. 13–24. New York: Oxford Univ. Press. 1993.
- [16] Shiklomanov IA, *“Assessment of water resources and water availability in the world”*, UN Rep. Compr. Assess. Freshw. Resour. World, Data arch. CD-ROM State Hydrol. Inst., St. Petersburg, Russia, 1998.
- [17] Saeed Nairizi, *“Irrigated Agriculture Development under Drought and Water Scarcity”*, Electronic format by international commission on irrigation and drainage, October 2017.
- [18] Assaf, H., *“A hydro-economic model for managing groundwater resources in semi-arid regions”*, In C.A. Brebbia and V. Popov, eds., *Water Resources Management V*. Southampton, UK: WIT Press. 2009.
- [19] Mahmoud Abu-Zeid and I. A. Shiklomanov, *“Water resources as a challenge of the twenty-first century”*, World Meteorological Organization, ISBN: 92-63-10969-9. 2004.

Dr Miodrag Kovačević⁶²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Nemanja Tasić

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički Fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin

Stabilni sistemi za detekciju gasa, eksplozivnih para i smeša

Stable systems for detection of gas, explosive vapors and mixtures

Rezime:

Detekcija gasa, eksplozivnih para i smeša upotrebljava se u mnogim granama industrije ali i u javnim objektima u kojima se okuplja veći broj ljudi (škole, trgovački centri, pozorišta, bioskopi i sl.). Stabilni sistemi se upotrebljavaju kako bi se upozorilo i eventualno sprečilo stvaranje zapaljivih i eksplozivnih mešavina gasova ili para koje bi mogle prouzrokovati eksploziju i/ili izazvati požar sa značajnim štetnim posledicama po materijalna dobra i ljudske živote. Sistem za detekciju gasa nadgleda najverovatniji izvor nekontrolisanog ispuštanja gasa, para ili smeša (cevovode, rezervoare, gasne kotlarnice i sl.) i aktivira alarme ili zaštitne uređaje kako bi sprečio paljenje nekontrolisano isteklog gasa, pare ili smeše. U industriji postoji značajan broj tehnoloških procesa u kojima se obrađuju gasovi, pare ili smeše. Stabilni uređaji za detekciju gasa moraju se veoma pažljivo odabrati. Izbor stabilnog sistema za detekciju gasa, para ili smeša je ozbiljan inženjerski zadatak koji zahteva multidisciplinarni pristup i dobro poznavanje procesa koji je potrebno obezbediti.

Ključne reči: Detekcija, gas, pare, smeše, zaštita, požar, eksplozija;

Abstract:

Detection of gas, explosive vapors and mixtures is used in many branches of industry, but also in public facilities where a large number of people gather (schools, shopping malls, theaters, cinemas, etc.). Stable systems are used to warn and possibly prevent the formation of flammable and explosive mixtures of gases or vapors that could cause an explosion and / or cause a fire with significant harmful consequences for material goods and human lives. The gas detection system monitors the most likely source of uncontrolled discharge of gas, steam or mixture (pipelines, tanks, gas boilers rooms, etc.) and activates alarms or protective devices to prevent the ignition of uncontrolled leaked gas, vapors or mixtures. There are a significant number of technological processes in industry in which gases, vapors or mixtures are processed. Stable gas detection devices must be chosen very carefully. Choosing a stable gas, vapor or mixture detection system is a serious engineering task that requires a multidisciplinary approach and a good knowledge of the process to be provided.

Keywords: Detection, gas, vapors, mixtures, protection, fire, explosion;

⁶² miodrag.kovacevic@vts-zr.edu.rs

UVOD

Prema Pravilniku o tehničkim normativima za stabilne instalacije za detekciju eksplozivnih gasova i para "Službeni list" SRJ, broj 24/93 propisuju se:

- 1) uslovi i zahtevi koji moraju biti ispunjeni pri projektovanju i ugradnji stabilnih instalacija za detekciju eksplozivnih gasova i para (u daljem tekstu stabilne instalacije);
- 2) postupak i način označavanja i obeležavanja uređaja i delova sistema za detekciju eksplozivnih gasova i para;
- 3) tehničke mere zaštite instalacije za detekciju eksplozivnih gasova i para;
- 4) način rukovanja i održavanja sistema i uređaja za detekciju eksplozivnih gasova i para;
- 5) postupak i način obezbeđenja određenih svojstava i kvaliteta stabilnih instalacija za detekciju eksplozivnih gasova i para;
- 6) bliži sadržaj tehničkog uputstva za stabilne instalacije. [1]

Odredbe ovog pravilnika primenjuju se na stabilne instalacije u objektima, na plovnim objektima i u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom i na elemente za stabilne instalacije za detekciju zapaljivih gasova i para u sistemima za proizvodnju gasa, uskladištenje gasa, distribuciju gasa, tehničko-tehnološkim procesima, za zaštitu zatvorenog i otvorenog prostora i drugih mesta od požara i eksplozija gde se mogu pojaviti eksplozivni gasovi i pare. Prema učestalosti pojavljivanja i trajanju zapaljive i eksplozivne atmosfere ugroženi prostori su klasifikovani u skladu sa SRPS EN 60079-10-1 u zone opasnosti, i to:

- 1) zona opasnosti od eksplozije 0;
- 2) zona opasnosti od eksplozije 1;
- 3) zona opasnosti od eksplozije 2.

Zone opasnosti od eksplozije određuju se za objekte koji su sastavni deo gasovoda ili drugih objekata gde se mogu pojaviti zapaljive i eksplozivne smeše zapaljivih gasova, para ili prašine sa vazduhom. Zone opasnosti od eksplozije mogu se odrediti u skladu sa Prilogom 1 - Grafički prikazi zona opasnosti, koji je publikovan uz PRAVILNIK O USLOVIMA ZA NESMETANU I BEZBEDNU DISTRIBUCIJU PRIRODNOG GASA GASOVODIMA PRITISKA DO 16 bar ("Službeni glasnik" Republike Srbije, br. 86/2015) i čini njegov sastavni deo.

1. INSTALACIJE ZA DETEKCIJU EKSPLOZIVNIH GASOVA I PARA

Preventivne mere za sprečavanja eksplozije zavise od toga da li se radi o nastajanju eksplozivnih smeša u prostoru ili na tehničkim aparatima i sistemima. U opštem slučaju, program bezbednosti od eksplozije treba da ima sledeće četiri komponente:

1. identifikaciju i opis karakteristika glavnih opasnosti u procesu;
2. primenu bezbednijeg koncepta projekta da bi se eliminisale ili minimizirale opasnosti;
3. kontrolu opasnosti kako bi se sprečio nastanak štetnog događaja;
4. ublažavanje uticaja štetnog događaja, ukoliko se on dogodi.

Proizvodni proces se može definisati kao bezbedan samo ako je pod stalnim nadzorom i ako je obezbeđeno optimalno upravljanje rizicima u odnosu na prisutne opasnosti. Opasnost je definisana kao fizička ili hemijska karakteristika koja ima potencijal da izazove povrede ljudi, okoline ili imovine. Ona je uvek povezana sa fizičko-hemijskim karakteristikama materija koje su uvek prisutne i koje se koriste u procesu proizvodnje, kao i načina njihove upotrebe.[3]

Stabilna instalacija za detekciju eksplozivnih gasova i para mora biti tako projektovana i izvedena da pravilnim izborom, brojem i rasporedom detektora omogućuje signaliziranje pojave nekontrolisanog isticanja gasa i pojavu potencijalno eksplozivnih gasova, para i smeša u najranije mogućoj fazi, uz dovoljno veliku sigurnost sprečavanja lažnih uzbunjivanja. Opasni gasovi koji se najčešće detektuju su: metan, butan, vodonik, amonijak, aceton, heksan i sl.

Prema nivou tehničke zaštite stabilne instalacije se mogu podeliti:

- 1) prema funkcijama upravljanja koje obavljaju;
- 2) prema paralelnoj signalizaciji;
- 3) prema periodu vremena u kome se obavljaju periodične provere i kompletno ispitivanje tehničke ispravnosti;
- 4) prema otpornosti na uticaje okoline;
- 5) prema zaštiti od namernih uticaja;
- 6) prema pouzdanosti pojedinih elemenata sistema;

- 7) prema broju i vrsti rezervnih izvora napajanja;
- 8) prema zonama rizičnog područja u kojima se koriste.

Stabilna instalacija mora obuhvatiti sve prostorije jednog objekta u kojima postoji prekinuti razvod gasa (ventili, nastavci itd.) i oprema koja koristi eksplozivne gasove u normalnom procesu rada, kao i sve kanale i otvore koji ovu prostoriju povezuju sa ostalim prostorijama (ventilacioni kanali, kablovski kanali i sl.). Stabilna instalacija mora stalno i automatski da nadzire i signalizira izostanak primarnog izvora napajanja, smetnje na primarnim vodovima i smetnje na senzorima u detektorskim sondama (kratak spoj i prekid). Projektovanje stabilne instalacije mora biti u skladu sa propisom za izvođenje električne instalacije u prostorima ugroženim od eksplozivnih smeša gasova i para. Izbor tipa detektorske sonde, difuzione ili protočne (usisne), vrši se zavisno od stanja sredine, vrste gasa (prema grupi gasova i temperaturnom razredu), izloženosti atmosferskim uticajima i prisustva homogenih ugljovodonika ili organskometalnih jedinjenja. Stabilna instalacija ima jedan, dva ili više pragova alarma, ustanovljenih prema rastućoj koncentraciji eksplozivne smeše gasova, tako da prvi prag odgovara najnižoj koncentraciji.[1]

2. ELEMENTI SISTEMA

Detektorske sonde

Detektorske sonde su delovi stabilne instalacije za dojavu pojave eksplozivne koncentracije gasova, koji automatski mere, upoređuju ili detektuju prisustvo ili promenu koncentracije gasova i te informacije predaju centralnom uređaju. Prema načinu uzimanja uzorka dele se na: difuzione sonde i usisne sonde. Difuzionu sondu radi na principu difuzije gasova. Usisna sonda je deo protočnog sistema stabilne instalacije. Pomoćni sistem pored usisne sonde sadrži kapilare i pumpu pomoću kojih se uzima uzorak vazduha iz kontrolisanog prostora i dovodi u centralni uređaj radi stalne analize o prisustvu eksplozivnih gasova i para. Detektorske sonde smeštaju se u kontrolisani prostor gde se očekuje pojava eksplozivnih gasova i para, te moraju biti konstruisane prema odgovarajućim standardima. Broj detektorskih sondi i mesto njihovog postavljanja zavisi od veličine kontrolisanog prostora, oblika prostora, vrednosti objekta i opreme koju treba štiti.

Za postavljanje detektorskih sondi, zavisno od kontrolisanog gasa i drugih parametara kontrolisanog prostora, moraju biti ispunjeni sledeći uslovi:

- 1) za gasove koji su lakši od vazduha detektorske sonde se postavljaju u gornji deo kontrolisanog prostora (ispod plafona);
- 2) za gasove koji su teži od vazduha detektorske sonde se postavljaju iznad poda na oko 0,25 m;
- 3) ako u kontrolisanom prostoru postoje jame i kanali, u kojima se mogu najpre pojaviti gasovi teži od vazduha, detektorske sonde postavljaju se iznad poda na oko 0,25 m;
- 4) mesto postavljanja detektorskih sondi, koje se određuje na osnovu težine kontrolisanog gasa, mora biti brižljivo određeno u skladu sa postojećom prirodnom i prinudnom ventilacijom;
- 5) mesta koja se, zbog prirodne ili prinudne ventilacije, nalaze u struji čistog vazduha koji smanjuje mogućnost za detekciju stvarno prisutne koncentracije eksplozivnog gasa u ostalom delu kontrolisanog prostora treba izbegavati;
- 6) potrebno je iznalaziti tzv. džepove, u kojima su, zbog oblika kontrolisanog prostora, uticaji prirodne i prinudne ventilacije smanjeni;
- 7) veoma je važno obratiti pažnju na temperaturne efekte, koji dovode do stvaranja termičke barijere i nemogućnosti detekcija gasova lakših od vazduha u kontrolisanom prostoru;

Centralni uređaj

Centralni uređaj za dojavu koncentracije gasa ili pare može biti sastavni deo kombinovanog alarmnog sistema koji obuhvata i protivpožarnu i protivprovalnu dojavu, a mogu biti kontrolisane i neke druge opasne pojave. U tom slučaju ceo kombinovani sistem, pa i deo za dojavu gasova i para, mora, pored zahteva propisanih ovim pravilnikom, ispunjavati uslove utvrđene standardom. Centralni uređaj mora da ima:

- 1) indikator uzbune (crvene boje);

- 2) indikator kontrolnog mesta (crvene boje ako je indikator uzbune zajednički);
- 3) indikator prelaska svakog praga alarma (crvene boje), ako je u pitanju centralni uređaj modularnog tipa te svako kontrolno mesto ima svoj modul;
- 4) indikator neispravnosti kontrolnog mesta (žute ili bele boje);
- 5) indikator uključenog stanja uređaja (zelene boje);
- 6) mogućnost testiranja ispravnog funkcionisanja svakog kontrolnog modula ili centralnog uređaja u celini;
- 7) indikator napajanja iz rezervnog izvora napajanja (žute boje);
- 8) mogućnost određivanja visine koncentracije eksplozivnog gasa u kontrolisanom prostoru uz pomoć analognog ili digitalnog načina prikazivanja;
- 9) zvučni alarm koji je zajednički za sva kontrolna mesta prelazak prvog praga praćen isprekidanim zvučnim alarmom, prelazak drugog praga praćen je kontinualnim zvučnim alarmom, a kvar na detektorskoj sondi ili primarnom vodu praćen je stalnim alarmom;
- 10) neophodnu opremu za rukovanje stabilnom instalacijom (centralnim uređajem) i periodičnu proveru funkcionisanja stabilne instalacije;

U centralnom uređaju mogu se predvideti posebni izlazi za upravljanje tehnološkom i elektrotehničkom opremom objekta. Ovi izlazi mogu biti kontakti ili bezkontakti i, u oba slučaja, beznaponski. Centralni uređaj može formirati impuls (signal) za upravljanje uređajima za prinudnu ventilaciju za odvođenje dima i toplote, za isključenje dovodenja gasa i za isključenje energetske opreme. Uključenje prinudne ventilacije (upravljanje ventilacijom i klima-uređajima) vrši se kod prelaska prvog praga alarma, dok se isključenje dovoda gasa i energetske opreme vrši kod prelaska drugog praga alarma. Uključenje uređaja za odvođenje dima i toplote zavisi i od drugih faktora, kao što su vrsta objekta, vrsta opreme i materijala koji se nalaze u kontrolisanom prostoru, postojeće instalacije za dojavu i/ili automatsko gašenje požara.

Kablovska instalacija

Stabilna instalacija za detekciju eksplozivnog gasa ili pare mora biti povezana vlastitom mrežom kablova ili provodnika. Kablovi moraju biti izvedeni sa mehaničkom zaštitom koja odgovara zahtevima kontrolisanog prostora. Presek kabla mora biti odabran tako da odgovara potrošnji električne energije upotrebljenih uređaja i zahtevima u pogledu maksimalno dozvoljenog električnog otpora linije. Presek provodnika u kابلu ne sme biti manji od $1,5 \text{ mm}^2$. Pri upotrebi višežilnih kablova mora se ostavljati rezerva od 10% u broju provodnika i stezaljki (spojnica) na priključnim mestima kabla. Primarni vodovi (vodovi koji povezuju detektorske sonde sa centralnim uređajem) ne smeju se voditi zajedno sa drugim vodovima u jednoj cevi ili kابلu. Primarni vodovi ne smeju se voditi ni kroz zajedničke kanale vertikale paralelno vodovima sa strujnim kolima napona višeg od 50 V, a posebno strujnim kolima energetskog napajanja. Razvodne kutije i ormani moraju biti označeni žutom bojom. Specifična otpornost izolacije između provodnika i zemlje mora iznositi najmanje 500 k Ω m. Za merenje otpornosti izolacije koriste se instrumenti sa naponom ispod 50 V, osim ako su svi delovi stabilne instalacije odvojeni od kablova i provodnika.

Izvori napajanja

Napajanje energijom centralnog uređaja vrši se prema standardu SRPS N. S6. 061. Izvori napajanja energijom moraju biti spojeni pouzdanim priključcima sa stabilnom instalacijom za detekciju eksplozivnih gasova i para. Ispad jednog izvora ne sme prouzrokovati ispad drugog izvora energije, a mora biti svetlosno i zvučno registrovan na centralnom uređaju. Prilikom prelaska napajanja sa jednog izvora na drugi ne sme doći do štetnog uticaja na rad stabilne instalacije. Napajanje električnom energijom iz mreže mora biti takvo da omogućava trajan pogon stabilne instalacije za detekciju eksplozivnog gasa ili para. Ako ova instalacija ima svoju akumulatorsku bateriju kao rezervni izvor napajanja, napajanje iz električne mreže mora omogućiti punjenje akumulatorske baterije sopstvenim punjačem.

Elementi za uzbunjivanje

Alarmno stanje mora se signalizirati svetlosno i zvučno na centralnom uređaju i svim paralelnim signalnim tablama, a zvučno – u lokalnom kontrolnom centru, i to ako je centralni uređaj smešten u blizini lokalnog centra. Signalizacija alarmnog stanja mora biti takva da omogućava brzo otkrivanje mesta pojave opasne koncentracije eksplozivnih gasova. Optička signalizacija alarma se automatski isključuje po smanjenju koncentracije gasa ispod donje granice eksplozivnosti ili nakon otklanjanja smetnje, dok ručno isključenje svetlosne signalizacije nije dozvoljeno.



Slika 1. Elementi stabilne instalacije za eksplozivne gasove, pare i smeše
(centralna jedinica i detektor gasa)

ZAKLJUČAK

Ugroženi prostor od pojave požara i eksplozija u kome se može očekivati prisutnost zapaljivih i eksplozivnih smeša zapaljivih gasova, para ili prašine sa vazduhom, u takvim količinama koje zahtevaju primenu posebnih mera radi zaštite ljudskih života i materijalnih dobara, a naročito primenu posebnih mera u pogledu montaže i upotrebe električnih uređaja, instalacija, alata, mašina i pribora prema Pravilniku o tehničkim normativima za stabilne instalacije za detekciju eksplozivnih gasova i para "Službeni list" SRJ, broj 24/93.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne instalacije za detekciju eksplozivnih gasova i para "Službeni list" SRJ, broj 24/93
- [2] Pravilnik o uslovima za nesmetanu i bezbednu distribuciju prirodnog gasa gasovodima pritiska do 16 bar ("Službeni glasnik" Republike Srbije, br. 86/2015)
- [3] Vujović, R. i dr (2008) Preventiva u osiguranju, Univerzitet SINGIDUNUM, Beograd

Dr Miodrag Kovačević⁶³

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Nemanja Tasić

Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički Fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin

Izbor materijala računarski potpomognutim sistemima (CAMS)

Selection of materials by computer-aided systems (CAMS)

Rezime:

Izbor materijala u inženjerskom procesu razvoja proizvoda predstavlja složen zadatak. U procesu projektovanja nekog mašinskog proizvoda izbor materijala je podložan promenama u cilju optimizacije proizvoda. Pogrešan izbor materijala u početnim fazama razvoja proizvoda može izazvati nesagledive posledice, kako u procesu proizvodnje, tako i u procesu eksploatacije i odlaganja proizvoda. Prilikom razvoja proizvoda inženjeri se pridržavaju načela cirkularne ekonomije. Iskusni inženjeri češće se opredeljuju da izvrše izbor sigurnih, pouzdanih i proverenih materijala. Poznavanje kvaliteta materijala i njihovih karakteristika koji su dostupni tokom razvoja proizvoda, kao i praćenje trendova u razvoju novih materijala neophodni su elementi u inženjerskoj praksi. Podaci o dostupnim materijalima i njihovim karakteristikama dostupni su u različitim formama, gde se izdvojila elektronska forma zbog razvoja informacionih tehnologija (IT). Stanje razvoja elektronskih baza podataka i postojeći ekspertni sistemi za izbor materijala (CAMS) predstavljaju područje istraživanja ovog rada.

Ključne reči: Materijal, inženjerstvo, informacione tehnologije, CAMS

Abstract:

The choice of materials in the engineering process of product development is a complex task. In the process of designing a machine product, the choice of materials is subject to changes in order to optimize the product. Wrong choice of materials in the initial stages of product development can cause unforeseeable consequences, both in the production process and in the process of exploitation and disposal of products. When developing products, engineers adhere to the principles of circular economy. Experienced engineers more often decide to make a choice of safe, reliable and tested materials. Knowledge of the quality of materials and their characteristics that are available during product development, as well as monitoring trends in the development of new materials are necessary elements in engineering practice. Data on available materials and their characteristics are available in various forms, where the electronic form has been singled out due to the development of information technology (IT). The state of development of electronic databases and the existing expert systems for material selection (CAMS) represent the research area of this paper.

Keywords: Material, engineering, information technology, CAMS

⁶³ miodrag.kovacevic@vts-zr.edu.rs

UVOD

Današnji mašinski inženjeri treba da raspoložu određenim znanjem iz strukture i građe materijala, kao i fizike, hemije, nauke o materijalima što predstavlja bitan faktor za predviđanje i objašnjenje ponašanja materijala (metala, polimera, inkluzivnih elastomera, keramika, stakla i nekih retkih materijala) u eksploataciji i pri ispitivanju, a posebno pri kreiranju i upotrebi novih materijala i mašinskih elemenata. Nauka o materijalima i inženjerstvo materijala su relativno nove naučne discipline nastale posle 1970. godine, sintezom osnovnih nauka - fizike, hemije, i inženjerskih nauka: metalurgije, hemijskog inženjerstva, mašinstva, građevinarstva i dr.

Razvoj nauke odrazio se i na nastavne planove i programe studija mnogih tehničkih studija a posebno studija mašinstva i građevinarstva, naročito s obzirom na obim, na unutrašnji raspored i redosled pojedinih predmeta kao i na odnos između obima teorijskih i izrazito mašinskih i/ili građevinskih predmeta. Danas imamo situaciju da se u nastavno gradivo stalno dodaju novostečena saznanja, nove naučne grane, nova istraživačka područja. U ovom radu je dat pregled savremenih materijala koji će se prema predviđanjima stručnjaka, uglavnom koristiti u budućnosti.

Savremeni materijali za mašinogradnju i/ili građevinsku oblast se sve češće biraju na osnovu unapred propisanih parametara ponašanja u eksploataciji.

Izbor materijala u inženjerskoj praksi predstavlja ni malo lak zadatak, i jedan je od retkih u procesu konstruisanja (jednog mašinskog) proizvoda koji je podložan stalnim izmenama. S druge strane pogrešan izbor materijala u samom početku konstruisanja, može imati nenadoknadive štete, kako u procesu proizvodnje, tako i u procesu eksploatacije. Dosadašnja praksa pri razvoju novih proizvoda je bila da se usvajaju provereni materijali, odnosno materijali primenjivani u sličnim proizvodima. Na osnovu sprovedenih analiza vidi se da konstruktori najčešće koriste pet do šest različitih materijala, te su na taj način materijali u procesu konstruisanja unapred određene konstante, a ne varijable (što bi zaista trebali i biti). Obzirom da se svakodnevno na svetskom tržištu pojavljuju novi materijali, neophodno je pratiti ove trendove i usvajati ih u vlastitoj konstruktivnoj praksi, pri čemu se ovi trendovi uglavnom odnose na:

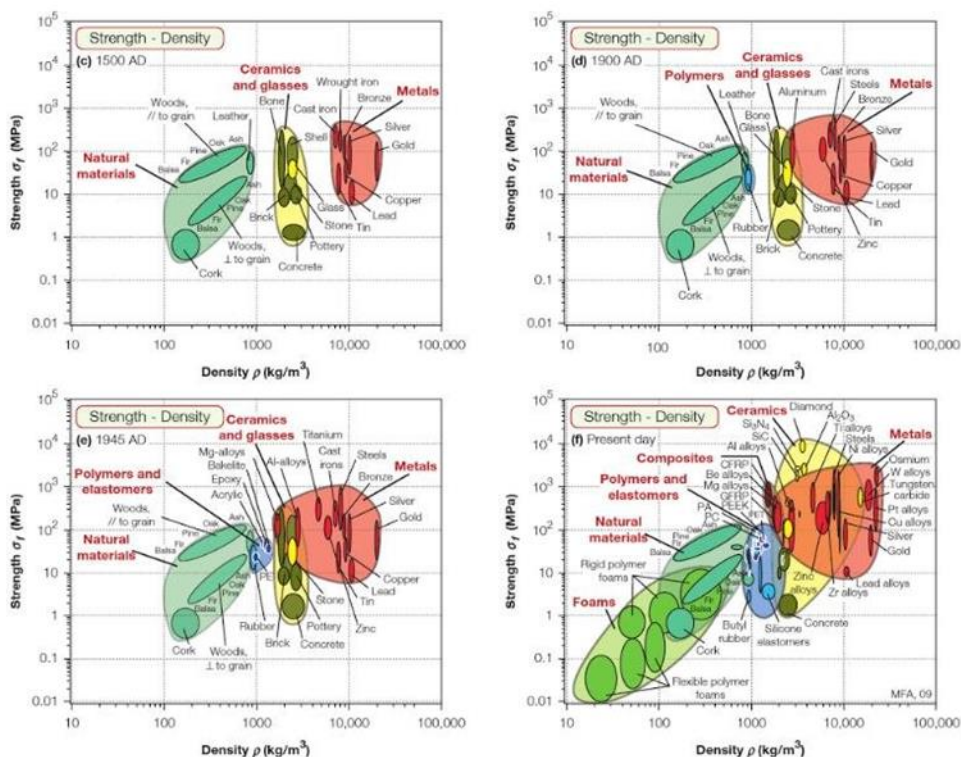
1. Povećanje mehaničkih osobina (u primeru čelika prvenstveno čvrstoće i žilavosti), a time izgradnja lakših proizvoda (konstrukcija);
2. Povećanje obradivosti (plastičnom deformacijom, rezanjem) i povećanjem sposobnosti spajanja (zavarivanjem ili lepljenjem);
3. Povećanjem korozijske otpornosti i otpornosti na niske i visoke temperature;
4. Povećanje kvaliteta površine u cilju boljeg estetskog izgleda proizvoda;
5. Primenu ekološki čistih materijala (materijala sa mogućom reciklažom bez, ili sa minimalnim brojem nerazgradivih nusprodukata).

Informacije o dostupnim tipovima i kvalitetima materijala (od ranije razvijenih i standardizovanih do najnovijih) mogu se naći u:

1. Štampanoj formi (priručnici, katalogi, enciklopedije, knjige, stručni časopisi i sl.);
 2. Elektronskoj formi (online sa mrežnim pristupom putem Interneta, kao softverske aplikacije za pojedinačne PC korisnike).
- [3]

1. IZBOR MATERIJALA

Računarska tehnologija je realni sistemski model, na koji eksperimentalni uslovi, vremenska i prostorna ograničenja u velikoj meri ne utiču i izuzetno je fleksibilna. Danas je računarska tehnologija duboko prodrila u različita područja obrade materijala i istraživanja materijala, što postaje jedna od važnih granica u polju industrije prerade materijala. Istovremeno, nauka o materijalima i tehnologijama takođe se brzo razvijaju i neprestano rađaju novo industrijsko polje, poput nanotehnologije, optoelektronske, magnetne elektronske tehnologije, koje su nerazdvojne od računarske tehnologije. Stoga se u ovom članku razmatra primena računarske tehnologije u naprednoj nauci o materijalima i obradi, koja uključuje bazu podataka o nauci o materijalima, računarsku nauku o materijalu, računarski potpomognuto projektovanje ili obradu itd. [1]



Slika 1. Ešbijev izbor materijala u mašinskom konstruisanju, adapted from M.F. Ashby - *Materials Selection in Mechanical Design*[2]

2. OSOBINE MATERIJALA

Osnovne pretpostavke (kriterijumi) koje svaki materijal mora da zadovolji da bi mogao biti upotrebljen za izradu mašinskih elemenata, mehanizama, delova mašina, mašina i konstrukcija su:

1. **Potrebna kombinacija osobina** (da poseduje zadovoljavajuću čvrstoću, plastičnost, žilavost, tvrdoću i sl.);
2. **Tehnološkičnost** (mogućnost obrade poznatim tehnologijama);
3. **Ekonomičnost** (cena materijala mora biti prihvatljiva na tržištu);
4. **Ekološkičnost** (da ne zagađuje okolinu, da se može reciklirati). [4]

Izbor materijala		
Osobine materijala	Ekonomičnost	Tehnološkičnost
<ul style="list-style-type: none"> • Čvrstoća • Tvrdća • Žilavost • Elastičnost • Otpornost na koroziju • Otpornost na zamor • Otpornost na puzanje • Fizičke osobine • Električne osobine • Termičke osobine 	<ul style="list-style-type: none"> • Dostupnost materijala • Cena materijala • Vreme proizvodnje • Troškovi proizvodnje • Troškovi spajanja • Troškovi obrade • Troškovi sklapanja • Troškovi modeliranja 	<ul style="list-style-type: none"> • Plastičnost • Kovljivost • Livljivost • Obradivost rezanjem • Zavarljivost • Termička obradivost

Slika 2. Osobine neophodne za izbor materijala[4]

Svojstva materijala uglavnom imaju zavisnost od njihove **strukture** i **sastava**. Pod strukturom se podrazumeva građa, odnosno način na koji su povezani delovi neke celine. Opterećenje se može podeliti prema sledećim kriterijumima:

1. Dužina trajanja;
2. Vrsta opterećenja;
3. Promenljivost opterećenja.

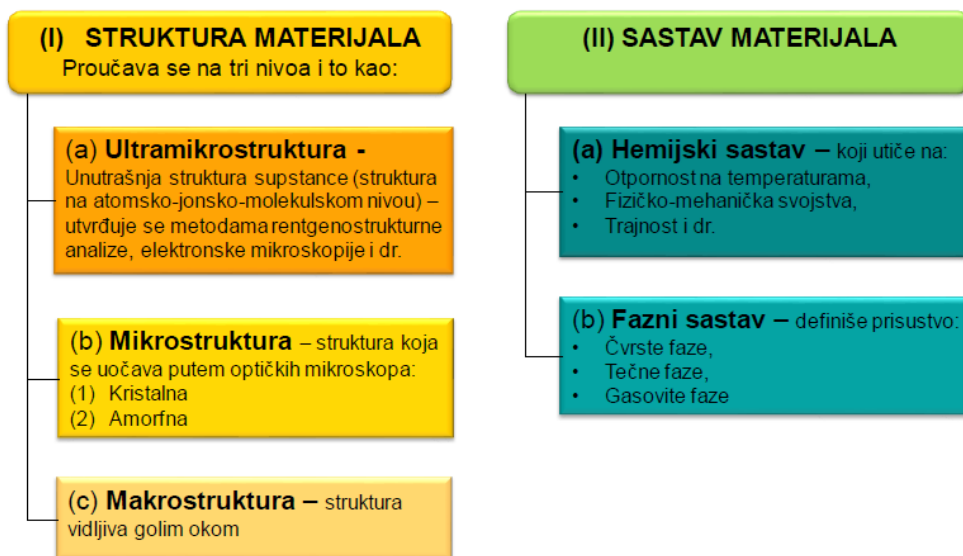
Proizvodnja i prerada materijala u gotove proizvode čine veliki deo inženjerskih aktivnosti. Inženjeri danas konstruišu većinu proizvoda i proizvodnih sistema. Zato je potrebno poznavati strukturu i svojstva materijala, kako bi bili u stanju da izaberu najpogodniji materijal i najpovoljniju tehnologiju izrade za određeni proizvod. Struktura materijala može se istraživati na sledećim nivoima:

1. Makrostruktura;
2. Mezostruktura;
3. Mikrostruktura;
4. Nano struktura;
5. Atomska sturktura.

Ukoliko nemamo informacije o svojstvima materijala ne može se izvršiti pravilan izbor materijala za konstrukcije (konstrukcijske materijale) ili mašinske elemente. Kod fizičko-mehaničkih svojstava mora se u svakom konkretnom slučaju voditi računa o sledećim uslovima:

1. Uslovima u kojima se konstrukcija ili mašinski element nalaze;

2. Vrsti i intenzitetu sila kojima će elementi konstrukcije ili mašinski elementi biti izloženi;
3. Stabilnosti pojedinih delova, kao i cele konstrukcije;
4. Aspekti racionalnog korišćenja materijala;
5. Očuvanju performansi konstrukcije i mašinskih elemenata, tokom predviđenog veka trajanja;
6. Upotreba u cirkularnoj ekonomiji.



Slika 3. Osobine neophodne za izbor materijala[4]

Delovi mašina i uređaja u toku rada su izloženi različitim vrstama opterećenja (pritisak, smicanje, torzija i sl.), a ponekad i povišenim ili sniženim temperaturama ili korozivnom dejstvu. Da bi se predvidelo ponašanje mašinskih elemenata ili konstrukcija na razne uslove spoljnog opterećenja neophodna su laboratorijska ispitavanja, koja kad je reč o mehaničkim osobinama treba da budu maksimalno prilagođena realnim uslovima rada. Ispitivanjem materijala ne dobijaju se samo podaci potrebni za projektovanje i konstrukciju delova i mašina već i na neke karakteristike koje se odnose na mogućnosti prerade poluproizvoda u finalne proizvode. Sve ove podatke je potrebno sistematizovati i sačuvati u odgovarajućim bazama podataka koje je potrebno integrisati u CAMS.

3. IZBOR MATERIJALA RAČUNARSKIM SISTEMIMA

Razvoj softvera, hardvera i svih drugih elemenata IKT sistema omogućava da kreatori baza podataka za izbor mašinskih materijala mogu uvek da idu korak unapred odnosno da kreiraju specijalne softverske pakete koje će nuditi mogućnost interaktivnog izbora materijala za različite aplikacije u inženjerstvu (odnosno sistema sa kompjuterom podržanim izborom materijala – CAMS (Computer Aided Material Selection)).

Ciljevi razvoja kompjuterski podržanog sistema za izbor materijala (CAMS) su:

1. Omogućavanje racionalne upotrebe materijala, kojom se direktno postižu uštede materijala, a indirektno uštede energije i ekološki efekti;
2. Proširenje fonda znanja koji treba da utiče na smanjenje nastanka glavnih uzroka otkaza tehničkih proizvoda: lomova, korozije, trošenja materijala;
3. Sistematski i prikladno upravljanje dobijenim informacijama kako bi se one mogle koristiti u konstruisanju, proizvodnji i održavanju tehničkih proizvoda izrađenih od metalnih, keramičkih, polimernih i kompozitnih materijala.

Pojam interaktivni izbor materijala podrazumeva obostranu komunikaciju korisnika (inženjera konstruktora) i specijalnog softverskog paketa. [3]

ZAKLJUČAK

Tehnologija računarskog izbora materijala (CAMS) nije više nezamisliva budućnost o kojoj smo ranije mogli samo da maštamo, ona danas postaje realnost koja se veoma brzo razvija u pravcu stvaranja veštačke inteligencije (AI). Razvoj ovih tehnologija će poboljšati kvalitet naših života, ali i izmeniti način razmišljanja i načine na koji obavljamo poslove prilikom projektovanja i izrade mašinskih elemenata i sistema. Biće potrebno da usvajamo nova znanja i veštine kako bismo odgovorili izmenjenim zahtevima tržišta koji se postavljaju pred savremene mašinske inženjere, zbog ovih razloga svaki inženjer na svetu će biti prinuđen da se menja, dodatno da se obrazuje, usavršava i usvoji koncept celoživotnog učenja u svojoj profesiji.

LITERATURA

- [1] Liu, Yajuan. (2010) Application of Computer Technology in Advanced Material Science and Processing. IFIP Advances in Information and Communication Technology. 347. 103-107. 10.1007/978-3-642-18369-0_12
- [2] Van Berkel, Jesper, Guigo, Nathanaël, Visser, Hendrikus, Sbirrazzuoli, Nicolas. (2018) Chain Structure and Molecular Weight Dependent Mechanics of Poly(ethylene 2,5-furandicarboxylate) Compared to Poly(ethylene terephthalate). Macromolecules. 51.10.1021/acs.macromol. 8b01831.
- [3] Hajro, Ismar (2004) Elektronske baze podataka i ekspertni sistemi za izbor materijala, Mašinstvo 1 (8), 17-32
- [4] <https://nastavnimaterijalvtsz.files.wordpress.com/2018/10/predavanje-1-skripta.pdf>

Prof.dr Đorđe Pavlović⁶⁴

Visoka poslovna škola strukovnih studija, Valjevo, Srbija

Dr Branko Gledović⁶⁵

Kemis D.O.O., Valjevo, Srbija

SAVREMENA REŠENJA KOMPANIJE KEMIS U UPRAVLJANJU SVIM VRSTAMA OTPADA NA SRPSKOM TRŽIŠTU

MODERN SOLUTIONS OF KEMIS IN MANAGING ALL TYPES OF WASTE IN THE SERBIAN MARKET

Sažetak

U radu će biti prikazana sveobuhvatna rešenja kompanije Kemis u upravljanju svim vrstama otpada na srpskom tržištu. Kompanije je na tržištu prepoznatljiva po rešenjima za upravljanje otpadom kod različitih partnera, u industriji, trgovini, zanatstvu i javnom sektoru, koji poštuju veoma visok kvalitet proizvoda i usluga, baziran na znanju o industriji i zakonodavstvu, konkurentnim cenama i snažnoj poslovnoj i istraživačkoj mreži. Stoga je Kemis u mogućnosti da održi jaka i dugoročna partnerstva sa ključnim klijentima, među kojima su neke od najvećih i najvažnijih lokalnih i globalnih kompanija koje posluju na tržištima Jugoistočne Evrope. Kompanija Kemis postupa sa otpadom kao dragocenom sekundarnom sirovinom, brine da korisni metalni i nemetalni materijali budu vraćeni u proizvodnju, dok se ostaci pripremaju da budu pretvoreni u energiju.

Ključne reči : upravljanje, otpad.

Abstract:

The paper will present the comprehensive solutions of the company Kemis in the management of all types of waste on the Serbian market. The company is recognized in the market for waste management solutions from various partners, in industry, trade, crafts and the public sector, who respect very high quality products and services, based on knowledge of industry and legislation, competitive prices and a strong business and research network. Therefore, Kemis is able to maintain strong and long-term partnerships with key clients, including some of the largest and most important local and global companies operating in the markets of Southeast Europe. Kemis treats waste as a valuable secondary raw material, ensures that useful metallic and non-metallic materials are returned to production, while residues are prepared to be converted into energy.

Keywords: management, waste.

UVOD

Kompanija Kemis pokriva tržište Jugoistočne Evrope. Ona podržava svoje aktivnosti kao i aktivnosti partnera (pre svega kinesko-

⁶⁴ djordje.pavlovic@vipos.edu.rs

⁶⁵ brankogle@mts.rs

slovenačke firme Hisense-Gorenje) sa stanovišta stručnosti, pravnog znanja i prenosa najbolje prakse.

Kemis d.o.o se bavi sakupljanjem, transportom, skladištenjem i tretmanom neopasnih metalnih i nemetalnih ostataka, kao i opasnog otpada na srpskom tržištu. Takođe, organizuje konačna odlaganja ili spaljivanja opasnog otpada za svoje klijente, gde ishoduje sve potrebne dozvole i drugu dokumentaciju za preko granične isporuke ovlašćenim operaterima u inostranstvu.

Ova kompanija postupa sa otpadnim materijama na ekološko prihvatljiv način. Njen cilj je da se dobije što više sekundarnih sirovina i energenata, što je razumno sa ekonomske tačke gledišta. Kemis gradi i gaji partnerske odnose sa svojim kupcima, savetuje ih kako da bezbedno rukuju otpadom u svim aspektima.

Kemis se angažuje i u prikupljanju i sterilizaciji infektivnog otpada (trenutno zbog aktuelne situacije sa korona virusom, najviše maske i rukavice). Uz dokazane tehnologije kompanija se fokusirala na ograničavanje rizika od infekcije i epidemije bolesti tokom faze transporta. Inovativni sistem se sastoji u dobijanju visoke temperature koja se direktno generiše unutar otpada transformišući mehaničku energiju u toplotnu energiju. Cilj **Converter** opreme je da transformiše otpad u proizvod bez rizika, stabilan i suv, upotrebljiv kao gorivo za proizvodnju energije u odgovarajućim instalacijama.



Kompanija Kemis poseduje sve neophodne dozvole za svoj rad:

- Dozvola za sakupljanje i transport neopasnog i opasnog otpada na teritoriji Republike Srbije, izdata od Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja u junu 2010.

- Dozvola za skladištenje električnog i elektronskog otpada, izdata od Pokrajinskog Sekretarijata za urbanizam, građevinarstvo i zaštitu životne sredine u oktobru 2011.
- Dozvola za skladištenje i tretman neopasnog otpada, izdata od opštine Bačka Palanka u julu 2011.

1. MISIJA I VIZIJA KOMPANIJE KEMIS

Misija kompanije Kemis je da obezbedi sveobuhvatno upravljanje svim vrstama otpada, što obuhvata prikupljanje, tretman i preradu, tako da se vredne sekundarne sirovine vraćaju u ponovnu upotrebu i proizvode se alternativna goriva, koja isporučuje svojim partnerima u industriji i lokalnim zajednicama. Kemis traži inovacije, kreira i prati najbolju praksu u industriji, gradi partnerstva i usvaja nova znanja, koja omogućavaju da se sistematski smanjuje uticaj otpada na životnu sredinu. Na ovaj način se čuvaju prirodni resursi i doprinosi konceptu održivog razvoja, kome je kompanija snažno posvećena*.

Vizija kompanije Kemis je da postane vodeći operater opasnim otpadom na srpskom tržištu i među nekoliko (prvih pet) vodećih u oblasti neopasnog metalnog i nemetalnog otpada, koji je u stanju da obezbedi najsavremenija rešenja za sve vrste otpada partnerima u industriji, lokalnim zajednicama i domaćinstvima.

Kompanija će upravljati i razviti procedure za sortiranje, pripremu i preradu neopasnog i opasnog otpada na način koji će obezbediti**:

- Povećanje procenta otpada koji može ponovo da se koristi ili reciklira
- Smanjivanje količina otpada koji se odlaže na deponije,
- Merenje efikasnost procedura i celog procesa u smislu kvaliteta, ekoloških i finansijskih ciljeva GIP (glavni indikatori performansi)

* Zakon o upravljanju otpadom

**Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada, "Službeni glasnik RS", br. 56/2010.

2. TRETMAN NEOPASNOG OTPADA

*Kompanija Kemis obezbeđuje sveobuhvatnu uslugu postupanja sa otpacima. Naime, pokriva se celokupan postupak, od preuzimanja do pretvaranja otpadaka u energiju. U svim fazama postoje odgovarajuće osposobljeni zaposleni i moderna tehnologiju što dokazuju i sertifikati koje je kompanija stekla.**

Proces prikupljanja otpadaka izvodi se i neprestano razvija u pravcu potreba i zahteva partnera, obezbeđujući im takvu tehnološku transportnu opremu koja odgovara vrsti i količini otpadaka koji nastaju u njihovim proizvodnim procesima.

Transportna delatnost je ključna u svim fazama i postupcima. Raspoložbe se modernom transportnom opremom koja obezbeđuje pouzdan, bezbedan, brz i efikasan ekološki transport.

Modernom tehnološkom mašinskom opremom i iskustvima stručnjaka kompanije Kemis postiže se u procesu sortiranja takav kvalitet sekundarnih sirovina da se maksimalno zadovolje standardi kvaliteta kupaca.

Pomoću kvalitetne tehnologije i postupkom prerade dobijaju se sekundarne sirovine od kojih nastaju novi upotrebljivi proizvodi.

Poslovnim partnerima iz industrije, trgovine, zanatstva i javnog sektora nude se sveobuhvatna rešenja za sve vrste otpada. Otpad se tretira kao vredna sekundarna sirovina. Vredni i korisni materijali (metali i nemetali) se vraćaju u proizvodnju ili se pripremaju za energetske korišćenje. Fizičkim licima se omogućava otkup otpadnog materijala po konkurentnim uslovima i cenama.*

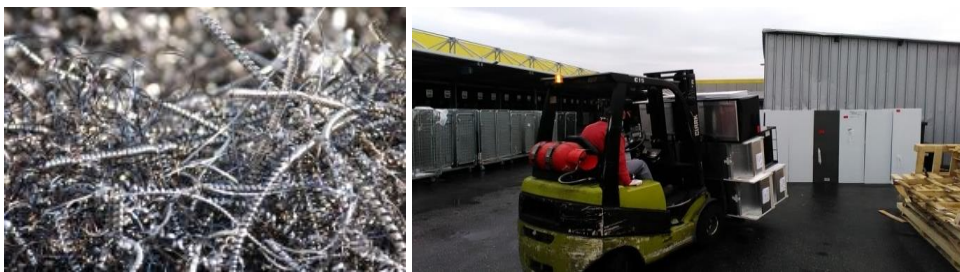
Kompanija Kemis ima mogućnosti da preuzme sledeće vrste otpada:

➤ Čelični otpad

(obuhvata stari čelični otpad, čelični otpad iz industrijske proizvodnje, mešoviti čelični otpad, strugotina (špon), mašine, delovi mašina, komponente, odlivci, prohronski materijali)

* Zakon o zaštiti životne sredine, "Službeni glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 72/2009, 43/2011 odluka US i 14/2016.

** Pravilnik o obrascu dokumenta o kretanju otpada i uputstvu za njegovo popunjavanje, "Službeni glasnik RS", br. 114/2013 .



Čelični otpad je primarna sirovina u obimu delovanja preduzeća Kemis i obuhvata daleko najveći masovni deo u preradi sekundarnih sirovina.

Najveći deo tih materijala dobija se iz industrijskih dvorišta, iz ostataka prilikom proizvodnje, iz centara za preradu otpadaka i preuzimanjem od fizičkih lica. Kemis učestvuje u svim većim akcijama prikupljanja komadnih otpadaka i čišćenja lokalnih zajednica. Podela se u osnovi vrši na gvozdeni deo i lim, dok se gvozdeni delovi dele na **staro gvožđe i novi gvozdeni otpad**. Prilikom recikliranja starog gvožđa, materijali se dele u više podgrupa koji se međusobno razlikuju po debljini materijala i veličini odnosno dimenziji na koje su oni isečeni zbog zahteva kupaca. Sirovi i lakirani lim koji se dobija uglavnom iz ostataka prilikom proizvodnje fabrike Hisense-Gorenje isporučuje se firmi Inos Balkan iz Valjeva.

Prilikom pripreme uložka uzimaju se u obzir potrebe krajnjeg korisnika. Razlikuju se dve osnovne podele:

- gvoždarski uložak, namenjen preradi u železarama; uložak je pripremljen iz široke palete materijala, dimenzije su nešto veće
- uložak za čeličane; namenjen preradi u čeličanama koje zahtevaju uložak isečen na manje dimenzije i često istovetne materijale.

Da li će materijal biti namenjen čeličani ili železari, zavisi i od samih primesa koje su dodane za oplemenjivanje čelika pošto svaki kupac može da postavlja svoje zahteve o sastavu materijala koji može da preuzima. Deo čeličnog otpada predstavlja **sivi liv** koji koriste pre svega prilikom sastavljanja većih mašina ili sklopova, gde su potrebni veći odliveni delovi.

Prilikom obrade čelika u preduzećima nastaju i druge vrste otpadnih čeličnih materijala, poput **gvozdenih opiljaka** koji su ostatak

obrade metala. Kod njih je važno da su osušeni i da ne sadrže emulzije pošto one vrlo štete okolini. Opiljci zahtevaju i posebne načine prerade pošto se moraju skladištiti ispod krova.

Deo čeličnog otpada jeste i **nerđajući čelik** odnosno **prohrom** koji je zbog svoje specifične otpornosti na rđanje sve važniji metal u savremenom svetu. Zbog sadržaja nikla ili hroma postiže veće cene na tržištu sekundarnih sirovina. Sakuplja se kao:

- stari nerđajući čelik (sudopere, staro posuđe),
- nov ostatak prilikom proizvodnje ili
- kao opiljci nerđajućeg čelika koji su prisutniji u našoj industriji prerade čelika.

➤ **Obojeni metali**

(u ovu grupu spadaju bakar, aluminijum, mesing, olovo, cink, kablovi, akumulatori)



Obojene metale preuzimamo u obliku novih otpadnih materijala, starog komadnog otpada, bakarnih opiljaka.

Među najtraženijima je **bakar** koji delimo na više podgrupa:

- ekstra kvalitet, ovde ubrajamo samo najčistiji bakar, to su žice koje se nalaze u električnim kablovima
- prvi kvalitet; ovde spadaju otpaci novog lima bakra, bez primesa
- drugi kvalitet; stari bakar iz sakupljanja, bez ostataka drugih metala
- treći kvalitet; stari bakar iz sakupljanja koji sadrže nešto primesa (stari oksidirani oluci)

Veliki sadržaj bakra ima i **mesing** koji dostiže otprilike polovinu tržišne vrednosti bakarnog otpada. Nalazimo ga u armaturama, raznim

ventilima i drugim sklopovima, gde su prisutne velike erozije, potrebna je veća čvrstina nego što može da se postigne drugim materijalima. I mesing je veoma tražen među sekundarnim sirovinama i zato se tome adekvatno skladišti.

Značaj **aluminijuma** u današnjem modernom svetu je izuzetan, tako da proizvodnja novog aluminijuma iz rude boksita ne može da prati potražnju, pa je zato od velikog značaja sakupljanje sekundarnog aluminijuma koji obuhvata komadni nov aluminijum kao ostatak proizvodnje, aluminijumski opiljci iz prerađivačke industrije i stari aluminijum iz sakupljanja koji se odmah posle preuzimanja odgovarajuće klasifikuje na više od 10 različitih podvrsta. Sve podvrste zavise od kvaliteta aluminijuma i same čistoće frakcije. Odmah posle preuzimanja odvajamo ga na žicu (čistu ili sa gvozenim uloškom), lim (čisti, nelegirani, mix, u boji, šreder,...), tvrdi aluminijum (čisti, sa gvožđem), profili (čisti, u boji, mešoviti), alu felne, opiljke i zguru.

Manji udeo u količini sakupljenih i prerađenih obojenih metala ima i **bronza** koja kao smesa bakra i kalaja postiže nešto veću cenu na tržištu obojenih metala, i drugi obojeni metali poput **cinka**, **olova** koji najbolje poznajemo iz automobilskih akumulatora, ali i **kalaj**. Svi ti metali postižu samo male udele u ukupnoj preradi.

➤ **Papir**

(U ovu grupu spadaju: karton, novine, časopisi, ostali mešani papiri)



Sakupljanje i prerada starog papira u preduzeću Kemis ima dugu istoriju. Tako u jedinici u Bačkoj Palanci postoji procesna linija sa tehnologijom za upravljanje velikim količinama papirnih materijala. Te materijale u osnovi delimo na nov i star papir, a stari još na dve podvrste.

Prva je **papirna ambalaža** koja ostvarivanjem šema za postupanje sa ambalažom svake godine dobija na značaju i u količinskom obimu. To su papir i karton koji ostaje prilikom pakovanja gotovih proizvoda ili prilikom samog transporta proizvoda ili određenih frakcija. Sa njom se susrećemo svaki dan, i kad u nekom šoping centru kupimo proizvod koji je upakovan u kartonskoj kutiji, to je ambalaža koju treba ukloniti na odgovarajući način. Veliki udeo papirne ambalaže jeste kartonska ambalaža. Karton (iz proizvodnje fabrike Hisense-Gorenje) se najviše isporučuje firmi Metva iz Valjeva.

Druga je **stari papir** koji nastaje sakupljanjem po školama i drugim javnim zavodima, u centrima za sakupljanje, po ekološkim ostrvima, kao reciklirani papir iz preduzeća ili ga građani dovezu na preuzimanje u otkupne jedinice Kemisa. Njega zatim delimo na više grupa; novinski papir, mešoviti papir, karton,...

Novi papir kao sekundarna sirovina nastaje prilikom proizvodnje papira, najviše u štamparijama, gde ga delimo na hrom papir, čiste papirne rezance, beskonačni papir za štampače i papir u kombinaciji sa dodacima od plastike. Veoma je važno odvajanje na izvoru pošto je samo na taj način posle veoma čiste frakcije moguće dalje prerađivanje.

➤ **Plastika**

(U ovu grupu spadaju: PET ambalaža, PE folija, otpadin polietilen PE, otpadni polipropilen PP)



Plastika je već nekoliko desetina godina deo našeg života, zato nastaje i mnogo otpadne plastike koja u većini slučajeva može ponovo da se upotrebi kao sekundarna sirovina. Za plastiku je karakteristično da pri ponovnoj upotrebi može da se koristi za tehnološki manje zahtevne proizvode nego što je bila njena prvobitna svrha. Veliki deo plastike dobijamo iz otpadne ambalaže, gde postiže visok procenat ukupne količine. U osnovi je delimo na **plastičnu foliju** (mešovitu i prozirnu) i **čvrstu plastiku** koja ima veliki broj varijanti. Samo malo među njima ima onih koje su i tržišno interesantne. Najvažnija među njima je sigurno PET ambalaža ili svima poznata plastična flaša koja se odvaja na posebnoj liniji na prozirnu i obojenu, a ona dalje i na zelenu, plavu i mešovitu. Sledeće vrste su i tzv. PEHD, PE, PP i ekološki najsporniji PVC koji zbog sadržaja hlora ne smemo da koristimo kao gorivo.

➤ **Drvo (palette, dreveni otpaci)**



Drvo, kao sekundarna sirovina, ima sve veći značaj pošto često predstavlja veliki deo otpadaka određenog preduzeća. Njegova početna prerada često se vrši u svakoj jedinici ponaosob, pošto je najvažnije to da nema primesa, a među njima je najvažnije da uklonimo gvozdene deliće, foliju i papir. Tako čisto drvo zatim putuje ili u prerađivačku drvni industriju, gde ga dodaju svojim proizvodima, ili ga prerađuju u drvene brikete kao veoma važan izvor energije. U osnovi ga delimo na drvenu ambalažu i drvo kao ostatak proizvodnje u drvno-prerađivačkoj industriji.

➤ **Tekstil (svi tekstilni ostaci i otpaci)**

Nekada je prerada **tekstila** imala veliki značaj pošto se kao sekundarna sirovina koristio kao punilo prilikom izrade nameštaja.

Danas je, sa nestankom tekstilne industrije i zamenom tekstilnih punila u industriji nameštaja, izgubio značaj prerade tekstila u pogonima preduzeća Kemis, tako da ova vrsta otpada nema trenutno, ali ni u perspektivi nikakav značaj za kompaniju Kemis.

3. ELEKTRONSKI OTPAD

Sakupljanje **otpadne električne i elektronske opreme** poslednjih godina ima sve veći značaj.*



U ovu grupu spadaju:**

- HZA – frižideri i zamrzivači
- VGA – veliki uređaji za domaćinstvo (veš mašine, šporeti,...)
- MGA – mali uređaji za domaćinstvo
- TV i monitori
- Sijalice

Sve grupe tih otpadaka preuzimaju se u jedinicama Kemisa ili po sabirnim centrima širom Slovenije. Početna prerada vrši se u filijalama, a sve dalje prerade u Mariboru u centralnom skladištu. Najviše pažnje zahteva postupanje sa grupom HZA, gde je potrebno pravilno ukloniti freone iz sistema za rashlađivanje, a za grupe TV i MGA postoje posebne linije gde se demontiraju određeni sklopovi električnih uređaja. Sijalice se pravilno odvajaju i na kraju predaju preuzimaču opasnih otpadaka.

*Pravilnik o listi električnih i elektronskih proizvoda, merama zabrane i ograničenja korišćenja električne i elektronske opreme koja sadrži opasne materije, načinu i postupku upravljanja otpadom od električnih i elektronskih proizvoda, "Službeni glasnik RS", br. 99/2010.

**www.kemis.rs, datum preuzimanja 30.03.2020. godine.

ZAKLJUČAK

Kompanija Kemis sprovodi kompletnu proceduru upravljanja otpadom, od prihvatanja otpada do njegove ponovne upotrebe, ili tretmana. Sve procedure sprovode obučeni stručnjaci uz pomoć savremene tehnologije.

Kemis primenjuje SUO (sveobuhvatno upravljanje otpadom) u skladu sa:

- Zakonskom regulativom iz oblasti upravljanja otpadom
- Iskustvom koje ima u radu

Sa ciljem da se poboljša upravljanje otpadom u firmi u smislu:

- Životne sredine (poveća udeo reciklaže)
- Privreda (da se izvrši optimizacija procesa, podrška da se smanje troškovi upravljanja otpadom)

Usluga sveobuhvatnog upravljanja otpadom obuhvata:

- Postavljanje opreme za prikupljanje otpada u skladu sa zahtevima i potrebama FAS
- Sakupljanje, sortiranje, obrada i pakovanje otpada u cilju optimizacije transporta:
 - Izbor odgovarajućih kontejnera, kesa i druge transportnih jedinica
 - Izbor odgovarajuće opreme za unutrašnje tretman otpada (prese, balirke, mlinovi, filteri)
- Organizacija tretmana otpada:
 - Planiranje prikupljanja otpada
 - Planiranje i organizovanje internog i eksternog transporta
- Administracija monitoringa, koji se odnose na upravljanje otpadom:
 - Izdavanje i praćenje dokumenata u oblasti upravljanja otpadom za svaku pošiljku
 - Kontrolisanje pošiljki sa otpadom
- Priprema dokumenta za prevoz opasnih materija (ADR)

- Priprema predloga i sprovođenje mera u smislu kontinuiranog poboljšanja u svim oblastima sveobuhvatne usluge upravljanja otpadom;
- Obezbeđivanje potpune sledivosti za svaku vrstu otpada od mesta nastanka do krajnje destinacije
- Pružanje informacija u vezi sa konačnim odredištem zbrinjavanja bilo koje vrste otpada
- Obezbeđivanje sprovođenja pravne i tehničke kontrole za aktivnosti sveobuhvatnog upravljanja otpadom.

LITERATURA

- [1] Zakon o upravljanju otpadom, preuzeto sa sajta www.ekologija.gov.rs, datum preuzimanja 20.04.2020. godine.
- [2] Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada, "Službeni glasnik RS", br. 56/2010 .
- [3] *Zakon o zaštiti životne sredine*, "Službeni glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 72/2009, 43/2011 odluka US i 14/2016.
- [4] *Pravilnik o obrascu dokumenta o kretanju otpada i uputstvu za njegovo popunjavanje*, "Službeni glasnik RS", br. 114/2013 .
- [5] *Pravilnik o listi električnih i elektronskih proizvoda, merama zabrane i ograničenja korišćenja električne i elektronske opreme koja sadrži opasne materije, načinu i postupku upravljanja otpadom od električnih I elektronskih proizvoda*, "Službeni glasnik RS", br. 99/2010 .
- [6] Sajt www.kemis.rs, datum preuzimanja 30.03.2020. godine.

Dr Milana Drašković⁶⁶

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Dr Vesna Nađalin⁶⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Morfološke karakteristike i biohemijska svojstva sojeva *Leuconostoc* izolovanih iz mesa

Morphological characteristics and biochemical properties of *Leuconostoc* strains isolated from meat

Rezime:

Sojevi *Leuconostoc* izolovani su iz odmrznutog svinjskog i goveđeg mesa na podlozi sa 10% saharoze, i korišćenjem Bio Merieux API 50 CHL test sistema identifikovane su vrste *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc lactis* i *Leuconostoc cremoris*. Kolonije su jasno pokazale makromorfološke karakteristike na podlozi sa 10% saharoze, izolati su formirali dve vrste sluzavih kolonija - kompaktne, konveksne, sa ravnim ivicama, glatke, sjajne, providne i rasplinite kolonije. Prečnik kolonija kretao se u proseku od 1,5 do 9,0 mm. Mikromorfološke karakteristike pokazuju sferično oblikovane ćelije grupisane uglavnom u parovima, kraćim i dužim lancima.

Ključne reči: *Leuconostoc*, meso, API 50 CHL

Abstract:

Leuconostoc strains were isolated from defrosted pork and beef meat on a medium with 10% sucrose, and using a Bio Merieux API 50 CHL test system identified the species *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc lactis* and *Leuconostoc cremoris*. The colonies clearly showed macromorphological characteristics on 10% sucrose agar, the isolates formed two types of mucous colonies - compact, convex, with straight edges, smooth, shiny, transparent, and spread colonies. The diameter of colonies ranged from 1.5 to 9.0 mm in average. Micromorphological characteristics showed spherically shaped cells grouped mostly into pairs, shorter and longer chains.

Keywords: *Leuconostoc*, meat, API 50 CHL

1.UVOD

Rod *Leuconostoc* kako ga je opisao Garvie [1], obuhvata Gram pozitivne (G+), heterofermentativne, fakultativno anaerobne bakterije. Sreću se na istim supstratima zajedno sa mlečnim streptokokama i laktobacilima. Kolonije na agaru su obično manje od 1mm, glatke, sivo bele boje. Ćelije su uglavnom sferičnog oblika, nepokretne, raspoređene u parovima i kraćim ili dužim lancima. Ne formiraju spore. Optimalna temperatura rasta kreće se u rasponu od 20-30°C, zavisno od vrste.

⁶⁶draskovic.milana@gmail.com

⁶⁷vesna.nina@gmail.com

Sojevi roda *Leuconostoc* imaju brojne pozitivne aspekte u tehnologiji mlečnih proizvoda gde su zastupljeni u mlečnim starter kulturama, njihova uloga je u formiranju arome i strukture (teksture) određenih mlečnih proizvoda [3,4,5]. Učestvuju u fermentaciji hrane (kiseli kupus, kiseli krastavci, mesni proizvodi), proizvodnji gasa (CO₂) kod sireva, proizvodnji jedinjenja koja daju aromu kod raznih mlečnih proizvoda [6]. Vrste roda *Leuconostoc* takođe uzrokuju kvarenje svežeg mesa, vakuum-pakovanog mesa, živine, ribe, mesnih prerađevina. Kvarenje u industriji šećerne trske, kvarenje svežeg voća i prehrambenih proizvoda povezano je sa formiranjem sluzi.

2.MATERIJAL I METOD RADA

Za izolovanje *Leuconostoca* kao materijal korišćeno je defrostovano svinjsko i goveđe meso od buta. U cilju izolovanja sojeva *Leuconostoc mesenteroides* koji na svojim prirodnim supstratima obično nisu zastupljeni u velikom broju, primenjen je metod nakupljanja. S obzirom da od vrsta roda *Leuconostoc*, samo *Leuconostoc mesenteroides* i *Leuconostoc dextranicum* u sredini sa saharozom obrazuju dekstran. Oko 10 grama usitnjenog mesa je uneto u tečnu podlogu sa 10% saharoze, da bi se obezbedila što veća selektivnost. Uzorci su inkubirani na temperaturi 25°C u vremenskom intervalu od 24-48 časova. Tokom ovog vremena praćene su promene boje i gustine. U prisustvu dekstranogenih bakterija podloga se zgušnjava i postaje mlečno bela. U procesu nakupljanja kultura primenjen je princip višekratnog presejavanja iz tečnog u tečni selektivni medijum istog sastava, da bi se postepeno inhibirali prateći mikroorganizmi, kojima ovakvi uslovi nisu pogodni za razvoj. Istovremeno, proveravana je sposobnost zgušnjavanja. Čiste kulture dobijene su pomoću standardne laboratorijske metode iscrpljenja na čvrstim hranljivim podlogama. U tu svrhu korišćena je agarizovana podloga P11 sledećeg sastava: konzumna saharoza 100g, ekstrakt kvasca 2,5g, K₂HPO₄ 5g, (NH₄)₂SO₄ 0,2g, MgSO₄·7H₂O 0,2g, NaCl 0,6g i sterilni stakleni štapići po Drigalskom. Nakon 48 sati inkubiranja na 25°C pojavile su se pojedinačne kolonije staklastog izgleda i sluzaste konzistencije. Njihova čistoća proveravana je mikroskopskim pregledom preparata bojenim po Grammu. Ukoliko se radilo o morfološki istovetnim bakterijskim ćelijama, takve kolonije su prenošene na kosi agar i nakon inkubiranja na temperaturi 25°C, čuvane su u frižideru na temperaturi od 4-8°C.

Ostale kolonije ponovo su prečišćavane predhodno navedenim postupkom. Prečišćeni izolati supkulturisani su svaka 2-3 meseca. Utvrđivanjem morfoloških osobina (oblik, veličina, način grupisanja ćelija) kulturelnih (izgled, veličina, konzistencija kolonija), katalaza testa, i sposobnosti razvoja pri koncentraciji NaCl od 6,5%, izvršena je primarna identifikacija vrste *Leuconostoc mesenteroides*. U završnoj fazi identifikacije, G+, katalaza negativne koke podvrgnute su ispitivanju ugljenohidratnog metabolizma, karakterističnog za grupu mlečno kiselih bakterija. Sposobnost fermentacije ugljenih hidrata, utvrđena je primenom API 50 CHL *Lactobacillus* identifikacionog sistema [8]. Biohemijski niz čini 50 mikroepreveta od kojih je prva negativna, a sve ostale sadrže različite dehidratirane supstrate koji pripadaju grupi ugljenih hidrata i njihovim derivatima. Ove mikroeprevete raspoređene su na 5 galerija. Inokuliraju se tečnim API 50 CHL medijumom u kojem se nalazi suspendovana bakterijska kultura, čija je gustina predhodno podešena prema 2 po Mc Farlandu, testovi su očitavani nakon 24-48 sati inkubiranja pri 30°C, a rezultati su unošeni u odgovarajuću tabelu za identifikaciju laktobacila. Pozitivan test odgovara zakišeljavanju, registrovanom promenom boje indikatora prisutnog u medijumu.

3.REZULTATI I DISKUSIJA

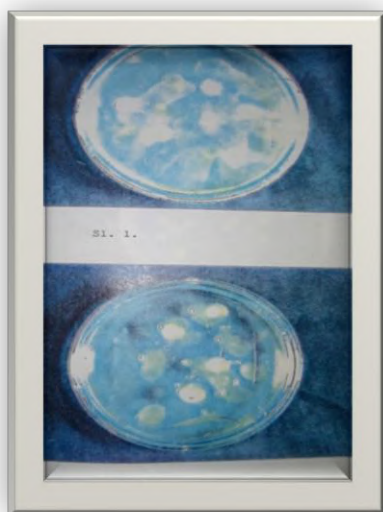
3.1.Makromorfološke i mikromorfološke karakteristike izolovanih sojeva *Leuconostoc*

Posmatranjem kolonija trodnevni kultura koje sintetišu dekstran, zapaženo je da se one razlikuju po svojim makromorfološkim osobinama. Njihov izgled prikazan je na slikama (1 i 2). Među sojevima izolovanih iz mesa, na podlozi sa saharozom mogu se razlikovati dva tipa kolonija:

- a) Rasplinite, kod njih se oblik i veličina teže uočavaju, jer je priroda dekstrana takva da se razliva i kaplje na poklopac obrnute Petri ploče. Rasplinite vodenastosluzaste kolonije prikazane su na slici 1.
- b) Konveksne, lepljive, sa jasno izraženim makromorfološkim osobinama.

Na slici 2 vidi se rast kultura koje formiraju drugi tip kolonija, one su kompaktne, glatke, visoko ispupčene, poluprovodne, ravnih ivica.

Ono što se na prvi pogled uočava su razlike u veličini kolonija. Najmanji prečnik kolonija izmeren je 1,5mm, dok kod sojeva kod kojeg su one rasplinite on iznosi 9,0mm.



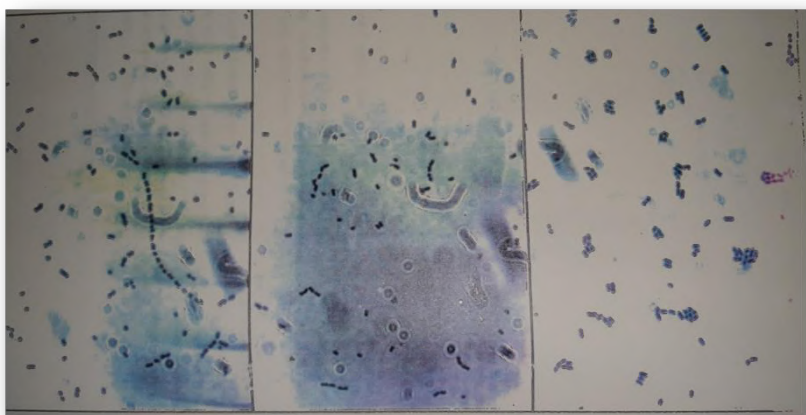
Slika 1. Rasplinite kolonije *Leuconostoca* na podlozi sa 10% saharoze



Slika 2. Kompaktne kolonije *Leuconostoca* na podlozi sa 10% saharoze

Pregledom mikroskopskih preparata bojenih po Grammu ispitane su mikromorfološke osobine ćelija (oblik, veličina i način prirodnog grupisanja). Vegetativne ćelije svih izolata su manje-više sferične, oivičene uskom svetlom zonom koja predstavlja sluz

dekstrana. Na prisustvo ovog omotača koji u vidu „kapsule“ obavija ćelije ukazuju i drugi autori [1,2,7]. imajući u vidu bakterije koje stvaraju dekstran iz saharoze. Bojenje po Grammu je pozitivno. Dijametar ćelija kreće se u granicama karakterističnim za *Leuconostoc mesenteroides*, a iznosio je od 0,7-0,8x0,8-1,0 μ m. Ćelije se grupišu najčešće u parovima, kraćim i dužim lancima. Na slici 3 prikazan je izgled ćelija sojeva koji su predhodno poslužili za opis makromorfoloških osobina, vidi se da su ćelije raspoređene u parovima, kraćim i dužim lancima. Kraći lanci zastupljeni su kod dekstranogenog tipa. Među izolatima evidentirani su i oni kod kojih je uočena pojava agregacije ćelija, što se može videti na slici 3. Makro i mikromorfološka slika izolovanih kolonija *Leuconostoc* vrsta iz mesa bila je identična sa kolonijama i morfološkim oblicima kolonija izolovanih iz povrća [2].



Slika 3. Mikromorfološke karakteristike, ćelije raspoređene u parovima, kraćim i dužim lancima i agregacija ćelija (X1000)

3.2. Biohemijska svojstva *Leuconostoc* sojeva

U okviru ispitivanja, *Leuconostoc* kao test mikroorganizam determinisan je savremenim API 50 CHL testom pomoću koga se dobilo 50 biohemijskih svojstava. Tehnika i identifikacija *Leuconostoc* sojeva prikazana je u priloženim tablicama originalne metode. Rezultati ovih ispitivanja prikazani su na slici 4 i u tabeli 1. Nakon očitavanja rezultata determinisani su sledeći sojevi roda *Leuconostoc*: *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc lactic* i *Leuconostoc cremoris*.



Slika 4. Rezultati biohemijskih svojstava vrsta roda Leuconostoc

Tabela 1: Biohemijska svojstva roda *Leuconostoc* vrsta

	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. cremoris</i>	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. mesenteroides</i>
Control	-	-	-	-	-	-
Glycerol	-	-	-	-	-	-
Erythritol	-	-	-	-	-	-
D-Arabinose	-	-	-	-	-	-
L-Arabinose	+	+	+	-	+	+
Ribose	-	+	+	+	+	+
D-Xylose	+	+	+	-	+	+
L-Xylose	-	-	-	-	-	-
Adonitol	-	-	-	-	-	-
β -Metil-D-xiloside	-	-	-	-	-	-
Galactose	+	-	+	+	+	+
D-Glucose	+	+	+	+	+	+
D-Fructose	+	+	+	+	+	+
D-Mannose	+	+	-	+	+	+
L-Sorbose	-	-	-	-	-	-
Rhamnose	-	-	-	-	-	-
Dulcitol	-	-	-	-	-	-
Inositol	-	-	-	-	-	-
Mannitol	-	-	-	+	+	+
Sorbitol	-	-	-	-	-	-
α -Methyl-D mannoside	-	-	-	-	-	-
α -Methyl-D-glucoside	-	+	+	-	-	-
N-Acetyl-glucosamine	+	+	+	+	+	+
Amygdalin	+	+	+	-	-	-
Arbutin	+	-	-	-	+	+
Esculin	+	+	+	+	+	+
Salicin	+	+	-	+	+	+
Cellobiose	+	+	+	-	+	+
Maltose	+	+	+	+	+	+
Lactose	+	-	-	+	+	+
Melibiose	+	+	+	-	+	+
Saccharose	+	+	+	-	+	+
Trehalose	+	+	+	+	+	+
Inulin	-	-	-	-	-	-
Melezitose	+	-	-	-	-	-

Tabela 1: Biohemijska svojstva roda *Leuconostoc* vrsta-nastavak

	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. lactis</i>	<i>L. cremoris</i>	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. mesenteroides</i>
D-Raffinose	+	+	+	-	+	+
Amidon	-	-	-	-	-	-
Glycogen	-	-	-	-	-	-
Xylitol	-	-	-	-	-	-
â-Gentiobiose	+	+	+	+	+	+
D-Turanose	+	+	+	-	+	+
D-Lyxose	-	-	-	-	-	-
D-Tagatose	-	-	-	-	-	-
D-Fucose	-	-	-	-	-	-
L-Fucose	-	-	-	-	-	-
D-Arabitol	-	-	-	-	-	-
L-Arabitol	-	-	-	-	-	-
Gluconate	-	+	-	-	-	-
2-Keto-gluconate	-	-	-	-	-	-
5-Keto-gluconate	-	-	-	-	-	-

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja fizioloških osobina potvrđeno je da od šest izolovanih sojeva tri pripadaju vrsti *L. mesenteroides*, dva *L. lactis* i jedan *L. cremoris*. Korišćenje API 50 CHL testa, ima prednosti u odnosu na klasičan test, jer je identifikacija mnogo brža i lakša, a takođe se može pratiti vreme i intenzitet pojave pojedinih biohemijskih reakcija. Svi izolovani sojevi fermentuju glukozu i fruktozu, vrste *L. mesenteroides* i *L. lactis* imaju sposobnost fermentacije pentoza L-arabinoze i D-ksiloze, dok *L. cremoris* u oba slučaja ima negativnu reakciju.

5. LITERATURA

- [1] Garvie, E.I. (1986). Gram-positive cocci. Genus *Leuconostoc*, in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, vol. 2. Eds. P. H. A. Sneath, N. A. Mair, M. E. Sharpe, and J. G. Holt, Williams & Wilkins Co., Baltimore. p. 1071-1075.

-
- [2] Dimić, G. (2006). Characteristics of the *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Mesenteroides* strains from fresh vegetables. *APTEFF*, 37, p. 3-13
- [3] Hemme D., Foucaud-Scheunemann C., (2004). *Leuconostoc*, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. *International Dairy Journal*, 14, 467-494
- [4] Stiles M. E., (1994). Bacteriocins Produced by *Leuconostoc* Species. *Journal of Dairy Science*, 77 (9), 2718-2724
- [5] Vedamuthu E. R., (1994). The Dairy *Leuconostoc*: Use in Dairy Products. *Journal of Dairy Science*, 77 (9), 2725-2737
- [6] Carr F. J., Chill D., Maida N., (2002), The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. *Critical Reviews in Microbiology*, 28 (4), 281-370
- [7] Cogan T. M., Jordan K. N., (1994), Metabolism of *Leuconostoc* Bacteria. *Journal of Dairy Science* 77 (9), 2704-2717
- [8] Pyar, H. and Kok, P. (2019). Confirmation of the identity of *Lactobacillus* Species using Carbohydrate Fermentation Test (API 50 CHL) Identification System. *Journal of Applied Sciences*, 19 (8), p. 797-802.

Dr Ljubica Karakashova⁶⁸

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje, North Macedonia

Dr Frosina Babanovska-Milenkovska⁶⁹

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje, North Macedonia

Mr Jelena Mladenova⁷⁰

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje, North Macedonia

Solarno sušenje godži bobice (*Lycium barbarum*)

Solar drying of goji berries (*Lycium barbarum*)

Rezime:

Godži (*Lycium barbarum*) predstavlja žbunasto drvo, sa ukusnim plodovima u obliku crvenih bobica. Plodovi godži bobice se konzumiraju sveže, a ujedno su cenjeni kao sirovina za preradu u visokokvalitetnih proizvoda, naročito kao sušene plodove, čime se omogućava njihovo korišćenje tokom cele godine.

Cilj istraživanja je utvrđenje kvaliteta i nutritivnog sastava svežih i solarno sušenih bobica godži. Sušene su godži bobice sorte JB1. Nakon pripreme bobica, izvršeno je njihovo tretiranje na nekoliko načina, sa ciljem da se utvrdi koji je najbolji način za čuvanje kvalitetnih karakteristika bobica nakon sušenja. Primljeni su sledeći načini tretmana: bobice bez tretmana (kontrola); potapanje bobica u kipuću vodu, hlađenje i potapanje u 1 %-tni rastvor askorbinske kiseline, 5 minuta; potapanje zamrznulih bobica u 1 %-tni rastvor askorbinske kiseline, 5 minuta.

Solarno sušenje je sprovedeno u makedonskoj solarnoj sušari, koja se nalazi u okolini Velesa. Bobice godži (JB1) ubrani su iz voćnjaka u okolini Skoplja. U uzorcima svežih i osušenih bobica godži određeni su ukupna suva materija, ukupne kiseline, sadržaj pepela, sadržaj ukupnih šećera, vitamina C, celuloze, proteina, masti i ukupnih polifenola. Pri tome su korišćene standardne laboratorijske metode. Sprovedena je i senzorska analiza metodom bodovanja (max. 20).

Prema istraživanjima utvrđeno je da je bobice godži, sorta JB1, ima dobar nutritivni sastav, bogate su bioaktivnim komponentama, a ujedno je odlična sirovina pogodna za sušenje. Primjena makedonske solarne sušare pokazala je dobre rezultate, kako sa ekonomske i ekološke strane gledišta, tako i u pogledu očuvanja materije hemijskog sastava.

Ključne reči: godži bobice, makedonska solarna sušara, kvalitet i nutritivni sastav

Abstract:

The goji (*Lycium barbarum*) is a shrubby tree, with delicious fruits in the shape of berries with red color. Goji berries are consumed fresh and are valued as a raw material

⁶⁸ karakasoval@yahoo.com

⁶⁹ frosibm@gmail.com

⁷⁰ jelenadimitriova@yahoo.com

for processing into high-quality products, especially as dried fruits, which allows their use throughout the year.

The aim of the research is to determine the quality and nutritional composition of fresh and solar dried goji berries. The goji berries of the JB1 variety were dried. After preparing the berries, they were treated in several ways, with the aim of determining which is the best way to preserve the quality characteristics of the berries after drying.

The following treatment methods were applied: berries without treatment (control); immersion of berries in boiling water, cooling and immersion in 1% ascorbic acid solution, 5 minutes; immersion of frozen berries in 1% ascorbic acid solution, 5 minutes.

Solar drying was carried out in a solar dryer, registered as a Macedonian type, located in the vicinity of Veles. Goji berries (JB1) were harvested from an orchard near Skopje. In the samples of fresh and dried goji berries were determine the following parameters: the total dry matter, moisture, total acids, ash content, content of total sugars, vitamin C, cellulose, protein, fat and total polyphenols. For that purpose, the standard laboratory methods were used. Sensory analysis was also performed by scoring method (max. 20).

According to this research, it has been determined that goji berries, variety JB1, have a good nutritional composition, rich in bioactive components, and they are also an excellent raw material suitable for drying. The application of the Macedonian solar dryer has shown good results, both from the economic and ecological point of view, as well as in terms of preserving of the components of the chemical composition.

Key words: goji berries, Macedonian solar dryer, quality and nutritional composition

UVOD

Voćka godži (*Lycium barbarum*) raste kao žbun, a njeni plodovi su u obliku bobica, crvene boje i specifičnog ukusa. Potiče iz Kine, sa najdužom istorijom proizvodnje i sa najvećim površinama. Bobice godži imaju dugogodišnu upotrebu u kineskoj tradicionalnoj medicini [1], [2]. U Evropu je donesena u XVIII veku [3]. U zadnjih nekoliko godina, uzgajanje godži bobica postaje sve aktuelnije, kako na Balkanu, tako i u Severnoj Makedoniji.

Godži bobice poseduju multifunkcionalna medicinska svojstva, a koriste se u svežem, sušenom ili zamrznutom stanju. Takođe se može koristiti kao dobra sirovina za proizvodnju voćnih sokova. Neka naučna istraživanja koji su izvedena kod bobica godži ukazuju da u njihovom sastavu imaju 19 amino kiselina (šest puta više nego u pčelinom polenu), 21 mineral, uključujući germanium u tragovima, sadrži više proteina u odnosu na zrno pšenice, kao i više kalcijuma nego karfiol. Bobice godži sadrže antioksidante i karotenoide, sadrže 500 puta više vitamina C, u odnosu na pomorandže, a ujedno sadrže vitamine iz B-kompleksa i vitamin E [4], [5]. Zbog njihovog značajnog hemijskog sastava, bobice godži se primenjuju u farmaceutskoj industriji, u industriji za proizvodnju čajeva i kozmetičkih preparata.

Sušenje je najstariji način konzerviranja hrane. Tokom procesa sušenja izdvaja se velika količina vode, smanjuje se masa i volumen plodova, a dolazi do povećanja koncentracije suve materije, a sa time i svih komponenti iz njenog sastava. Tokom sušenja sirovine, ne sme se odstraniti sva količina vode, jer to bi moglo izazvati negativni uticaj na elastičnost i sposobnost rehidracije [6].

Sušenje voća se može odvijati u običnim atmosferskim uslovima na suncu ili u solarnim sušnicama. Jedan od najstarijih i najekonomičnijih načina je sušenje na Suncu. U Severnoj Makedoniji ima povoljnih uslova za primjenu solarnog sušenja, jer u toku godine ima oko 250 sunčanih dana. Tehnologija sušenja voća u solarnim sušarama je najjeftiniji način sušenja, jer se korisiti prirodna solarna energija [7].

Sušeno voće je proizvod koji se dobija sušenjem celih ili delova plodova svežeg voća, adekvatnim postupkom [8]. Sušeno voće treba imati aromu i boju koja je odgovarajuća sorti, da poseduje dobru sposobnost rehidracija (povećavanje zapremnine) pri potapanju u vreloj vodi, za vreme od 10 minuta, nakon čega da ima ukus i miris koji odgovara voću iz kojeg je dobijeno, da nema fiziološka oštećenja plodova zbog zagorevanja i sl., da nema strane mirise i ukuse i da ne sadrži mehaničke i biološke primese [9].

Cilj ovog istraživanja je da se proceni kvalitet nutritivnih sastojaka, kao i senzorna svojstva kod svežih i sušenih bobica godži, sorte *JB1*. Takođe, pokazuje uticaj primenjenih tretmana na proces sušenja i kvalitet osušenih bobica godži.

MATERIJALI I METODE

Materijali: Voćke godži, sorte *JB1* su uzgajane u Skopskom regionu. Voćnjak je podignut u maju 2012 godine. Berba bobica za ovo istraživanje je sprovedeno u oktobru 2015 godine. Bobice godži, sorte *JB1* svoju maksimalnu rodnost postižu nakon šeste godine, kada je minimalan prinos 3 do 4 kg po stablu. Ova sorta raste u fromi žbuna, plod je sitan, narandžasto-crvene boje.

Metode: Nakon branja, kod svežih bobica godži sorte *JB1* laboratorijski su analizirane njihove nutritivne i senzorne osobine, nakon čega su usledile pripreme za proces sušenja. Analizirani su zdravi plodovi godži bobice koji su bili u tehnološkoj zrelosti, bez mehaničkih i fizioloških promena ili oštećenja.

Da bi se poboljšao kvalitet sušenog proizvoda, potrebno je izvršiti pripremu bobica godži, preko sledećih tehnoloških operacija: selekcija, pranje, tretman bobica, sušenje, pakovanje i skladištenje.

Nakon pranja, bobice godži se pažljivo selektuju i odvajaju se plodovi koji ne ispunjavaju potrebne standarde (oštećene i druge mehaničke primese), a ostale se postavljaju u sudove da se ocede. Nakon pranja i ceđenja, plodovi bobice godži podvrgnuti su različitim tretmanima sa ciljem sprečavanja promene boje kao i promene hemijskog sastava. *JB1-I*-varijanta – kontrola (bez tretmana); *JB1-II*-varijanta – potapanje bobica u vrelu vodu, hlađenje i potapanje u 1 %-tni rastvor askorbinske kiselina, 5 minuta; *JB1-III*-varijanta – potapanje smrznutih plodova u 1 %-tni rastvor askorbinske kiseline, 5 minuta.

U istraživanjima je korištena makedonska solarna sušnica, postavljena u blizini Velesa. Sušnica je izrađena od metala koji je obložen pocinkovanim limom i staklom. Sve varijante bobice godži, nakon tretmana postavljaju se na drvene lese. Broj lesa zavisi od veličine sušare. Sušenje se vrši pomoću zagrejanog vazduha, koji se zagreva prirodnom solarnom energijom. Makedonska sušnica (slika 1) ima otvore za ventilaciju na samom dnu i na gornjem delu, čime se održava prirodna cirkulacija vazduha. Temperatura tokom eksperimenta kretala se od 55 do 65 °C, a noću od 30 do 45 °C, što se povoljno odrazilo na sušenje bobica godži.



Slika 1. Makedonska solarna sušara

Da bi se bobice godži ujednačeno i brže osušile, lese se menjaju tokom faza sušenja. Vreme sušenja kod solarnih sušara se kreće među jedan i tri dana, a direktno zavisi od dostupnosti sunca, strujanja i vlažnosti vazduha, i osobina sirovine koja se suši. Vreme sušenja bobica godži bilo je u granicama od 36 do 48 sati.

Nakon sušenja, bobice su skupljene i pakovane u papirne vreće, da bi se stabilizovao i ujednačio sadržaj vlage, a nakon toga se pakuju u odgovarajuću ambalažu, sa pogodnom porožnošću vazduha što omogućava duže vreme čuvanja u odgovarajućim uslovima.



Slika 2. Sveže i solarno sušene bobice godži JB1

Da bi se odredile nutritivne i senzorske osobine, kod svežih i svih varijanta sušenih bobica određeni su sledeći hemijski parametri: ukupna suva materija, gravimetrijskom metodom, u sušnici na temperaturi od 105 °C, do konstantne mase [9]; rastvorljiva suva materija, refraktometrijskom metodom; vlaga, presmetkovno; ukupne kiseline, volumetrijskom metodom, sa 0,1 M rastvorom NaOH i 1 % rastvorom fenoftaleina kao indikatorom; mineralne materija (pepeo), gravimetrijskom metodom, žarenjem u pećnici na temperaturi 525 ± 25°C [9]; glukoza, fruktoza i saharoza, tečnom hromatografijom, HPLC-RI metod, sa vodenom ekstrakcijom šećera iz bobica; vitamina C, volumetrijski, sa 0,1 N-rastvorom J2 i 1 % rastvorom skroba; proteini, metodom Kjeldahl; sadržaj masti, metod Soxhlet [9]; ukupni polifenoli, merena je apsorbanca na 765 nm talasne dužine [10].

Senzorska ocena kvaliteta svežih i sušenih bobica je određena senzorskom analizom, sa metodom bod sistem, sa maksimum 20 bodova u odnosu na sva svojstva (boja-max. 7; ukus-max. 4; miris-max. 4 i stanje plodova i izgled-max. 5 bodova) [11]. Dobijeni rezultati su obrađeni primenom standardnih statističkih metoda, Microsoft Exel 2010 kao i statističkog softverskog paketa R 3.3.3.

REZULTATI I DISKUSIJA

Sveže bobice godži: Sadržaj ukupne suve materije u analiziranim uzorcima svežih bobica godži, sorte JB1 bio je 22.61 %, dok je sadržaj rastvorljivih suvih materija iznosio 16 %.

Dobijeni rezultati pokazuju da je u godži bobicama, od šećera, najviše zastupljena glukoza, 8,27%. Sadržaj fruktoze u bobicama godži je manji u odnosu na glukozu i iznosi 5.24 %, dok sadržaj saharoze iznosi 1.03 %.

Sadržaj ukupnih kiselina bio je 0,43%, vitamina C 55,23 mg/100g, mineralnih materija 2,01%.

U analiziranim bobicama godži, sorte *JB1*, sadržaj proteina bio je 8,14%, sadržaj masti 2,83%, polifenola 153,3mg/100g.

Sprovedena je senzorna analiza svežih bobica godži sa metodom bodovanja (max.20). Pri tome korištena su čula za miris, ukus i dodir čime su utvrđeni izgled, boja, ukus i konzistenciju bobica godži. Dobijeni rezultati senzorne analize bobica godži: 4 boda (max.6) za boju, 3 boda (max.4) za miris, 3 boda (max.5) za ukus, 4 boda (max. 5) za konzistenciju. Ukupan broj bodova od senzorske ocene bio je 14 (max.20).

Sušene bobice godži: Sadržaj ukupnih suvih materija u sušenim bobicama godži, sorte *JB1*, utvrđivana je u svim varijantama tretmana. Dobijeni eksperimentalni podaci pokazuju da je sadržaj ukupnih suvih materija kod kontrolne varijante, *JB1-I* bio 86.55 %, kod *JB1-II* 86.3 %, dok je kod *JB1-III* varijante ta vrednost iznosila 88.47 %. Na osnovu dobijenih rezultata, sa primenom statističke obrade, može se konstatovati da postoji statistički znatna razlika po ovom parametru među varijantama *JB1-I* i *JB1-III*, kao i među *JB1-II* i *JB1-III*, pri $p = 0,05$ i $p = 0,01$.

U odnosu na sadržaj glukoze u uzorcima sušenih bobica godži, *JB1*, dobijene su sledeće vrednosti u svakoj od primenjenih varijanti: za *JB1-I* 6.49 %, *JB1-II* 8.43 % i *JB1-III* 11.42 %. Sa statističkom analizom dobijenih rezultata za sadržaj glukoze kod primenjenih varijanata, utvrđena je znatna statistička razlika među *JB1-I* i *JB1-II*, kao i među *JB1-I* i *JB1-III*, pri $p = 0.05$ i $p = 0.01$.

Kod sušenih bobica godži, varijante *JB1-I*, utvrđen je sadržaj fruktoze od 8.95 %, kod varijante *JB1-II* 9.86 %, a kod varijante *JB1-III* 10.14 %. Primenom statističke obrade rezultata konstatovano je da postoji statistička značajna razlika među *JB1-I* i *JB1-III*, za vrednosti sadržaja fruktoze, pri $p = 0.05$.

Sadržaj ukupnih kiselina kod solarno sušenih bobica godži, varijanta *JB1-I*, iznosio je 2,47%, a kod varijati *JB1-II* i *JB1-III* sadržaj ukupnih kiselina bio je 2,05% i 2,36%. Nakon statističke analize dobijenih rezultata za sadržaj ukupnih kiselina, kontatovano je da ne postoji statistički znatna razlika među svih varijanta tretmana godži bobica, pri $p = 0.05$ i $p = 0.01$.

Sadržaj vitamina C iznosio je 17.19 mg/100 g, kod sušenih bobica godži *JB1-I* u kontrolnoj varijanti, u varijanti *JB1-II* iznosio je 19.05 mg/100 g, dok u varijanti *JB1-III* utvrđen sadržaj vitamina C je bio

21.43 mg/100 g. Prema rezultatima obrađenim statističkom analizom u odnosu na sadržaja vitamina C, konstatovano je da postoje značajne statističke razlike između sve tri varijante ($p = 0.05$). Ujedno je utvrđeno da ne postoje statističke znatne razlike između *JB1-II* i *JB1-III* za sadržaj vitamina C, pri $p = 0.01$.

Najveća količina mineralnih materija od 4.06 % utvrđena je kod solarno sušenih plodova godži *JB1-II*, kod varijante *JB1-I* 3.76 %, dok je kod varijante *JB1-III* količina mineralnih materija bila 3.86 %. Sa statističkom obradom dobijenih rezultata za sadržaj mineralnih materija u sušenim bobicama godži, između sve tri varijante nisu utvrđeni statistički značajnih razlika pri $p = 0.05$ i $p = 0.01$.

Tokom ispitivanja utvrđen je i sadržaj proteina u sušenim bobicama godži, pri čemu za sve varijante dobijeni sledeći rezultati: *JB1-I* varijanata sa 15.6 %, *JB1-II* varijanta 15.7 %, dok kod varijanta *JB1-III* utvrđen je sadržaj proteina od 15.31 %.

Tokom istraživanja utvrđen je sadržaj masti u sušenim bobicama godži, pri čemu je prosečna vrednost za sve tri varijante iznosila 8.2 %. Pri tome, kod kontrolne varijante *JB1-I*, utvrđen je sadržaj masti 6.79 %, kod varijante *JB1-II* 8.46 %, dok kod varijante *JB1-III* sadržaj masti iznosi 9.35 %.

Kod sušenih bobica godži, utvrđen je najveći sadržaj ukupnih polifenola kod kontrolne varijante *JB1-I* od 714.3 mg/100 g, kod varijante *JB1-II* 583 mg/100 g, dok je najniža vrednost ukupnih polifenola utvrđena kod varijante *JB1-III* 512.4 mg/100 g. Dobijeni rezultati pokazuju da postoje statistički značajne razlike u odnosu ukupnih polifenola između *JB1-I* i *JB1-III*, kao i između *JB1-I* i *JB1-III*, pri $p = 0.05$ i $p = 0.01$.

Dobijeni rezultati senzorne analize osušenih bobica godži: boja plodova bobica godži ocenjuje se sa maksimalnim bodovima 7, najniži broj bodova ima varijanta *JB1-II*, a najviši ima varijanta *JB1-III*, dok je prosečan broj bodova svih varijanta 3.3; miris se ocenjuje sa maksimalna 4 boda i pri tome najniži broj bodova imaju varijante *JB1-I* i *JB1-II* 3 boda, a najviši broj bodova 4 dobila je varijanta *JB1-III*, dok je prosečni broj bodova za miris 3.3; ukus se ocenjuje sa maksimalnim brojem bodova 4, pri čemu najniži broj bodova ima varijanta *JB1-II* sa 1.5 bodova, a najveći broj bodova 3 imaju varijante *JB1-I* i *JB1-III*, dok prosečan broj bodova svih varijanta 2.5; maksimalan broj bodova koje se odnose na konzistenciju je 5 najmanji broj bodova uočen je kod

varijante *JB1-II* 2.5, a najveći broj bodova dobila je varijanta *JB1-III* 4 boda, a prosečni broj svih varijanta je 3.3 boda. Na bazi bodovanja pojedinih senzornih svojstava dobijeni su ukupni broj bodova za svaku varijantu. Od maksimalnih 20 bodova, najmanje bodova dobila je varijanta *JB1-II* 9.5, varijanta *JB1-III* 15 bodova, dok je prosečna vrednost od svih varijanti je 12.5 boda.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da plodovi godži, sorte *JB1* imaju dobra tehnološka svojstva. Prema hemijskom sastavu, sadrže jako važne nutritivne sastojke. U odnosu na tretmane pre sušenja, kod varijante *JB1-II*, gde su bobice potapane u vrelu vodu, ohlađene i potopljene u 1 %-tni rastvor askorbinske kiseline 5 minuta, došlo je do gubitka boje i dela hranljivih sastojaka, lako rastvorljivih u vodi. Takođe je došlo do promene konzistencije plodova.

Kao dobra varijanta tretmana pokazala se *JB1-III*, kada su zamrznute bobice godži potapane u 1 %-tni rastvor askorbinske kiseline. Pri tome dobijene su najviše vrednosti za sadržaj suve materije, glukoze, fruktoze, ukupne kiseline, vitamin C, pepeo, sadržaj masti, sadržaj ukupnih polifenola, a bobice imaju odgovarajuću teksturu i neznatnu promenu boje.

Primena solarnog sušenja godži bobica pokazalo se povoljno, jer su sačuvane sve hranjive materije od svežih plodova, ali i isplativo zbog korištenja solarne energije. U Makedoniji je sve veći interes za uzgajanje voćke godži, a ovim načinom sušenja dobija se proizvod koji je bogat vitaminima, mineralima, bojenim materijama, flavonoidima, polifenolima, koji imaju jaku antioksidativnu aktivnost, i zbog toga se preporučuje da se koristi u ishrani.

LITERATURA

- [1] Le, K., Chiu, F., Ng, K. (2007). Identification and quantification of antioxidants in *Fructus lycii*. *Food Chemistry*, 105, 353-363. Goji berry (Wolfberry). Kaempferol, Myricetin, Quercetin.
- [2] Nascimento, N. A., Silvestre, M. D., Leme, O, F., Nomura, S. C., Naozuka J. (2015). Elemental analysis of goji berries using axially and radially viewed inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *Spectroscopy*, 30, 36-41.

-
- [3] Sopher L. (2013). *Lycium barbarum L.* University of Michigan, Ann Arbor. [<http://climbers.lsa.umich.edu/wp-content/uploads/2013/07/Lyci-SOLAFINAL.pdf>].
- [4] Moffett, A. (2008). Therapeutic composition from goji (*Lycium barbarum L.*) methods of making and using, *Patent application publication*, Pub.No. US2008/0124416A1
- [5] Mindell, E., Handel, R. (2003) *Goji: The Himalyan Health Secret*. Momentum Media. ISBN-10: 0967285526. ISBN-13: 978-0967285528
- [6] Vereš M. (2004) *Principi konzervisanja namirnica*, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [7] Василевска-Поповска С. (2009) *Сончева енергија за земјоделството*, Центар за промоција на одржливи земјоделски практики и рурален развој, Скопје
- [8] *Правилник за барањата во однос на квалитетот на преработени производи од овошје и зеленчук како и печурки и нивни преработки*, С.В. бр.69/2014
- [9] Врачар Лј. (2001). *Priručnik za kontrolu kvaliteta svežeg i prerađenog voća, povrća i pečurki i osvežavajućih bezalkoholnih pića*, Tehnološki fakultet, Novi Sad
- [10] Folin, O., Ciocalteu, V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *The journal of Biological Chemistry*, 73: 627-650
- [11] Каракашова, Љ., Бабановска-Миленковска, Ф. (2012) *Преработка на овошје и зеленчук-практикум*, ФЗНХ- Скопје, 1; 16-18; 82.

Dr Ljubica Karakashova⁷¹

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje,
Nord Macedonia

Dr Frosina Babanovska-Milenkovska⁷²

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje,
Nord Macedonia

Mr Daniela Kavrakova⁷³

Ministry of Agriculture, Forestry & Water Economy of the Republic of North Macedonia

Uticaj procesa zamrzavanja na nutritivne karakteristike dve sorte šljiva

Influence of freezing process on the nutritional characteristics of two plums varieties

Rezime:

U radu su prikazani rezultati istraživanja koji pokazuju uticaj zamrzavanja na nutritivne karakteristike dve sorte šljiva (požegača i stenlej). Da bi se sprečili oksidacioni procesi i gubljenje bojenih materija, pre nego se pristupi procesu zamrzavanja, sprovedeni su tretmani svežih plodova sa limunskom i askorbinskom kiselinom (0,2 %-tni rastvor, u odnosu 1: 1).

Ciljevi ovog istraživanja su utvrđivanje uticaja askorbinske i limunske kiseline na nutritivne karakteristika smrznutih plodova šljiva, uzimajući u obzir period skladištenja i čuvanja smrznutih plodova u komorama za zamrzavanje, na temperaturi od -18 °C, uticaj sorte na nutritivne karakteristike smrznutih plodova šljive, kako da se da preporuka za tretman plodova i koja je povoljnija sorta šljive za zamrzavanje.

Nakon tri meseca skladištenja i čuvanja zamrznutih plodova na temperaturi -18°C urađena je analiza dobijenih rezultata. U poređenju sa svežim plodovima, za sortu stenlej, konstatovan je najveći porast sadržaja ukupnih šećera kod kontrolnog uzorka (NT) za 11 %, sadržaja ukupnih kiselina za 39 % kod tretiranih varijanti (T), sadržaja ukupnih antocijana za 21 % kod tretiranih varijanti (T), dok je za sortu požegača, utvrđen najveći porast sadržaja ukupnih šećera, kod kontrolnog uzorka (NT) za 17 % i sadržaja ukupnih antocijana za 79 % kod tretiranih varijanti (T).

Ključne reči: šljiva, tretman, zamrzavanje, nutritivne karakteristike.

Abstract:

This paper presents the results of research that show the influence of freezing process on the nutritional characteristics of two plums varieties (pozegacha and stanley). In order to prevent the processes of oxidation and color losses of the substances, before the freezing process begins, the fresh fruits were treated with citric and ascorbic acid (0.2% solution, in a ratio of 1: 1). The aims of this study are to determine the effect of ascorbic and citric acid on the nutritional characteristics of frozen plum fruits, taking into account the period of storage of frozen fruits in freezing chambers at -18 °C, the

⁷¹ karakasoval@yahoo.com

⁷² frosibm@gmail.com

⁷³ danieladandelion@gmail.com

influence of the variety on nutritional characteristics of frozen plum fruits, as well as to give a recommendation for the treatment of fruits and which is a more suitable plum variety for the freezing process.

After three months of storage of frozen fruits at a temperature of -18°C , was performed an analysis of the obtained results. Compared to the fresh fruits, for the stanley variety, the biggest increase of the content of total sugars was in the control sample (NT) by 11%, the content of total acids by 39% in the treated variant (T), the content of total anthocyanins by 21% in the treated variants (T), while for the variety pozegacha, the biggest increase in the content of total sugars was found in the control sample (NT) by 17% and the content of total anthocyanins by 79% in the treated variants (T).

Keywords: plum, treatment, freezing, nutritional characteristics.

UVOD

Šljive (*Prunus domestica* L.) ili domaća šljiva se upotrebljavaju kao prvoklasno voće za svežu konzumaciju i za industrisku preradu. Obzirom da je sveža šljiva lako kvarljiva, konzerviranjem se produžava njena upotrebnost. Zamrzavanje kao način konzerviranja omogućava da šljiva bude zastupljena na tržištu tokom cele godine.

Plodovi šljive imaju nisku kalorijsku vrednost, ali relativno visoku hranljivu vrednost. Predstavljaju bogat izvor ugljenih hidrata, organskih kiselina, pektinskih, azotnih i mineralnih materija, provitamina i drugih hemijskih jedinjenja [1]. Kvantitativan i kvalitativan sastav rastvorljivih suvih materija smatraju se kao indikator kvaliteta plodova i stepen zrelosti [2], a nutritivna vrednost i ukus plodova šljive se određuje na osnovu sadržaja šećera, organskih kiselina, tanina, aromatičnih materija, mineralnih materija, vitamina, antocijana i drugih jedinjenja [3].

Sadržaj ukupnih suvih materija i ukupnih kiselina je sortna karakteristika [4]. Sadržaj ukupnih suvih materija povećava se tokom sazrevanja plodova i pretstavlja dobar indikator kvaliteta i zrelosti ploda. Sadržaj ukupnih suvih materija u svežim plodovima sorte *požegača*, kreće se u proseku od 18,19 % do 20,20 % [5]. Drugim istraživanjem utvrđeno je da se sadržaj ukupnih suvih materija kod plodova sorte *stenlej*, kreće u granicama od 21,10 %, do 21,80 % [6].

Sadržaj ukupnih mineralnih materija u svežim plodovima u proseku iznosi od 0,54 % kod plodova sorte *stenlej*, do 0,57 % kod plodovima sorte *požegača* [7]. Prema ispitivanjima ukupnih mineralnih materija u tri uzastopne godine, [8] konstatovano je da se kreće od 0,49 % kod sorte *stenlej*, a kod plodova sorte *požegača*, ta vrednost je 0,58 %.

Ukus plodova šljive zavisi od odnosa šećera i organskih kiselina [9]. Od šećera najviše je zastupljena glukoza, pa onda fruktoza, a od kiselina najzastupljena je jabučna i limunska kiselina. Utvrđene su prosečne vrednosti sadržaja ukupnih šećera i kreću se od 14,77 % kod plodova sorte *požegača*, do 14,82 % kod plodove sorte *stenlej*. Drugim istraživanjem [10] konstatovana je prosečna vrednost sadržaja ukupnih kiselina kod sorte *stenlej* od 0,48 %. Ispitivanjem ukupnih kiselina kod dve sorte plodova šljive [7], utvrđena je prosečna vrednost sadržaja ukupnih kiselina od 0,68 % kod sorte *stenlej*, do 0,76 % kod sorte *požegača*.

Sadržaj vitamina C kod pet sorti šljiva, kreće se u granicama od 3 do 10 mg/100 g [11]. Drugi autori [10] konstatovali su da sadržaj vitamina C kod sorte *stenlej* iznosi 19,22 mg/100g.

Antocijani su važna jedinjenja u plodovima šljive i predstavljaju pigmente, rastvorljive u vodi, koji se u zrelih plodovima šljive nalaze u pokožici i u gornjem sloju ćelija mezokarpa [12]. Sadržaj antocijana kod sorte *stenlej* iznosi 28,25 mg/100 g [10]. Prema drugim istraživanjima [8] tokom tri godine, utvrđena je prosečna vrednost sadržaja antocijana u pokožici ploda šljive od 69,93 mg/100 g ploda kod sorte *stenlej*, do 62,58 mg/100 g kod ploda sorte *požegača*.

Istraživanjima u ovom radu utvrđene su nutritivne osobine dve sorte šljive (*požegača* i *stenlej*) sa ciljem da se dobiju saznanja o pogodnosti sorte za zamrzavanje. Tokom procesa zamrzavanja ujedno se prikazuje uticaj tretmana na nutritivna svojstva zamrznutih šljiva. Primenjene su dve varijante tretmana, sa rastvorom limunske i askorbinske kiseline i bez tretmana (kontrolni uzorak). Kod zamrznutih šljiva analizirana je promena nutritivnih svojstva nakon tri meseca čuvanja u komorama za zamrzavanje, na temperaturi od -18 °C.

MATERIJALI I METODE

Materijali: Korištene su dve sorte šljive, *požegača* i *stenlej* koje su prikazane na slici 1.

Požegača – je jedna od najkvalitetnijih sorti [13]. Plod je sitan, do srednje krupan, mase od 12 do 30 g i nepravilnim ovalnim oblikom. Pokožica ploda je sa intenzivnom plavom bojom, prekrivena sivim voštanim slojem. Meso ploda je žuto, sočno, sa izrazito slatkim ukusom i prijatnom aromom [1]. Zbog obilne rodosti i kvaliteta plodova, ova sorta je pogodna za dobijanje velikog broja preradevina [9].



Slika 1. Sorte šljiva požegača i stenlej

Stenlej – plod je krupan, oko 40 g, sa izduženim ovalnim oblikom. Pokožica ploda je sa tamnoplavom bojom, prekrivenom sa voštanim slojem, meso je zelenkasto, cvrsto, sočno, slatkog ukusa. Plod ima veliku košticu i meso se delimično odvaja od koštice [1]. Pogodna za sušenje i druge prerađevine, kao i za proizvodnju dečje hrane [9].

Metode: Konzerviranje šljiva počinje berbom, tokom koje se vrši selekcija, sa ciljem da plodovi budu približne veličine i oblika. Šljiva za zamrzavanje bere se pre pune zrelosti. Berba je izvedena ručno, nakon čega su plodovi transportovani do mesta za preradu.

Mogu se zamrzavati celi plodovi ili polovine plodova. Važno je da su plodovi sveži, zdravi, normalno razvijeni bez znatnih deformacija, da je čvrst mezokarp i sa ravnomernom bojom plodova. Postupak zamrzavanja šljive obuhvata nekoliko operacija: prijem, sortiranje, pranje, kalibracija, odvajanje koštice, tretman, zamrzavanje; pakovanje i skladištenje.

Proces zamrzavanja počinje transportom plodova šljiva na inspekcionalnoj traci, kuda se izdvajaju plodovi koji su nepodobni za zamrzavanje. Odabrani plodovi idu na pranje u uređaju sa barboterom, a na izlasku se vrši tuširanje. Plodovi se zatim klasiraju kalibriranjem, koje se izvodi na drugoj inspekcionalnoj traci i u kalibratorima. Zatim plodovi idu na mašinu za vađenje koštice, gde se seku na polovine na poluautomatskoj mašini. Polovine plodova idu na vibracioni separator, za odstranjivanje kapljica vode od pranja, nakon čega sledi tretman. U ovom istraživanju, za obe sorte *stenlej* i *požegača*, korišteni su dve varijante tretmana odkoštenih plodova, (T)-varijanta sa 0,2%-tnim rastvorom limunske i askorbinske kiseline (100 g limunske kiseline i 100 g askorbinske kiseline/100 L vode) i NT-varijanta kao kontrola (bez tretmana). Zamrzavanje se odvija u kontinuiranom tunelu, na pokretnoj traci, sa sekcijom fluidizacije, na temperaturi od -38 °C, u

trajanju od 15 minuta. Zamrznuti plodovi pakuju se u pojedinačnoj i zbirnoj ambalaži i skladište se i čuvaju u hladnjačama, na temperaturi od -18°C .

Hemiske analize su sprovedene ciljem da bi se analizirali određeni parametri, na osnovu kojih će se upoređivati nutritivni sastav, u svežim i smrznutim plodovima dve sorte šljive. Analizirani su sveži, kao i smrznuti plodova šljive, tri meseca nakon zamrzavanja, u obe varijante, kontrolna (NT) i tretirana (T) varijanta. Analize su sprovedene primenom različitih standardnih laboratoriskih metoda za određivanje sledećih hemijskih parametara: ukupne suve materije, u sušnici na temperature od 105°C , do konstantne mase; ukupne kiseline, sa 0,1 M rastvorom NaOH i 1%-tnim rastvorom fenofaleina; mineralne materije, žarenjem na temperaturi $525 \pm 25^{\circ}\text{C}$; ukupnih šećera po Luff-School metodi; vitamina C, sa 0,1 N-rastvorom I_2 i 1%-tnim rastvorom skroba [14]; ukupnih antocijana (kao cijanidin glukozid), ekstrakcijom sa smeđom metanol/voda/HCl, sprektrofotometrijskom metodom, merenjem apsorbance na talasnoj dužini od 530 nm. Dobijeni rezultati su obrađeni pomoću analiza varijanse (ANOVA), a razlike su testirane sa LSD testom, na nivou verovatnoće $p=0,05$ i $p=0,01$.

REZULTATI I DISKUSIJA

Analizom *svežih plodova šljiva* utvrđeno je da se sadržaj ukupnih suvih materija kreće od 20,1 % kod sorte *stenlej*, do 23,6 % kod sorte *požegača*. Prosečna vrednost sadržaja ukupnih suvih materija, za obe sorte iznosi 21,85 %. Sadržaj ukupnih šećera kod svežih plodova šljive se kreće od 15,1 % kod sorte *stenlej*, do 17,0 % kod sorte *požegača*. Srednja vrednost sadržaja ukupnih šećera, za obe sorte iznosi 16,05 %. Sadržaj ukupnih kiselina kod svežih plodova šljive kreće se od 0,54 % kod sorte *stenlej*, a 0,66 % kod sorte *požegača*. Srednja vrednost za sadržaj ukupnih kiselina za obe sorte je 0,6 %. Sadržaj ukupnih mineralnih materija u svežim plodovima šljive utvrđeno je da se kreće od 0,60 % kod sorte *požegača*, do 0,90 % kod sorte *stenlej*, a srednja vrednost za obe sorte je 0,75 %. Vitamin C prisutan je u većoj količini sa 6,6 mg/100 g u svežem plodu šljive *stenlej*, a kod sorte *požegača* je niža vrednost od 4,4 mg/100 g. Srednja vrednost sadržaja vitamina C za obe sorte iznosi 5,5 mg/100 g. Sadržaj ukupnih antocijana u svežim plodovima šljive se kreće od 9,4 mg/100 g kod sorte *požegača*, do 9,9 mg/100 g kod sorte *stenlej*, dok srednja vrednost ukupnih antocijana za

obe ispitivane sorte iznosi 9,65 mg/100 g. Razlike između analiziranih parametara u odnosu na rezultate drugih autora su rezultat uticaja različitih zemljišnih i klimatskih faktora u kojima se uzgajaju šljive, sistema uzgajanja nasada šljive, primena navodnjavanja, primena savremenih agrotehnički mera i slično.

Tri meseca nakon zamrzavanja i čuvanja na temperaturi od -18 °C, kod obe sorte i varijante, napravljene su analize istih parameta kako kod svežih šljiva, da bi se uporedili nutritivna svojstva. Utvrđen je manji sadržaj suvih materija, kod sorte *požegača* u kontroli za 11 %, a kod tretirane varijante za 4 %. Za sortu *stenlej*, utvrđen je porast sadržaja ukupnih suvih materija za 2 % kod kontrole (NT), a sniženje za 6 % kod tretirane varijante (T). Upoređeni su rezultati sadržaja ukupnih šećera kod sorte *požegača*, pri čemu je konstatovano povećanje udela u odnosu na sveže plodove, kod kontrole (NT) za 17 %, a kod tretirane varijante (T) za 8 %. Kod sorte *stenlej*, upoređenjem sadržaja ukupnih šećera, konstatovano je povećanje vrednosti kod kontrole (NT) za 11 %, a kod tretiranih varijanta (T) za 2 %, u odnosu na sveže plodove. Analizom ukupnih kiselina, utvrđeno je da kod sorte *požegača* postoji sniženje sadržaja u odnosu na sveže plodove kod kontrole (NT) za 27 %, a kod tretirane varijante (T) za 21 %. Kod sorte *stenlej*, upoređen je sadržaj ukupnih kiselina sa svežim plodova, pri čemu je utvrđeno njihovo koncentriranje, za 17 % kog kontrole (NT), do 39 % kod tretirane varijante (T). Analizom udela mineralnih materija utvrđeno je da kod smrznutih plodova sorte *požegača* došlo je do smanjenja u odnosu na sveže plodove i to za 50 % kod netretirane varijante (NT) i 67 % kod tretirane varijante (T). Kod sorte *stenlej*, sadržaj ukupnih mineralnih materija u smrznutim u odnosu na sveže plodove je smanjen za 33 % kod kontrole (NT), a 44 % kod tretirane varijante (T). Prema analizama sadržaja vitamina C u smrznutim plodovima, kod kontrole (NT) sorte *požegača*, konstatovano je sniženje od 61 %, a kod tretirane varijante (T) za 50 % u odnosu na sveže plodove. Upoređen je sadržaj vitamina C u odnosu na sveže plodove i kod sorte *stenlej*, pri što je konstatovano sniženje za 76 % kod netretiranih varijanta (NT), a kod tretiranih varijanta (T) za 62 %. Poređenjem rezultata smrznutih sa svežim plodovima šljive prema sadržaju ukupnih antocijana, kod sorte *požegača* konstatovano je povećanje sadržaja za 67 % kod netretiranih varijanta (NT), a kod tretiranih varijanta (T) za 79 %, dok kod sorte *stenlej*, kontatovano je povećanje za 13 % kod netretiranih varinajanta (NT), a za 21 % kod tretiranih varijanta (T).

Prema statističkoj obradi dobijenih rezultata zamrznutih plodova, konstatovano je da postoje statističke značajne razlike ($p > 0,05$) kod ispitivanih sorti, kao i između njihovih varijanti, za većinu analiziranih parametara. Utvrđeno je sledeće: u odnosu na sortu sadržaj ukupnih suvih materija ima veću prosečnu vrednost kod sorte *požegača* (22,3 %), koja statistički značajno se razlikuje u odnosu na sorte *stenlej* (20,6) ($p > 0,05$), dok u odnosu na varijante konstatovane su veće prosečne vrednosti kod tretiranih varijanti (T) koje se statistički znatno razlikuju u odnosu na netretirane varijante (NT) ($p > 0,05$); analizom prosečne vrednosti sadržaja ukupnih šećera utvrđena je veća vrednost (19,9 %) kod sorte *požegača*, kod netretiranih varijanti (NT), koja se statistički znatno razlikuje ($p > 0,05$) u odnosu na sortu *stenlej*, u svim varijantama; prosečne vrednosti sadržaja ukupnih kiselina konstatovano je da su veće kod sorte *stenlej* (0,65 %), u odnosu na sorte *požegača* (0,56 %), kao i da je veći prosečni sadržaj ukupnih kiselina kod tretirane varijante (T - 0,70 %), u odnosu na netretirane varijante (NT - 0,59 %); u odnosu prosečne vrednosti sadržaja ukupnih mineralnih materija, veća prosečna vrednost je utvrđena kod sorte *stenlej* (0,90 %) koja statistički znatno se razlikuje od sorte *požegača* (0,50 %); prosečne vrednosti sadržaja vitamina C su veće kod sorte *stenlej* (3,7 mg/100 g) koja se statistički značajno razlikuje od sorte *požegača* (3,0 mg/100 g); dobijeni rezultati pokazuju da je sadržaj ukupnih antocijana veći kod sorte *požegača* (5,52 mg/100 g) koja se statistički znatno razlikuje u odnosu na sortu *stenlej* (5,36 mg/100 g), a u odnosu varijanata, veće prosečne vrednosti su utvrđene kod tretiranih varijanti (T) u odnosu na netretirane (NT), za obe sorte.

ZAKLJUČAK

Prema dobijenim rezultatima o nutritivnim svojstvima svežih plodova šljiva konstatovano je da sorta *stenlej* ima veći sadržaj: ukupnih mineralnih materija 0,9 %, vitamina C 6,6 mg/100 g i ukupnih antocijana 9,9 mg/100 g, dok sorta *požegača* ima veći sadržaj ukupnih suvih materija 23,6 %, ukupnih šećera 17,0 % i ukupnih kiselina 0,66 %. Na osnovu analize dobijenih rezultata, tri meseca nakon zamrzavanja i čuvanja na temperaturi od $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, u odnosu na sveže plodove, za obe sorte i varijante, može se zaključiti sledeće: kod sorte *stenlej* uočeno je povećanje sadržaja ukupnih suvih materija za 2 % kod kontrole (NT), sadržaja ukupnih šećera kod kontrole (NT) za 11 %, a kod tretiranih varijanta (T) za 2 %, sadržaj ukupnih kiselina za 17 %

kog kontrole (NT), do 39 % kod tretirane varijante (T), kao i povećanje sadržaja ukupnih antocijana za 13 % kod netretiranih varijanta (NT), a za 21 % kod tretiranih varijanta (T). Za sortu *požegača*, konstatovan je porast sadržaja ukupnih šećera, kod kontrole (NT) za 17 %, a kod tretirane varijante (T) za 8 %, sadržaj ukupnih antocijana za 67 % kod netretiranih varijanti (NT), a kod tretiranih varijanta (T) za 79 %. Statističkom obradom dobijenih rezultata zamrznutih plodova, utvrđeno je postojanje statističkih znatnih razlike ($p > 0,05$) kod ispitivanih sorta i varijanti, za većinom analiziranih parametara.

Na osnovu utvrđenog hemijskog sastava zamrznutih plodova sorte *stenlej* i *požegača*, sa svojim varijantama (kontrola-NT i tretirana-T) utvrđeno je da se obe sorte mogu konzervirati zamrzavanjem, ali prema dobijenim rezultatima analiza, sorta *stenlej* je pokazala bolje nutritivne karakteristike. Tretman sa 0,2%-tnim rastvorom limunske i askorbinske kiseline pre zamrzavanja svežih plodova pozitivno deluje na čuvanje hemijskog sastava, pa ovaj način priprema plodova za zamrzavanje preporučujemo da se koristi u proizvodnim kapacitetima za zamrzavanje šljive.

LITERATURA

- [1] Veličković, M. (2002): *Voćarstvo*. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [2] Durmaz G., Cam M., Kutlu T., Hisil Y. (2010). Some physical and chemical changes during fruit development of five common apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Food Sci. Technol. Res* 16(1): 71-78.
- [3] Walkowiak-Tomczak D., Regula J., Lysiak G. (2008). Physicochemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment* 7(4):15-22.
- [4] Cristoso C.H.(1994). Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information* vol.6; 65N-68N.
- [5] Olga Mitrović, Jelica Gavrilović-Damnjanović, Branko Popović, Miodrag Kandić (2006). Karakteristike čačanskih sorti šljive pogodnih za sušenje. *Voćarstvo*, Vol. 40. br. 155 (2006, 3), 255–261.
- [6] Olga Mitrović, Branislav Zlatković, Miodrag Kandić, Jelica Gavrilović-Damnjanović, Branko Popović, Vladan Milinković (2009). Tehnološke karakteristike ploda nekih novih sorti šljive za sušenje, *Journal of Pomology*, 43, 167-168 (2009) 101-106.
- [7] Božović D., Jaćimović V., (2011). Pomološko-tehnološke osobine sorti šljive u severnoj Crnoj Gori. *Voćarstvo*, 45, 175-176 (2011) 117-122.

-
- [8] Ogašanović, D., (1985), *Uporedno proučavanje biohemijskih osobina važnijih sorata šljiva*. Doktorska disertacija.
- [9] Bulatović S., *Savremeno voćarstvo*, (1992).
- [10] Dobričević N., Voća S., Šic Žlabur J., Čališ Lj., Galić A., Pliestić S.(2014): *Nutritivna vrijednost soka šljive sorte 'Stanley'*, 49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture, Dubrovnik, Croatia, 667-670.
- [11] Gil M. I., Tomás-Barberán F. A., Hess-Pierce B., Kadera A.A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4976–4982.
- [12] Mazza G. & Miniati E.: *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains*. 362 Seiten, zahlr. Abb. und Tab. CRC Press, B. Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, 1993.
- [13] Милошевић Т., (1997): *Специјално воћарство*. Агрномски факултет, Чачак; Заједница за воће и поврће, Београд, Србија.
- [14] Vračar Lj. (2001). *Priručnik za kontrolu kvaliteta svežeg i prerađenog voća, povrća i pečurki i osvežavajućih bezalkoholnih pića*. Tehnološki fakultet, Novi Sad.

Dr Milana Drašković⁷⁴

Msc Nataša Zec⁷⁵

Dr Lazo Manojlović⁷⁶

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Struktura i stabilnost pene različitih vrsta piva

Structure and foam stability of different types of beer

Rezime:

Pored ukusa, mirisa i boje, struktura i stabilnost pene ubrajaju se u jedne od najvažnijih osobina piva. Stabilna pena je pokazatelj dobrog kvaliteta piva. Najveći uticaj na stabilnost pene osim ugljen-dioksida, imaju supstance koje pogoduju formiranju pene tzv. penušavci poput peptona, albumoze, smole i i dr. Osim penušavaca i stabilizatori pene imaju veliki uticaj na stabilnost pene, kao i na njenu strukturu. Većina potrošača očekuje da pivo ima atraktivnu penu koja traje dugo vremena i koja će se vezati za čašu. Ispravno nalivanje piva, u odgovarajuću staklenu čašu će omogućiti oslobađanje mehurića ugljen-dioksida i formiranje guste, čvrste i stabilne pene koja treba da se zadrži na površini najmanje tri minuta. U ovom radu su analizirane fizičko-hemijske i senzorne karakteristike pene piva, kao i struktura pene u različitim vrstama piva.

Ključne reči: pivo, stabilnost, struktura, kvalitet.

Abstract:

Besides aroma, and color, the structure and stability of the foam are among the most important characteristics of the beer. Stable foam is an indicator of a good beer state. The biggest impact on foam stability except carbon dioxide have substances which favor the formation of foam, the so-called foamers such as peptone, albumosis, resin, etc. Except for foamers, foam stabilizers have a great influence on the stability of the foam as well as its structure. Most consumers expect the beer to have an attractive foam that lasts for a long time and will attach to the glass. Properly pouring beer into the appropriate glass will allow the release of the carbon dioxide bubbles and the formation of a dense, firm and stable foam, which should be kept on the surface for at least three minutes. This paper analyzes the physicochemical and sensory characteristics of beer foam as well as the structure of foam in different types of beer.

Keywords: beer, stability, structure, quality

UVOD

Znak dobrog kvaliteta piva je gusta, čvrsta i stabilna pena. U pivskoj peni su mehurići ugljen- dioksida dispergovani u vodenom rastvoru alkohola i ekstraktivnih materija. Na stabilnost pene znatno utiču penušavci (peptoni, albumoze, smole i gorke materije hmelja) i

⁷⁴ draskovic.milana@gmail.com

⁷⁵ natasazec993n@gmail.com

⁷⁶ lazo.manojlovic@vts-zr.edu.rs

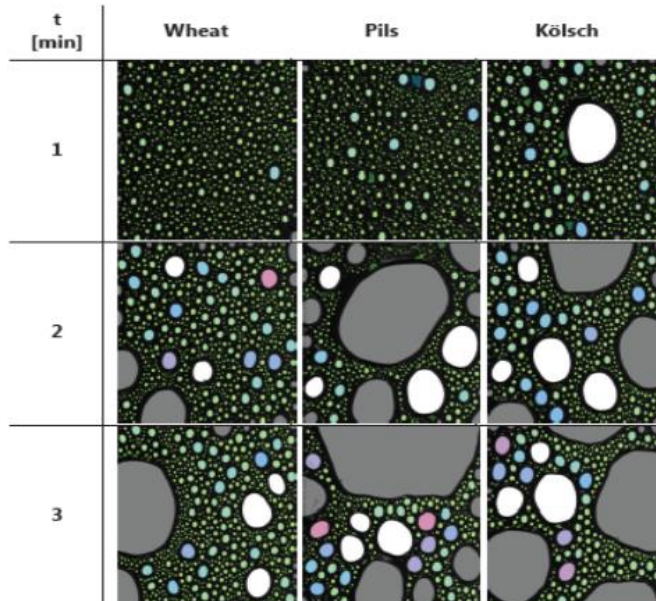
stabilizatori pene (pektinske i gumaste materije) (2,4,8). Polipeptidi igraju ključnu ulogu u penećem ponašanju piva, proizvodnji i trajnosti pene piva (5). Postoji statistički značajna korelacija između stabilnosti pene i sadržaja polipeptida (7). Kvalitet pene piva, između ostalog zavisi i od prisustva hidrofobnih proteina čije se molekulske mase kreću u rasponu od 10 do 200 kDa (9). Usled promene površinskog napona, pena vremenom nestaje. Glavni sastojci piva su voda, alkohol (2-6%), ugljen-dioksid (0,30-0,40%) i ekstrakt. Ekstrakt piva pretežno čine ugljeni hidrati i manja količina proteina, aminokiselina, glicerina. Stabilnost pene zavisi od količine i hemijskog sastavu ekstrakta. Od piva se traži da pri punjenju u čašu peni tako da se formira gusta i čvrsta pena, koja će se zadržati na površini najmanje 3 minuta. Mehurići ugljen-dioksida koji se dižu od dna ka površini pomažu održavanju pene. Na stabilnost pene nepovoljno deluju antipenušavci (viši alkoholi, složeni estri, etilalkohol, isparljive kiseline). Stabilnost pene predstavlja vreme koje protekne od trenutka nastajanja pene do trenutka njenog potpunog nestajanja. Stabilna, bela pena fine teksture čiji su mehurići prečnika 0-2mm, može uticati na senzornu percepciju piva kod potrošača. Postoje mnogobrojni inhibirajući faktori koji utiču na degradaciju količine i kvaliteta pene piva, neki od najznačajnijih su nečistoće na korišćenim staklenim čašama, masne materije, sadržaj alkohola, deterdženti itd.

1. STABILNOST I STRUKTURA PENE

Pivska pena formira se kombinacijom prirodnih površinski aktivnih materija koje sadrži i ugljen-dioksida (CO_2) koji nastaje kao reakcioni proizvod tokom procesa vrenja. Postoje mnoge metode za procenu stabilnosti pene piva a neke od najčešće korišćenih instrumentalnih metoda za procenu stabilnosti pene piva su: NIBEM, Rudin, Steinfurth i postupak koji je razvio Constant 1992(1,3). Savremene metode daju mogućnost za analizu uticaja materija koje formiraju penu penušavci i materija koje utiču na njenu stabilnost nezavisno od sadržaja CO_2 . U tu svrhu, visina pene i struktura pene piva mereni su tako što je CO_2 uklonjen pre merenja. Analiza je pokazala da ponašanje pene uzoraka piva koje je standardizovano za merenje u velikoj meri odstupa od svojstava točenih piva (10). Proteini sadržani u pivu su ono zbog čega se formira pena. To su površinski aktivne materije i tako dovode do stvaranja i stabilizacije lamella pene. Međutim, nije baš tako jednostavno uporediti uticaj materija koje

formiraju penu na ponašanje pene različitih vrsta piva i različitih metoda proizvodnje. Razlog za to leži u razlikama u sadržaju ugljen-dioksida (CO₂) koji nastaje tokom procesa vrenja i koji zajedno sa proteinima učestvuje u stvaranju pene. Stabilnost pene ne zavisi samo od sadržaja proteina, već i od uticaja CO₂. Da bi se mogao analizirati uticaj supstanci koje formiraju penu nezavisno od ovih nekontrolisanih faktora koji utiču, treba ukloniti CO₂ iz uzoraka. To osigurava da su razlike u penivosti i stabilnosti pene kod različitih vrsta piva povezane samo sa sastavom tečnosti. Pomoću savremenog uređaja *Dynamic Foam Analyzer - DFA100* može se analizirati uticaj surfaktanata u pivu nezavisno od sadržaja CO₂ i njegovog uticaja na ponašanje pene. Takođe merna je penivost, stabilnost pene i struktura pene piva. Sve dok se ne izvrši merenje na uzorcima bez CO₂, može se izvršiti poređenje površinski aktivnih proteina.

Raspadanje pene piva ima tendenciju ka stvaranju velikih mehurića i istovremeno nestajanje sitnih mehurića (zrenje Ostvalda). Tri uzorka piva: bistro pšenično pivo, Pils i Kölsch, testirana su pomoću *Dynamic Foam Analyzer - DFA100*, a slika 1. prikazuje promenu strukture mehurića pene tokom prvih tri minuta.



Slika 1. Promena structure mehurića pive pene tokom prvih tri minuta (10)

2. MATERIJAL I METOD RADA

Materijal korišćen u ovom istraživanju obuhvatio je četiri uzorka piva koja su ispitivana (slika 2):

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Tuborg- A | 3. Laško- C |
| 2. Lav- B | 4. Jelen- D |

Temperatura gore navedenih piva na početku rada iznosila je 8°C.



Slika 2. Testirani uzorci piva: Tuborg, Lav, Laško i Jelen

Oprema za ispitivanje kvaliteta i stabilnosti pивske pene:

- Laboratorijska čaša zapremine 800ml,
- stalak za izlivanje uzoraka u trenutku doziranja,
- tajmer,
- lenjir,
- svelosni mikroskop.

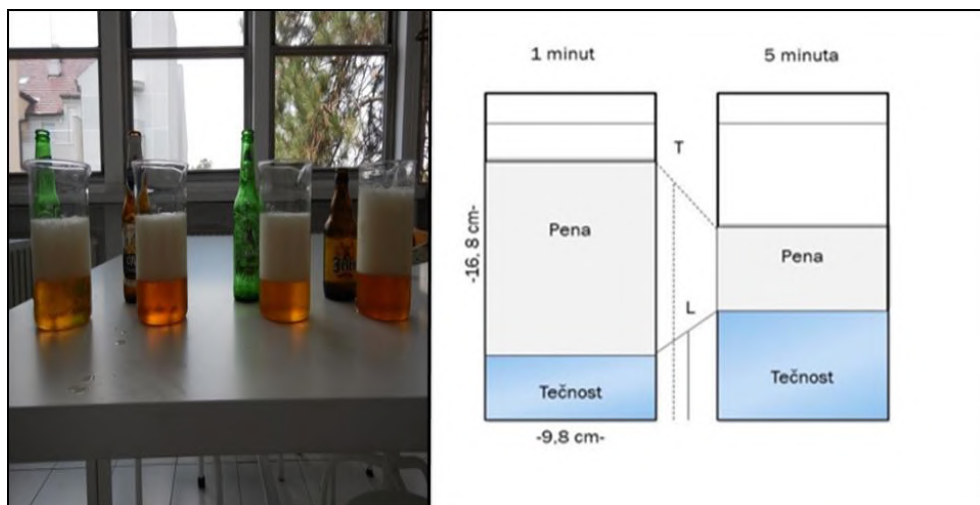
Predstavljena je metoda za karakterizaciju raspadanja pивske pene merenjem ukupne visine T i smanjenje visine pene F, i povećanje tečne faze L u funkciji vremena (slika 3). *Constant postupak*: Metod koji je opisao Constant, 1992(1), praćen je merenjem visine tečnosti (L) i ukupne visine (T) (u dva ponavljanja) nakon isteka vremena (t) u opsegu 0-5 minuta. Visina pene (F) se izračunava prema jednačini 1:

$$F = T - L \quad (1)$$

F-Smanjenje visine pene

T-Ukupna visina pene

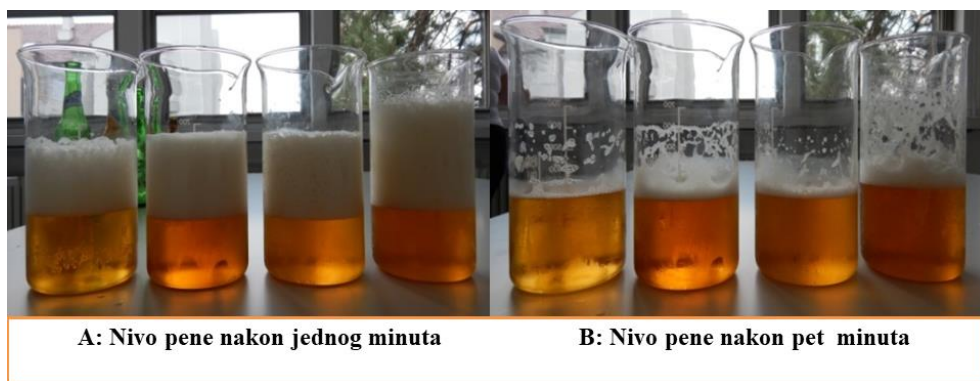
L- Povećanje tečne faze u funkciji vremena



Slika 3. Prikaz principa merenja ukupne visine (T) i visine tečne faze (L) tokom predviđenog interval za ispitivanje stabilnosti pene piva i dimenzije korišćene čaše

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Kada je u pitanju penavost, postoji vrlo mala razlika između uzoraka piva, što se može videti po manjim razlikama u visini pene nakon 1 i 5 minuta slika 4. (a,b). Može se zaključiti da su različita svojstva pene piva povezana s različitim sadržajem CO_2 .



A: Nivo pene nakon jednog minuta

B: Nivo pene nakon pet minuta

Slika 4. Stabilnost pene piva ispitivanih uzoraka nakon 1 minut (A) i 5 minuta (B)

Rezultati merenja u vremenskim intervalima: 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5 i 5 minuta, su prikazani u tabeli 1., gde su date vrednosti T i L izračunata visina pene F pri temperature uzoraka od 8°C (jednačina 1). Grafička prezentacija izmerenih vrednosti prikazana je na grafiku 1.

Tabela1. Srednje vrednosti stabilnosti pene uzoraka piva merene na 8°C

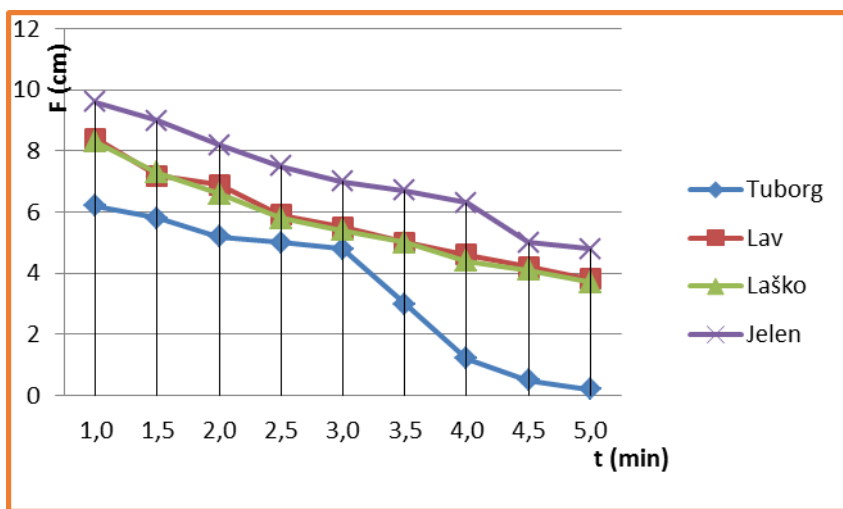
Vreme [min]	Tuborg (A)			Lav(B)			Laško(C)			Jelen(D)		
	T [cm]	L [cm]	F [cm] T-L	T [cm]	L [cm]	F [cm] T-L	T [cm]	L [cm]	F [cm] T-L	T [cm]	L [cm]	F [cm] T-L
1	11,6	5,4	6,2	12,9	4,5	8,4	12,6	4,3	8,3	14,4	4,8	9,6
1.5	11,4	5,6	5,8	12,0	4,8	7,2	11,9	4,6	7,3	14,0	5,0	9,0
2	10,7	5,5	5,2	11,9	5,0	6,9	11,4	4,8	6,6	13,6	5,4	8,2
2.5	10,6	5,6	5,0	11,0	5,1	5,9	10,8	5,0	5,8	13,0	5,5	7,5
3	10,5	5,7	4,8	10,8	5,3	5,5	10,6	5,2	5,4	12,7	5,7	7,0
3.5	8,5	5,8	3,0	10,5	5,5	5,0	10,4	5,4	5,0	12,5	5,8	6,7
4	7,1	5,9	1,2	10,2	5,6	4,6	10,0	5,5	4,4	12,1	5,8	6,3
4.5	6,5	6,0	0,5	9,8	5,6	4,2	9,7	5,6	4,1	11,0	6,0	5,0
5	6,2	6,0	0,2	9,5	5,7	3,8	9,4	5,7	3,7	10,9	6,1	4,8

F-Smanjenje visine pene

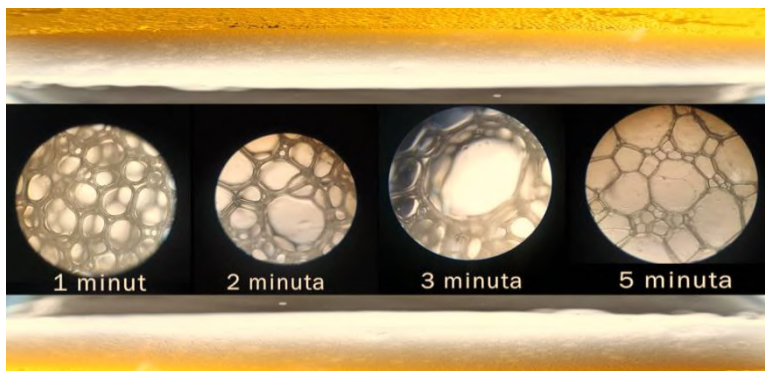
T-Ukupna visina pene

L- Povećanje tečne faze u funkciji vremena

Grafik 1. Smanjenje visine pene različitih vrsta piva u vremenskom intervalu od 1-5 minuta



U prva 3 minuta svi uzorci piva pokazali su sličnu tendenciju opadanja visine pene, a nakon tri minuta Jelen pivo je pokazalo izuzetnu stabilnost pene, Lav i Laško pivo su imali gotovo identične rezultate, dok je Tuborg pivo nakon 3 minute pokazalo naglo narušavanje structure pene. Pošto je Jelen pivopokazalo najveću stabilnost pene u posmatranom vremenskom intervalu od 1 do 5 minuta, struktura njegove pene je dalje analizirana pod svetlosnim mikroskopom, što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Struktura pene Jelen piva pod mikroskopom nakon 1,2,3, i 5 minuta , uvećanje 1000x

Kao što se može videti sa slike 5. najmanje i ujednačene dimenzije mehurića pene su nakon prvog minuta, dok kasnije dolazi do sjedinjavanja i ukрупnjavanja mehurića pene, što je u skladu sa rezultatima drugih autora (6,10). Nakon proteklih 5 minuta vlažna pena postaje suva.

ZAKLJUČAK

U ovom radu je analizirana stabilnost i struktura pene četiri svetla lager piva. Merenja su pokazala da su svi uzorci ispunili uslov kvaliteta u pogledu stabilnosti pene u prva 3 minuta pri čemu je Jelen pivo dalo najstabiniju penu karakteristične strukture i dimenzija mehurića tokom standardnog vremenskog intrevala merenja od 5 minuta.

LITERATURA

- [1] Constant, M. A., *Practical method for characterizing poured beer foam quality*. J. Am. Soc. Brew. Chem., 1992, **50**, 37-47.

-
- [2] Evans, D.E., Sheehan, M.C. *Don't be fobbed off, the substance of beer foam* J. Amer. Soc. Brew. Chem., 2002, **60**, 47–57.
- [3] Wallin, C.E., DiPietro, M.B., Schwarz R., Bamforth, C.W. *A Comparison of Three Methods for the Assessment of Foam Stability of Beer*, J. Inst. Brew. 2010, **116**, 78–80.
- [4] Bamforth, C. W. *Beer, a quality perspective*; Handbook of alcoholic beverages series, 1999
- [5] Blasco, L., Viñas, M., Villa, T.G.. *Proteins influencing foam formation in wine and beer: the role of yeast*. Intl. Microbiol. 2011 **14**, 61-71
- [6] Sauerbrei S., Hass E.C., Plath P.J. *The Apollonian decay of beer foam bubble size distribution and the lattices of young diagrams and their correlated mixing functions*. Disc. Dyn. in Nat. and Soc., 2006, 1-35
- [7] Michael J.L., Ashton S. L., *Correlation of Beer Foam with Other Beer Properties*, 2003, 114-124
- [8] Bamforth, C. W. *The foaming properties of beer*. J. Inst Brew, 1985, **91**, 370-383
- [9] O' Rurke, T. *Getting a head*. *The Brewer international*, 2002, **7**, 2
- [10] Kruess GmbH, Application Note: *Comparison of the foam behavior of different types of beer independently of CO2 content*, <https://www.kruss-scientific.com/services/education-theory/literature/application-reports/>

Jelena Cerović, M.Sc.⁷⁷

Dr Vesna Nađalin

Renata Siveri

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

GC/MS analiza isparljivih komponenti etarskih ulja dobijenih hidrodestilacijom iz različitih vrsta roda *Artemisia*

Determination of volatile compounds in essential oils of five *Artemisia* species using GC/MS

Rezime:

Cilj ovog rada bio je da se ispita razlika u hemijskom sastavu, prinosu i fizičkim osobinama etarskih ulja u pet biljnih vrsta roda *Artemisia*: *A. annua*, *A. absinthium*, *A. abrotanum*, *A. dracunculus* i *A. santonicum*. Etarska ulja iz biljnog materijala izolovana su pomoću aparature po Clavenger-u u prinosu 0,16-2,63%, a analizirani kombinovanom metodom gasna hromatografija - masena spektrometrija (GC/MS). Sprektri hromatografisanih uzoraka poređeni su sa spektrima iz Adams i Nist biblioteka spektara, pri čemu je identifikovano između 64 i 99% isparljivih jedinjenja prisutnih u etarskim uljima. Hemijski sastav ulja uslovljava njegova lekovita dejstva, kao i primenu u raznim granama industrije, stoga su ova određivanja od izuzetnog značaja.

Ključne reči: *Artemisia*, isparljiva organska jedinjenja, hidrodestilacija, GC/MS

Abstract:

The aim of this study was to investigate the difference in chemical composition, yield and physical properties of essential oils in five *Artemisia* species: *A. annua*, *A. absinthium*, *A. abrotanum*, *A. dracunculus* and *A. santonicum*. The essential oils from plant material were isolated by Clavenger apparatus and analyzed using gas chromatography-mass spectrometry method (GC-MS). Yield of isolated essential oils amounts 0.16-2.63%. Spectra of chromatographed samples were compared with the spectra from Adams and Nist spectral database and we identified between 64 and 99% volatile organic compounds present in samples. The chemical composition of an oil is conditioned its medical effects and use in different industries, therefore, these determinations are of great importance.

Keyword: *Artemisia*, Volatile organic compounds, Hydrodistillation, GC/MS

UVOD

Etarska ulja su kompleksne smeše isparljivih jedinjenja, lipofilnog karaktera. Pored različitih metoda ekstrakcije, najčešće se za izolovanje etarskog ulja primenjuje postupak hidrodestilacije, iz cele biljke ili određenih delova biljke. Uslovi pri kojima se vrši izolovanje

⁷⁷ jelenacerovic023@gmail.com

etarskog ulja treba da obezbede maksimalan kvalitet etarskog ulja. To podrazumeva da sastav i struktura aktivnih komponenti u izolovanom etarskom ulju, odgovara sastavu u nativnoj drogi.

Termin „ulje“ govori o hidrofobnoj prirodi, a termin „esencijalno“ (etarsko) o vrednosti i značaju ovih ulja. Definicija etarskog ulja koja se koristi od 2013. godine, a koju je predložila „the French Association for Standardization“ (AFNOR) glasi: „*Etarsko ulje je proizvod izolovan iz sirovog biološkog materijala, destilacijom ili mehaničkim procesom za citrusne biljke ili suvom destilacijom iz drveta. Takođe, ulje se odvaja od vodene faze fizičkim metodama*“. Etarskim uljima svojstven je miris, koji ima ulogu da privuče ili odbije insekte i parazite, kao i u razmnožavanju [1].

Etarska ulja u maloj količini sadrže primarne metabolite: ugljene hidrate, lipide, proteine i nukleinske kiseline. U daleko većoj količini nalaze se sekundarni metaboliti koji predstavljaju degradacione proizvode primarnih metabolita, najčešće lipida: terpeni, šikimati, alkaloidi i poliketidi [2].

Hemijski sastav etarskih ulja razlikuje se među biljnim vrstama. Ista vrsta, u zavisnosti od mesta sa kog potiče, načina uzgoja, godišnjeg doba, padavina, temperature i ostalih klimatskih činilaca imaće različit sastav etarskog ulja. Količina etarskog ulja u biljnom materijalu predstavlja 1-3% od ukupne mase biljke [3].

Etarska ulja se primenjuju u kozmetičkoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji. Kako raste potreba za etarskim uljima, tako sa godinama ubrzano raste i njihova svetska proizvodnja. U zavisnosti od sastava aktivnih komponenti, etarska ulja mogu imati antifungalno, antibakterijsko, antivirusno, antiparazitsko, antioksidativno dejstvo [1].

Od izuzetne je važnosti sačuvati komponente etarskog ulja u stanju u kom su se nalazile u biljci pre ekstrakcije. Usled primene visoke temperature tokom ekstrakcije biljnog materijala, može doći do destrukcije termolabilnih komponenti etarskog ulja. Takođe tokom ekstrakcije droge neke komponente zaostaju u vodenoj fazi. Od primenjene tehnika ekstrakcije zavisi kvalitet i sastav izolovanog etarskog ulja [3].

Rod *Artemisia* (pelini) pripada familiji Asteraceae (Compositae). Biljke iz ovog roda su zeljaste ili polužbunaste, višegodišnje, ređe jednogodišnje. Mogu da dostignu visinu do 200 cm. Koren im je jak, vretenast i drvenast. Stabljike su prave i male debljine, srebrnaste do

beličaste boje. Listovi su naizmenično raspoređeni, jednostavno ili više puta perasto deljeni, retko celi. Glavice su male do vrlo velike, cilindrične ili loptaste, formiraju grozdaste ili metličaste cvasti, često su viseće. Listovi involukruma poređani su poput crepova na krovu, prilegli, sa suvokožičastim obodom. Na jednoj biljci se mogu naći i muški i ženski cvetovi. Središnji su dvopolni, dok su obodni ženski. Ahenija je cilindrična ili spljoštena, bez jakih rebara. Članovi roda *Artemisia* imaju karakterističan miris i ukus. Zbog terpena koji ulaze u sastav etarskih ulja neki su našli primenu u prehrambenoj industriji, industriji alkoholnih pića i farmaceutskoj industriji. Tumači se da je rod dobio ime po boginji *Artemis*, zaštitnici žena, pošto je jedna vrsta ovog roda korišćena za olakšavanje porođaja. Antički naziv „artemis“ znači zdrav, što ukazuje na lekovitost biljaka ovog roda. Vrste iz roda *Artemisia* rastu u stepskim oblastima Evrope, Azije, severne i srednje Amerike, a neke od vrsta javljaju se u našoj državi [4].

Hidrodestilacija je metoda izolovanja etarskih ulja koja se najčešće koristi za ekstrakciju etarskih ulja iz sušenih začina i kontrolu kvaliteta ulja u laboratorijskim uslovima. Kod ove metode biljni materijal je u direktnom kontaktu sa vodom. Smeša se zagreva, što omogućava oslobađanje isparljivih jedinjenja iz uzorka. Ova jedinjenja sa vodom grade azeotropnu smešu, koja se može prevesti u gasovitu fazu na istom pritisku, a potom se kondenzuju i odvajaju u prihvatnom sudu. Mane ove metode su duže vreme ekstrakcije, izolovana ulja se razlikuju od ulja u biljci pre ekstrakcije, tokom hidrodestilacije dolazi do hemijskih promena, pregrevanja i gubitka nekih polarnih molekula [1,3].

Hidrodestilacija se može vršiti u aparaturi po *Clevenger*-u. Ova aparatura omogućava recikliranje kondenzata kroz zatvoren kružni sistem, čime se obezbeđuje bolja cirkulacija biljnog materijala tokom ekstrakcije. Isparljiva jedinjenja iz etarskog ulja imaju veći napon pare od vode, pa se lako izoluju pomoću vodene pare. Aparaturu čini balon sa okruglim dnom, u koji se unosi samleven biljni materijal. Ovaj balon se zagreva pomoću grejnog tela. Balon se povezuje sa vertikalnim kondenzatorom i graduisanom cevi, pomoću koje se određuje zapremina izolovanog ulja. Na dnu cevi se nalazi ventil koji omogućava da se voda direktno vraća u balon. Kada se završi destilacija, etarsko ulje se odvajaju od vodene faze i suši iznad anhidrovanog natrijum – sulfata. Dužina trajanja destilacije zavisi od biljnog materijala, uglavnom je oko 3 h [1].

PRIPREMA UZORAKA

U balonu od 500 ml odmereno je 50 g prethodno samlevenog nadzemnog dela biljke. Sadržaj balona preliven je sa 250 ml destilovane vode i pomoću aparature po *Clevenger*-u refluktovan 2,5 h. U tabeli 1 prikazan je udeo dobijenog etarskog ulja iz svakog uzorka.

Tabela 1: Masa i izračunati prinos etarskog ulja iz različitih biljnih vrsta roda *Artemisia*

R.br.	Biljka	Masa etarskog ulja (g)	(%,m/m) etarskog ulja
1.	<i>A. annua</i>	0,5630	1,13
2.	<i>A. absinthium</i>	0,1074	0,21
3.	<i>A. abrotanum</i>	0,0812	0,16
4.	<i>A. dracuncululus</i>	1,3125	2,63
5.	<i>A. santonicum</i>	0,2071	0,26

HROMATOGRAFSKI USLOVI

Kvalitativna i kvantitativna analiza isparljivih komponenti vršena je gasnom hromatografijom (GC), korišćenjem plamenojonizujućeg (FID) i maseno-spektrometrijskog detektora (MSD).

Na osnovu GC/FID analize izračunata je relativna zastupljenost, a na osnovu GC/MS analize vršena je identifikacija isparljivih komponenti.

Svih pet uzoraka analizirano je na hromatografu Agilent 7890 A sa FID detektorom i split/splitless injektorom. Razdvajanje je vršeno na kapilarnoj koloni HP-MSI (srednje polarnosti) dimenzija 30 m x 0.25 mm i debljine filma 0.25 µm. Protok nosećeg gasa (helijuma) je 1,6 ml/min. Temperatura injektora bila je 250 °C, a detektora 300 °C. Početna temperatura kolone iznosila je 60 °C, a potom je rasla 3 °C/min do 300 °C. Injektovanje je vršeno u split režimu 10:1, a injekciona zapremina bila je 1 µl.

Dobijeni maseni spektri poređeni su sa spektrima iz Adams i Nist biblioteka spektara.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 2 prikazane su najzastupljenije isparljive komponente etarskog ulja izolovanog hidrodestilacijom iz slatkog pelina (*A. annua*), kao i udeo izolovanih komponenti u ulju. Dominantne komponente etarskog ulja su monoterpeni, izuzev metil-eugenola koji pripada grupi prostih aromatičnih jedinjenja, odnosno grupi fenilpropana.

Tabela 2: GC analiza etarskog ulja slatkog pelina

R.br.	Retenciono vreme	Naziv jedinjenja	(%, m/m)
1.	5,806	α -pinen	11,6
2.	7,363	mircen	4,2
3.	8,772	1,8-cineol	16,6
4.	9,807	artemizija keton	5,3
5.	10,708	artemizija alkohol	9,5
6.	13,213	kamfor	12,8
7.	24,632	metil-eugenol	3,2

Rezultati sastava etarskog ulja izolovanog hidrodestilacijom iz belog pelina (*A. absinthium*), kao i udeo dominantnih isparljivih komponenti u ulju, prikazani su u tabeli 3. Dominantne komponente ispitivanog etarskog ulja su bili monoterpeni, dok 18,6% jedinjenja nije identifikovano. U najvećem procentu je bio zastupljen *trans*-tujon (40%), koji pripada grupi monoterpena. Sadržaj *trans*-sabinil acetata, geranil-propionata i neril-izovalerata se kretao od 16,3%, 5,3% do 3,8% redom. Sadržaj hamazulena koji predstavlja prirodno aromatično jedinjenje je iznosio 1,5%.

Tabela 3: GC analiza etarskog ulja belog pelina

R.br.	Retenciono vreme	Naziv jedinjenja	(%, m/m)
1.	12,113	<i>trans</i> -tujon	40,0
2.	19,742	<i>trans</i> -sabinil acetat	16,3
3.	24,605	metil-eugenol	1,5
4.	31,843	geranil-propionat	5,3
5.	32,114	neril-izovalerat	3,8
6.	37,708	hamazulen	1,5

U tabeli 4 prikazan je sastav etarskog ulja izolovanog hidrodestilacijom iz božjeg drvceta (*A. abrotanum*), kao i udeo

dominantnih komponenti u ispitivanom ulju. U ovom ispitivanju 35,7% jedinjenja nije identifikovano. Za razliku od sadržaja 1,8-cineola u ulju slatkog pelina koji je iznosio 16,6%, u uzorku božjeg drvceta sadržaj ovog monoterpena je iznosio 12,3%. Sadržaj ostalih komponenti, kao što su: davana etar, izomeri davana etra i 2,5-dietenil, 2-metil-tetrahidrofuran se kretao od 3,7%, 5,6%, 12,5%, 5,6% i 3,1% redom.

Tabela 4: GC analiza etarskog ulja božjeg drvceta

R.br.	Retenciono vreme	Naziv jedinjenja	(%, m/m)
1.	28,398	davana etar (28 398 izomer)	12,5
2.	8,752	1,8-cineol	12,3
3.	29,283	davana etar (29 283 izomer)	5,6
4.	30,032	davana etar	3,7
5.	5,280	2,5-dietenil,2-metil-tetrahidrofuran	3,1

Sastav etarskog ulja izolovanog iz estragona (*A. dracunculus*) dat je u tabeli 5. U ovom uzorku ulja je najmanji procenat neidentifikovanih komponenti u odnosu na ostale uzorke i iznosio je 0,1%. Sadržaj metil-eugenola, prirodnog aromatičnog jedinjenja je iznosio 76,2%, što je najveća vrednost u poređenju sa uzorcima ulja slatkog pelina gde je sadržaj metil-eugenola iznosio 3,2%, odnosno 1,5% u ulju belog pelina. Sadržaj sabinena koji pripada monoterpenima, je iznosio 13%.

Tabela 5: GC analiza etarskog ulja estragona

R.br.	Retenciono vreme	Naziv jedinjenja	(%, m/m)
1.	25,005	metil-eugenol	76,2
2.	6,898	sabinen	13,0
3.	28,646	trans-metil-izoeugenol	5,5

Kao i kod prethodnih ispitivanih uzoraka etarskih ulja, i u ulju slatinskog pelina (*A. santonicum*), nije identifikovano 25,1% jedinjenja. U tabeli 6 prikazani su dobijeni rezultati sadržaja dominantnih komponenti u ispitivanom ulju. Najveći udeo je zabeležen za monoterpen krisantenon i iznosio je 29,5%. Sadržaj brevifolina,

prirodnog aromatičnog jedinjenja je iznosio 5,2%, *cis*-krisantenil acetate 3,3%, dok je udeo β -selinena, koji pripada grupi seskviterpena bio 3,0%.

Tabela 6: GC analiza etarskog ulja slatinskog pelina

R.br.	Retenciono vreme	Naziv jedinjenja	(%, m/m)
1.	12,427	krisantenon	29,5
2.	35,607	brevifolin	5,2
3.	18,258	<i>cis</i> -krisantenil acetat	3,3
4.	28,138	β -selinen	3,0

ZAKLJUČAK

Primenom GC/MS tehnike utvrđeno je prisustvo između 36 i 118 isparljivih jedinjenja u etarskim uljima izolovanim hidrodestilacijom iz pet uzoraka različitih vrsta pelina. U najvećem procentu su detektovani terpeni, derivati terpena i prirodna aromatična jedinjenja, kao što su: 1,8-cineol, metil-eugenol, α -pinen, sabinen, trans-tujon, mircen, itd. Različit sastav analiziranih etarskih ulja potiče od različitosti između biljnih vrsta, kao i od geografskog porekla i klimatskih uslova u kojima je biljka rasla. Zahvaljujući hemijskoj strukturi izolovana jedinjenja su veom značajna zbog svojih antioksidativnih i antibakterijskih svojstava, što bi moglo predstavljati predmet budućih istraživanja.

LITERATURA

- [1] Li, Y., Tixier, F., Sylvie, A. and Chemat, F. (2014). *Essential Oils as Reagent in Green Chemistry*, Springer
- [2] Baser, K. H. C. and Buchbauer, G. (2009). *Handbook of Essential oils; Science, Technology and Application*, CRC Press
- [3] Asbahani, A., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. H. A., Casabianca, H., Mousadik, A., Hartmann, D., Jilale, A., Renaud, F. N. R. and Elaissari, A. (2015). Essential oils: From extraction to encapsulation, *International Journal of Pharmaceutics* 483, 220-243
- [4] Josifović, M. (1975). *Flora SR Srbije*, VII

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

62(082)
005(082)

НАУЧНО стручни скуп Предузетништво, инжењерство и менаџмент (9 ; 2020 ; Зрењанин)

Zbornik radova / IX naučno-stručni skup Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment, tema "Upravljanje resursima - korak napred", Zrenjanin, [24.10.] 2020 ; [urednici Marija Matotek Anđelić, Miodrag Kovačević]. - Zrenjanin : Visoka tehnička škola strukovnih studija, 2020 (Zrenjanin : Štamparija VTŠSS). - 305 str. : ilustr. ; 24 cm. - (Edicija Zbornici ; 9 / Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin)

Tiraž 75. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad. - Rezime na engl. jeziku uz svaki rad.

ISBN 978-86-84289-90-4

а) Предузетништво - Зборници б) Инжењерство - Зборници
в) Менаџмент - Зборници

COBISS.SR-ID 32525321