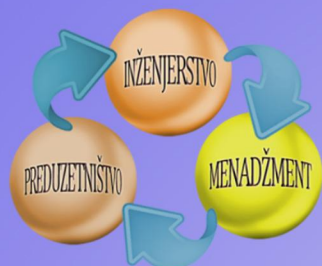


Visoka tehniška škola
strukovnih studija
u Zrenjaninu

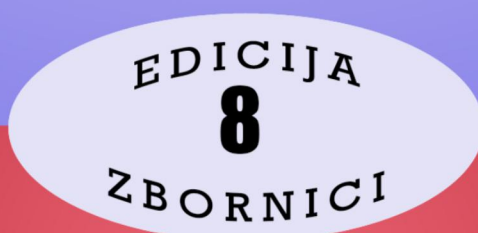


VIII Naučno stručni skup
PREDUZETNIŠTVO, INŽENJERSTVO I MENADŽMENT

Tema:

“Cirkularna ekonomija-prilika za održivi razvoj”

ZBORNIK RADOVA



Zrenjanin, 2019.

**VIII Naučno stručni skup
Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment**

Zrenjanin, 20.04.2019. god.

Tema:
“CIRKULARNA EKONOMIJA - PRILIKA ZA ODRŽIVI RAZVOJ“

ZBORNİK RADOVA



Pod pokroviteljstvom
Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost
Autonomne Pokrajine Vojvodine

Zrenjanin, 2019.



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

PROGRAMSKI ODBOR:

1. Dr Mile Lovre, VTŠSS Zrenjanin, predsednik
2. Dr Miodrag Kovačević, VTŠSS Zrenjanin, potpredsednik
3. Dr Isak Karabegović, Tehnički fakultet Bihać, BiH, član
4. Dr Simona Jevšnik, Tehnološki fakultet Banja Luka, BiH, član
5. Dr Dragana Grujić, Tehnološki fakultet Banja Luka, BiH, član
6. Dr Dušan Regodić, Slobomir P Univerzitet, Bijeljina, BiH, član
7. Dr Mehmet Zeyrek, Middle East Technical University, Ankara, TUR, član
8. Dr Grigor Stambolov, Technical University of Sofia, Sofia, BGR, član
9. Dr Lubomir Dimitrov, Technical University of Sofia, Sofia, BGR, član
10. Dr Stepan Akterian, University of Food Technologies, Plovdiv, BGR, član
11. Dr Jelena Žugić, Univerzitet Mediteran, Podgorica, MNE, član
12. Dr Ratko Stanković, Veleučilište Velika Gorica, V. Gorica, HRV, član
13. Dr Sulejman Meta, Državni Univerzitet, Tetovo, MKD, član
14. Dr Frosina Babanovska Milenkovska, Fakultet za zemjodelski nauki i hrana, Skopje, MKD, član
15. Dr Ljubica Karakashova, Fakultet za zemjodelski nauki i hrana, Skopje, MKD, član
16. Dr Risto Filkoski, Univerzitet Sv. Kiril i Metodij, Skopje, MKD, član
17. Dr Dorian Nedelcu, "Eftimie Murgu", University of Resita, ROU, član
18. Dr Gabriel Negreanu, Polytechnic University, Bucharest, ROU, član
19. Dr Petru Negrea, Polytechnic University, Timisoara, ROU, član
20. Dr Matejka Bizjak, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, SVN, član
21. Dr Duško Letić, TF "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, SRB, član
22. Dr Dragan Čočkalović, TF "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, SRB, član
23. Dr Mladen Veinović, Univerzitet Singidunum, Beograd, SRB, član
24. Dr Slavoljub Milovanović, Ekonomski fakultet, Niš, SRB, član
25. Dr Snežana Dragičević, Fakultet tehničkih nauka, Čačak, SRB, član

ORGANIZACIONI ODBOR:

1. Dr Marija Matotek Anđelić, VTŠSS Zrenjanin, predsednik
2. Dr Tatjana Nikolin, VTŠSS Zrenjanin, član
3. Dr Željko Eremić, VTŠSS Zrenjanin, član
4. Dr Jasmina Pekez, TF "M. Pupin", Zrenjanin, član
5. Dr Ljiljana Radovanović, TF "M. Pupin", Zrenjanin, član
6. Dr Eleonora Desnica, TF "M. Pupin", Zrenjanin, član
7. Mr Tanja Sekulić, VTŠSS Zrenjanin, član
8. Mr Olga Deretić, VTŠSS Zrenjanin, član
9. MSc Mihalj Bakator, TF "M. Pupin", Zrenjanin, član
10. MSc Vladimir Todorović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, član
11. Milada Novaković, dipl.inž., VTŠSS Zrenjanin, član
12. Olivera Grujić, inž., član

VIII Naučno stručni skup
Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment

Tema:
“CIRKULARNA EKONOMIJA - PRILIKA ZA ODRŽIVI RAZVOJ“

ZBORNİK RADOVA

Izdavač:
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Glavni i odgovorni urednik:
Dr Mile Lovre, direktor VTŠSS u Zrenjaninu

Urednici:
Dr Miodrag Kovačević
Dr Marija Matotek Anđelić

Tehnička priprema:
Dr Marija Matotek Anđelić

Štampa:
Štamparija VTŠSS u Zrenjaninu

Format:
B5

Godina izdanja:
2019. godine

Tiraž:
75 primeraka

ISBN 978-86-84289-87-4

SADRŽAJ

PREDGOVOR.....	6
-----------------------	----------

PLENARNI DEO

<i>Dr Robert Molnar</i> CIRKULARNA EKONOMIJA – NOVA POSLOVNA PARADIGMA	11
<i>Dr Pero Petrović</i> CIRKULARNA EKONOMIJA I PREDUZETNIŠTVO KAO FAKTOR ODRŽIVOG PRIVEDNOG RAZVOJA.....	23
<i>Dr Isak Karabegović</i> INDUSTRIJA 4.0 KONCEPT DO PAMETNIH FABRIKA.....	39
<i>Branko Kosi, Saša Lekić</i> PRELAZAK NA KRUŽNU EKONOMIJU – OBEZBEĐIVANJE MATERIJALNIH RESURSA	54

SESIJA #1

<i>Dr Đorđe Pavlović, Dr Pero Petrović</i> PREDUZETNIŠTVO I ZAPOSŁJAVANJE U CIRKULARNOJ EKONOMIJI	67
<i>Milana Radović, M.Sc., Dr Slobodan Cvetanović</i> MAKROEKONOMSKI POKAZATELJI U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA SRBIJE	78
<i>Ph.D. Amad Deen Abdusalam Alghwail</i> ENVIRONMENTAL ETHICS OF WATER RESOURCES MANAGEMENT	86
<i>Dr Miodrag Kovačević, Dr Ivan Tasić</i> ZELENA ENERGETIKA REPUBLIKE SRBIJE.....	94

<i>Dr Miodrag Kovačević, Dr Ivan Tasić</i> INTERNET STVARI I ENERGETSKA EFIKASNOST	101
<i>Dr Željko Eremić, Aleksandra Felbab</i> ARDUINO I MULTITASKING	109
<i>Borivoj Novaković, M.Sc., Dr Ljiljana Radovanović, Mića Đurđev, M.Sc.</i> UTICAJ SAVREMENIH METODA PRIPREME PROIZVODNJE NA OPTIMIZACIJU PROIZVODNIH PROCESA	115
<i>Dr Dušan Jovanić</i> ODREĐIVANJE UTICAJA ELEKTROMAGNETNOG POLJA APARATA ZA MAG ZAVARIVANJE NA BEZBEDNOST I ZAŠTITU ZDRAVLJA	122
<i>Dr Dušan Malić</i> SMANJENJE RIZIKA POJAVE STANJA "U OTKAZU" TEHNIČKOG SISTEMA PRIMENOM RAZVIJENOG SOFTVERA ZA MENADŽMENT PODMAZIVANJA	130
<i>Dr Dušan Malić</i> MODEL BAZE PODATAKA ZA MENEDŽMENT PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA U FUNKCIJI REINŽENJERINGA ISTOG.....	137
<i>Dr Sanja Stanisavljev, Dr Dejan Đorđević, Dr Dragan Čočkalović</i> RAZVOJ PREDUZETNIŠTVA KOD MLADIH – ZNAČAJ I FAKTORI UTICAJA.....	145
<i>Mr Slobodanka Radanović</i> UTICAJ CIRKULARNE EKONOMIJE NA ARHITEKTURU U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA	152
<i>Dr Maja Vrbanac, Dr Jasmina Perišić, Dr Marina Milovanović</i> EKONOMSKI RAZVOJ PREDUZETNIŠTVA I UTICAJ CIRKULARNE EKONOMIJE NA PREDUZETNIŠTVO	161
<i>Dr Branislav Leleš</i> ODRŽIVI RAZVOJ – IZAZOV DRUŠTVA U 21. VEKU.....	169
<i>Marija Nedić, Dr Jasmina Pekez, Dr Eleonora Desnica</i> PRIMENA KONCEPTA ODRŽIVOG RAZVOJA U ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE	176

<i>Dr Dušan Aničić, Dr Olgica Nestorović, Dr Vuk Miletić</i> MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA KONCEPTA CIRKULARNE EKONOMIJE U SRBIJI	183
<i>Dr Dragan Ćočkalo, Dr Dejan Đorđević, Mihalj Bakator, M.Sc.</i> PREDUZETNIŠTVO MLADIH U SRBIJI I POTENCIJAL PRIMENE TEHNOLOGIJA INDUSTRIJE 4.0	191
<i>Nataša Đalić, M.Sc., Mihalj Bakator, M.Sc.</i> UNAPREĐENJE DONOŠENJA ODLUKA U PREDUZEĆIMA KROZ PRIMENU INFORMACIONIH SISTEMA.....	198
<i>Dr Slavoljub Milovanović</i> RAZVOJ I PRIMENA MOBILNE POSLOVNE INTELIGENCIJE U ELEKTRONSKOM POSLOVANJU PREDUZEĆA	204
<i>Dr Dušan Regodić, Dr Marija Matotek Anđelić, Radomir Regodić, M.Sc.</i> ANALIZA RIZIKA RIVERSNE LOGISTIKE	211
<i>Dr Milorad Rančić, Mr Spasoje Erić</i> NANOTEHNOLOGIJE – SUPERTEHNOLOGIJE ČETVRTE INDUSTRIJSKE REVOLUCIJE.....	218

SESIJA #2

<i>Dr Gordana Ludajić, Dr Jelena Kiurski Milošević, Dr Aleksandra Šučurović</i> KARAKTERISTIKE POLJOPRIVREDNE BIOMASE	227
<i>Dr Jelena Kiurski Milošević, Dr Gordana Ludajić, Dr Danijela Jašin</i> UTICAJ NA RADNU I ŽIVOTNU SREDINU IZ PROIZVODNJE REGRANULATA OD OTPADNOG AKRILONITRIL BUTADIEN STIRENA.....	232
<i>Dr Ljubica Karakashova, Dr Frosina Babanovska-Milenkovska, Dr Viktorija Stamatovska</i> KVALITETNA SVOJSTVA SOLARNO SUŠENE ARONIJE	239
<i>Dr Jožef Božo</i> INDIVIDUALIZOVANA ISHRANA.....	247

<i>Dr Vesna Nađalin, Dr Aleksandra Šućurović, Dr Danijela Jašin</i> ULOGA I ZNAČAJ ANTIOKSIDATIVNOG DEJSTVA FENOLNIH JEDINJENJA IZ BILJNIH NAMIRNICA NA LJUDSKO ZDRAVLJE	256
<i>Nataša Zec, M.Sc.</i> FOTOLITIČKA I FOTOKATALITIČKA RAZGRADNJA PINDOLOLA	264
<i>Dr Milana Drašković</i> BOJA SEMOLINE	271
<i>Dr Milana Drašković</i> PROCENA KVALITETA SEMOLINE MIKSOLABOM.....	279
<i>Dr Matilda Lazić, Dragan Halas, M.Sc.</i> MOGUĆNOSTI ZA PETROHEMIJSKU VALORIZACIJU PIROLITIČKOG BENZINA KAO SPOREDNOG PROIZVODA PRI DOBIJANJU ETILENA	287
<i>Dr Matilda Lazić, Dragan Halas, M.Sc., Dr Duško Salemović</i> PUTEVI ISKORIŠĆENJA ATMOSFERSKOG OSTATKA U RAFINERIJAMA NAFTE	293
<i>Dr Milenko Stašević, Dr Ljubica Lazić Vulićević, Dr Aleksandar Rajić</i> PREOSTALI VEK KONSTRUKCIJE TORNJA POSTROJENJA ZA ISTRAŽIVANJE NAFTE I GASA	299
<i>Dr Aleksandar Rajić, Dr Ljubica Lazić Vulićević, Dr Milenko Stašević</i> NUMERIČKA SIMULACIJA PROCESA BRIZGANJA VOŠTANOG MODELA IMPLANTATA KOLENA	307
<i>Leonardo Brenda, spec.ing., Predrag Mošorinski, M.Sc., Dr Lazo Manojlović</i> MEHATRONIČKI SISTEMI U MODERNIM ELEKTROMOTORNIM POGONIMA	315
<i>Vekić Milan, struk.inž., Dr Duško Salemović</i> IDEJNO REŠENJE POGONA ZA PRERADU LEŠNIKA.....	323
<i>Spec. Veselin Mulić, Dr Željko Eremić, Julija Mulić</i> INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I EKONOMIKA MAŠINSKIH SISTEMA	331
<i>Dr Lazo Manojlović</i> JEDNOSTAVAN SAMONAPAJAJUĆI SENZOR ZA PRAĆENJE POZICIJE SUNCA	339

<i>Vladimir Todorović, M.Sc., Dr Milovan Lazarević</i> DISTRIBUCIJA ZASNOVANA NA IDENTIFIKACIONOJ TEHNOLOGIJI U LANCIMA SNABDEVANJA HRANOM	347
<i>Dr Mirjana Ševaljević, Dr Tatjana Nikolin, Miladin Ševaljević, M.Sc.</i> TERMODINAMIČKI PRISTUP MEHANIZMU UKLANJANJA ULJA I MASTI NA BAZI REZULTATA KONTROLE PREČIŠĆAVANJA INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA.....	354
<i>Petar Ševaljević, M.Sc., Dr Tatjana Nikolin, Dr Mirjana Ševaljević</i> DIJAGNOSTIKA DEPOLARIZACIONIH POTENCIJALA KOJI KONTROLIŠU PROCESE UKLANJANJA MASTI I ULJA IZ ZAULJENIH INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA	363
<i>Vukoman Maksimović</i> LJUDSKA ZAGAĐENJA I POSLEDICE	373

PREDGOVOR

Kao relativno mala i ekonomski slabije razvijena zemlja Srbija se nalazi pred posebnim izazovima, kako u sferi ekonomije, tako i u upravljanju nad svojim ukupnim resursima. Njeni resursi su predmet interesa razvijenih, ali i zemalja u razvoju. I to nisu u pitanju samo prirodni, već i ostali resursi, a pre svega ljudski. Treba imati na umu da nova radna mesta generisana od strane stranih direktnih investicija, nisu uvek garancija prosperiteta, naročito kada je cena koja se plaća u ekološkom otisku, previsoka.

Evropski parlament je usvojio set zakona vezanih za cirkularnu ekonomiju (CE), kojima se utvrđuju novi, pravno obavezujući modeli upravljanja otpadom (ciljevi i rokovi za reciklažu otpada i količine otpada koje smeju da se deponuju). U Srbiji, oblast CE nije dovoljno istražena a rezultati postignuti u praksi su mali pa je ekonomija, još uvek, orijentisana na tradicionalni, linearni, način proizvodnje i potrošnje. Potreba za povećanjem konkurentnosti na svetskom tržištu, svetski trendovi u ekonomiji i ekologiji i evropske integracije, nalažu orijentaciju ka CE. Uvođenje koncepta CE je uslov transformacije privrede i intenzivnijeg uključivanja u evropske i svetske privredne tokove. Stoga je potrebno identifikovati i ukloniti normativne prepreke sa kojima se kompanije suočavaju u unapređenju svoje orijentacije ka CE.

Koncept CE je baziran na pretpostavci upotrebe resursa u proizvodnji i potrošnji na način koji povećava trajanje vrednosti proizvoda, smanjuje troškove u proizvodnji i potrošnji na minimalni nivo, otpadni materijal, koji može biti ponovo upotrebljen se vraća u proizvodni proces kako bi se stvorila nova vrednost.

Uvođenje koncepta CE je nastalo iz potrebe da se definiše novi pristup koji integriše ekonomiju i sistem upravljanja otpadom, vodi obnovi ekosistema i daje odgovor na narastajuće potrebe čovečanstva za zdravijom životnom sredinom, čistijim izvorima energije i usporavanjem iscrpljivanja mineralnih resursa.

Primena CE ima niz pozitivnih efekata: doprinosi privrednom rastu, povećanju broja radnih mesta i očuvanju prirodnih resursa; daje novu vrednost proizvodu, minimizira otpad i utiče na navike potrošača; zahteva proizvode koji su bezbedni i ekološki prihvatljivi; smanjuje uticaj korišćenja resursa na životnu sredinu, podstiče inovacije i doprinosi održivom razvoju; zahteva promene u konstrukciji, dizajnu, tehnologiji

proizvodnje, kvalitetu i pakovanju proizvoda; doprinosi povećanoj konkurentnosti na tržištu i opštem društvenom napretku.

Neophodno je: intenzivirati istraživanja u oblasti CE, podizati nivo ekološke svesti o potrebi upravljanja otpadom i recikliranja; osmisliti i realizovati projekte koji će podržati prelazak na CE; uključiti subjekte iz javnog i privatnog sektora i građane, vladine i nevladine organizacije, nadležna ministarstva i ustanove, sa posebnim akcentom na obrazovne ustanove.

Uvođenje koncepta CE je signal za privredne organizacije da transformišu poslovnu politiku, tehnološke procese, proizvodne strukture i proizvodne programe. Za uvođenje i omasovljenje CE neophodno je: usvajanje zakonske regulative u toj oblasti; transfer znanja ka svim subjektima koji mogu doprineti razvoju koncepta CE (proizvođači, potrošači, obrazovne ustanove ...); koordinacija aktivnosti svih subjekata na tom planu; promena navika u potrošnji i rukovanju otpadom; energetska tranzicija ka obnovljivim izvorima energije; obezbeđenje finansijskih izvora za transformaciju linearne u CE.

Platforma za uvođenje CE u Srbiji treba da omogućiti: izgradnju strateškog partnerstva sa privatnim sektorom u cilju ubrzane tranzicije ka CE; model finansijske podrške za tranziciju ka CE; izgradnju mreže subjekata zainteresovanih za prelazak na CE i društveni dijalog za prelazak na CE.

Upravljanje otpadom na efikasniji način je prvi korak ka CE, u kojoj je neophodno da se svi proizvodi recikliraju ili koriste više puta. Pri prelasku na CE neophodno je uspostaviti sistem praćenja u cilju: definisanja jedinstvenih indikatora uspeha; ocene adekvatnosti preduzetih mera; razumevanja elemenata CE; unapređenja modela CE i određivanja novih prioriteta u skladu sa dugoročnim ciljevima CE.

Uvođenje koncepta CE u Srbiji je u početnoj fazi, a rezultati su skromni. Još uvek je veliki raskorak između znanja eksperata u oblasti CE i primene tih znanja. To je delimično posledica ekonomske situacije, nasleđa prošlosti i u mnogim slučajevima, nedostatka preduzimljivosti i hrabrosti da se pristupi promenama. Bitno je da sazreva svest o značaju CE, o uticaju CE na privredni razvoj i celo društvo. CE ima za krajnji cilj dostizanje višeg nivoa kvaliteta života.

Kao nova poslovna paradigma CE, uvažava ograničenost pre svega prirodnih, ali i ostalih resursa, kao i osetljivost prirode na čovekove ekonomske aktivnosti. Da bi CE mogla u potpunosti da se inkorporira kao

poslovna paradigma, neophodne su institucionalne i kulturološke promene, kao i tehnološke inovacije i stabilan regulatorni okvir. Neophodna je tešnja saradnja izvršne vlasti i privatnog sektora. Razvijene zemlje uveliko implementiraju cirkularni model ekonomije.

Srbija bi modelom CE dobila šansu za razvoj, a njeni građani ekološku bezbednost, „zelena” radna mesta, novi kvalitet vode i vazduha, zdravu hranu i novi kvalitet života, a što je najznačajnije i veću upošljenost stanovništva. Socijalni kapital nacije je takođe investicija bez koje nema budućnosti. Preduzetnici u cilju uspostavljanja naprednih sistema za upravljanje otpadom, uzimaju u razmatranje brojne elemente kao što su zakonska regulativa, društveni faktori, dostupne tehnologije, zatim finansijske aspekte i uslove koji vladaju na tržištu. Srpska privreda treba da ide putem razvoja svetskih društvenih i tržišnih trendova, te je nova prilika da se smanji vremenski jaz između tehnološkog i privrednog zaostatka (procenjenog na 15 – 40 godina) uvođenjem najnovijih sistema, tehnologija i proizvoda. U ovom trenutku implementacija CE je nominalno skuplja, ali se benefiti mogu očekivati mnogo ranije, budući da bi se Srbija pridružila pionirima u uvođenju koncepta i stvaranju cirkularnog tržišta, te i drastično smanjila neophodne tranzicione troškove koji se predviđaju u budućnosti. Srbiji je potrebna nova razvojna strategija. Potrebno je da se pokrene investicioni ciklus u CE jačajući svoju energetska bezbednost efikasnošću proizvodnje, energijom iz otpada, energetske zgradarstvom, održivim transportom i organskom poljoprivredom.

Današnja (ne)odgovornost u odnosu na načine korišćenja (prirodnih) resursa, ostaviće dugoročne posledice, kako na ekonomski, tako i na širi društveni položaj Srbije. Zato su prvi koraci zasnovani na principima CE, bez obzira koliko su mali, od velikog značaja za budućnost, u kojoj će stići na naplatu svi računi koji se danas prave.

Za temu skupa PIM8 izabrana je CE zbog svoje važnosti za održivi privredni rast i razvoj, zaštitu životne sredine i usporavanje iscrpljivanja mineralnih resursa. Tematika je namenjena kako stručnoj javnosti tako i onima koja ova problematika interesuje zbog namere uvođenja koncepta CE u svoju poslovnu praksu.

Očekuje se da Skup PIM8 da doprinos stvaranju novog obrasca ponašanja i orijentaciji na CE i doprinose boljem razumevanju elemenata CE. Uz učestvovanje domaćih i stranih autora na skupu PIM8 stvorena je dobra osnova za unapređenje znanja u oblasti CE i date su podloge za razvoj koncepta CE u Srbiji. U Zborniku radova su predstavljeni radovi u kojima je obrađeno mnoštvo tema, sa različitih aspekata, ponuđena su

globalna a i konkretna rešenja na planu uvođenja koncepta CE. Naglašeno je da je CE značajan faktor održivog privrednog i društvenog razvoja. Najveći doprinos realizaciji naučno stručnog skupa PIM8 dali su autori radova i volonteri, na čemu su im Programski i Organizacioni odbor zahvalani.

Dr Mile D. Lovre, Predsednik Programskog odbora

Zrenjanin, april, 2019.

PLENARNI DEO

Dr Robert Molnar¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjaninu

Cirkularna ekonomija – Nova poslovna paradigma

Circular Economy – A New Business Paradigm

Rezime:

Na samim začecima civilizacije, priroda je imala presudan značaj u životima naših predaka. Uskladiti svoj život sa njom, bilo je pitanje opstanka. Međutim, kako je čovek počeo da stvara viškove u proizvodnji i uvideo da time može sebi obezbediti lagodniji život, usklađenost sa prirodom je polako ispadala iz fokusa. Čovekove privredne i druge aktivnosti, su tokom istorije dovele do toga da su priroda i životna sredina toliko degradirani, da je čovekov opstanak direktno doveden u pitanje. Iz tog razloga je neophodna nova paradigma u poslovanju, paradigma koja će omogućiti da se privredne, ali i uopšte sve čovekove poslovne aktivnosti usklade sa ritmom prirode i planete u celini, a profit izmesti u drugi plan. Cirkularna ekonomija može biti odgovor na ove izazove. Međutim, za mnoge manje razvijene i nerazvijene zemlje, primena „cirkularnog“ modela je naizgled luksuz koji one ne mogu da priušte u trci za sopstvenom konkurentnošću na međunarodnom planu. Ovo je zamka koja, za te zemlje, dugoročno može ostaviti nesagledive posledice.

Ključne reči: Cirkularna ekonomija, resursi, viškovi u proizvodnji, poslovna paradigma, prirodna sredina.

Abstract:

At the very beginning of civilization, the nature had a crucial importance in the lives of our ancestors. To harmonize the own life with her, it was a matter of survival. However, as the man began to produce surpluses in production, and realized that this can provide a cozy life for him, compliance with nature is slowly falling out of focus. The man's business and other activities, historically have led to the fact that the nature and the environment is so degraded that human survival is directly jeopardized. For this reason it is necessary to introduce a new paradigm in business, the paradigm that will allow the economic and all human business activities in general, to comply with the rhythms of nature and the planet as a whole, and relocate the profit to the background. Circular economy may be the answer to these challenges. However, for many less developed and developing countries, circular model implementation is apparently a luxury, that they can't afford, in the race for their own competitiveness on the international arena. In the long run, this is a trap for these countries that can leave unforeseeable consequences.

Keywords: Circular economy, Resources, Surpluses in production, Business paradigm, Natural environment.

¹ robert.molnar@vts-zr.edu.rs

Uvod

Od svojih prapočetaka čovek je u zadovoljavanju sopstvenih potreba menjao pristup u eksploataciji resursa, pre svega prirodnih, ali isto tako i ljudskih i društvenih.

O ekonomiji može da počne da se priča od momenta kada je čovek počeo da stvara viškove u proizvodnji. Od tada, do današnjih dana su se razvijali različiti načini, koncepti, modeli, pa i paradigme, kako pospešiti proizvodnju (tržišnih) viškova i za šta ih razmeniti.

S druge strane, već u svom antičkom poreklu korena reči, ekonomija predstavlja skup pravila za vođenje domaćinstva/ gazdinstva. I upravo u tome se i kriju tajne ekonomske uspešnosti pojedinca, ekonomskih subjekata, ali i šire zajednice u kojoj svi oni funkcionišu. KAKO i KOLIKO resursa koji stoje na raspolaganju će se KADA i na ŠTA upotrebiti/potrošiti, je ostalo večito pitanje na koje ni savremeni čovek nije uspeo da pronađe konačan odgovor. Kada se ovim pitanjima doda i zabrinutost za PRIRODNU RAVNOTEŽU, čini se da je odgovor još dalji.

U ovom radu će se obraditi dva osnovna poslovno-ekonomska modela, koji su postali prave poslovne paradigme savremenog čoveka, a to su tzv. „linearni” i „cirkularni”. U okviru toga, razmotriće se i uloga koju ima država, kako u promociji, tako i u primeni ovih modela, a sve u cilju da se ukaže na neophodnost promene poslovne „linearne” paradigme, koja je još uvek dominantna.

1. „Linearna” ekonomija

Poslovni i ekonomski model postavljen još u Prvoj industrijskoj revoluciji, a koji se bazirao na dostupnosti velike količine jeftinih prirodnih resursa polako odlazi u istoriju, barem u razvijenim zemljama. Ovaj, tzv. „linearni” model nije mogao biti održiv iz više razloga, a pre svega, zbog (ne)dostupnosti mnogih neobnovljivih resursa (metali, minerali, fosilna goriva i dr.), kao i zbog regenerativnih kapaciteta obnovljivih resursa (zemljište, šume, voda i dr.) [1].

„Linearni” model funkcioniše po sledećem principu:

uzmi → napravi → koristi → odloži/baci

Iz prethodnog prikaza se odmah uočavaju osnovne slabosti ovakvog modela, kao što su nekontrolisano iskorišćavanje (prirodnih) resursa, nagomilavanje otpada, odnosno nepostojanje povratne sprege u samom modelu. Ipak, ovaj model, koji je razvojem industrije, prerastao u

pravu poslovnu paradigmu, tokom vremena je doživljavao samo svoje „kozmetičke“ promene. Međutim, suština je uvek ostajala ista, jer u spomenutom lancu nije bilo adekvatne povratne sprege. Naime, u zavisnosti od cilja koji se želeo ostvariti, a skoro uvek je profit bio dominantan, ulazilo se u određene korekcije modela, i to najčešće u fazi „*napravi*“. Raznim uštedama su se pokušavali, najpre nad korišćenim materijalima, smanjiti troškovi proizvodnje. Zatim, kada se akcenat stavljao na smanjenje utrošene energije za proizvodnju jedinice proizvoda, korigovan je čitav lanac od projektovanja do distribucije proizvoda. Čak ni „ekonomija obima“ nije dala dugoročno pozitivne efekte, na globalnom nivou. Čovek jednostavno nije mogao da zanemari konačnost i ranjivost prirode.

U poslednjih nekoliko decenija, razvijali su se poslovni modeli s ciljem unapređenja odnosa između proizvodnje i prirodnog okruženja. Međutim, i to su uglavnom bili pasivni odnosi, koji su se držali početne „linearne“ poslovne paradigme. Krenulo se od kontrole zagađenja, kao posledice proizvodnih aktivnosti, nastojeći da se smanji količina različitih vrsta emisija u okruženje. Kasnije su se naponi usmerili ka prevenciji, razvijajući čistije tehnološke i proizvodne procese, kao i „čistije“ proizvode.

Tek uvođenjem **sistenskog načina razmišljanja**, „linearne“ poslovna paradigma je počela ozbiljno da se uzdrmava. Najpre se fokus usmerio u sferu upravljanja gde je važnost usmerena na tzv. eko-efikasnost. Kasnije je uveden koncept „životnog ciklusa“ u načinu razmišljanja, da bi se konačno stiglo do proizvodnje u „zatvorenom krugu“, što predstavlja začetak cirkularne ekonomije, kao nove poslovne paradigme [2].

2. Koreni „cirkularne“ ekonomije

Još krajem XVIII veka, engleski sveštenik Robert Maltus, je posmatrajući društveno-ekonomska kretanja izazvana industrijskom revolucijom, postavio svoju teoriju o eksponencijalnom rastu populacije nasuprot linearnom porastu proizvodnje hrane, a koja ukazuje na neumitan manjak hrane u budućnosti [3]. Ovom teorijom, on je jedan od prvih mislilaca koji su izrazili sumnju u ružičaste perspektive razvoja ljudskog društva.

U decenijama koje su usledile, „blagodeti“ industrijalizacije su skrenule pažnju sa Maltusove teorije. Epidemije raznih bolesti, (svetski) ratovi, i druga društvena kretanja, pokazala su da svetska populacija ne raste eksponencijalno, već da poprima tendenciju rasta po „S“ krivoj [4],

kao i da je razvojem nauke i tehnologije, čovečanstvo ipak u mogućnosti da obezbedi neophodnu količinu hrane za sebe.*

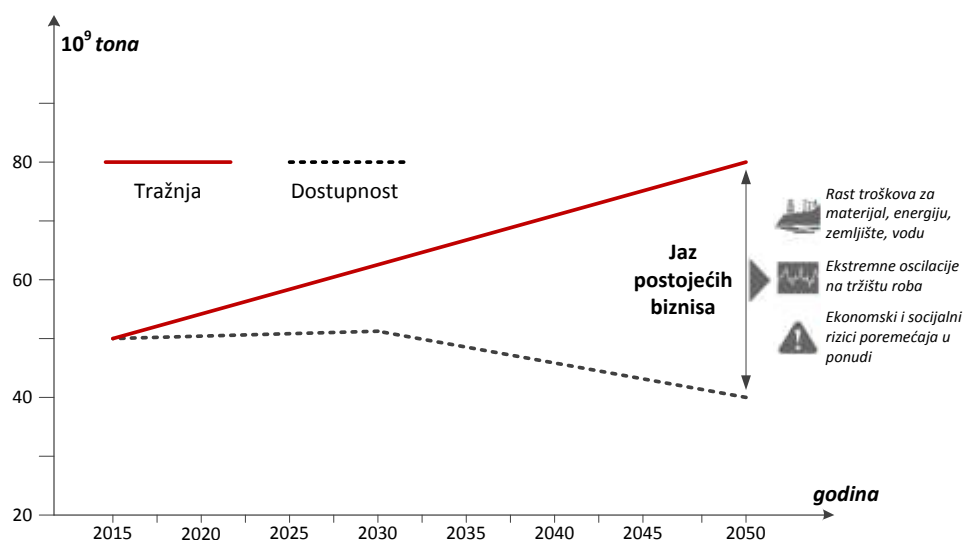
Ipak, krajem 60ih i početkom 70ih godina XX veka, negativni efekti industrijalizacije i ekonomskog rasta više nisu mogli da se zanemare i sve više su počeli da privlače pažnju stručne i naučne javnosti. Tako je Kenet Bulding uporedio planetu Zemlju sa svemirskim brodom i utvrdio da je je preduslov za održiv ljudski život na Zemlji, upravo kružni ekonomski sistem [5].

U skladu sa pretpostavkom da je život na Planeti postavljen u određene granice, pre svega po pitanju prostora i kapaciteta, došlo se do zaključka da ekonomski rast ne može trajati večno i da će se pre ili kasnije dostići njegovi limiti [6]. U prvi plan izbijaju problemi kao što su zagađenje i iscrpljivanje resursa, pa se izražava zabrinutost da industrijalizacija i njene posledice mogu predstavljati veću pretnju za budućnost čovečanstva nego prenaseljenost, odnosno manjak hrane.

Nešto kasnije, u Izveštaju Rimskog kluba se zaključuje da su posledice industrijskog rasta prouzrokovale neodržive trendove po pitanju ograničenosti resursa, prirodnog priraštaja, proizvodnji hrane, zagađenju. Procena je bila da će se granice rasta doseći u sledećih sto godina, a jedna od najverovatnijih posledica će biti iznenadni i nekontrolisani pad populacije i industrijskih kapaciteta [7].

Razvijeni scenariji ukazuju na to da je situacija po pitanju tražnje za resursima neophodnih za industrijsku proizvodnju, ali i za zadovoljavanje potreba i želja čovečanstva, iz dana u dan sve veća. Ukoliko se ovaj trend nastavi, svetska privreda će se suočiti sa velikim jazom između ponude i tražnje, kao što je prikazano na *Slici 1*. Kako prirodni resursi postaju sve oskudniji, to neminovno dovodi do povećanja njihove cene, što navodi kompanije da ozbiljno razmotre promene svojih poslovnih modela.

* Čovečanstvo sa trenutnim ukupnim kapacitetima za proizvodnju hrane (prirodni i drugi resursi) može da se prehrani. Problem je što ti kapaciteti nisu ravnomerno raspoređeni, pa se trenutno oko 1/3 proizvedene hrane baca, odnosno ne pojede, dok s druge strane, nešto više od 10% čovečanstva gladije (izvor: FAO).



Slika 1. Narastajući jaz između održive dostupnosti resursa i tražnje²

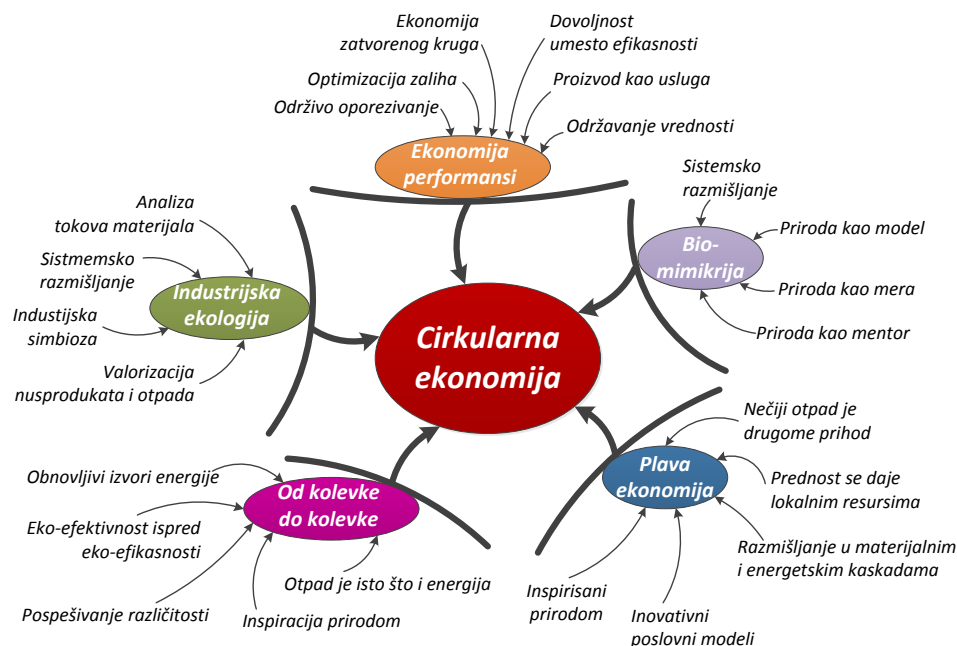
S druge strane, ekološki otisak i biokapacitet, kao indikatori održivog razvoja, ukazuju da čovečanstvo danas, koristi ekvivalent od 1,7 planete Zemlje, kako bi obezbedilo resurse koji se koriste, ali i da apsorbira sav otpad. To znači da je danas Zemlji potrebna jedna godina i 6 meseci da regenerira ono što ljudske aktivnosti rezultuju u jednoj godini!³

Neophodnost promene dosadašnjeg modela je očigledna. Sistemski pristup i uključivanje povratne sprege u lanac vrednosti proizvodnje se nameće kao neophodnost. U skladu sa time, prethodni „linearni” model je počeo da evoluirati i razlikuje se 5 osnovnih teorija koje su ugrađene u model cirkularne ekonomije [8]. One su:

1. **Industrijska ekologija** [9],[10],
2. **Od „kolevke do kolevke”** [11],[12],
3. **Ekonomija performansi** [13],[14],
4. **Plava ekonomija** [15], i
5. **Biomimikrija** [16].

² Lacy, P. et al (2014). *Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World Without Limits to Growth*. Dublin: Accenture, pp. 9.

³ Navedeno prema: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>



Slika 2. Uticaj različitih poslovnih koncepata na razvoj „cirkularnog“ modela

3. Koncipiranje „cirkularne“ ekonomije

U prirodnom ekosistemu postoji opšta povezanost. Pod ekosistemom se podrazumeva zajednica živih i neživih elemenata koji su u međusobnoj interakciji, ali i u interakciji sa svojim okruženjem u kojem se nalaze živi organizmi, voda, minerali, zemljište, sunčeva toplota i svetlost, kao i drugi elementi. Ovi elementi/organizmi utiču jedni na druge i međusobno se nadmeću i sarađuju, deleći i stvarajući resurse i konačno, zajedno se razvijaju. Ukoliko pak, dođe do spoljašnjih poremećaja, oni se zajednički prilagođavaju. Svi elementi funkcionišu zajednički čineći uravnotežen sistem [17]. Dosadašnji „linearni“ ekonomski model je prouzrokovao velike poremećaje u pomenutoj ravnoteži, i prilagođavanje ostalih elemenata ekosistema je sve problematičnije. Iz tog razloga javila se neophodnost promene čitave poslovne paradigme.

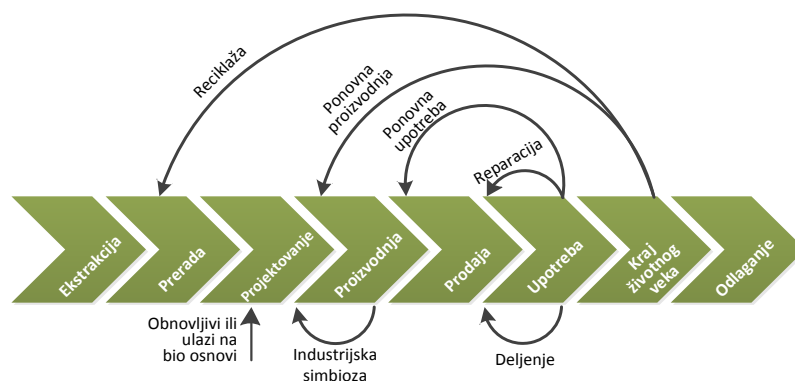
Model cirkularne ekonomije je baziran na principu:

uzmi* → napravi → koristi → vrati**

* iz prirode i/ili nakon korišćenja

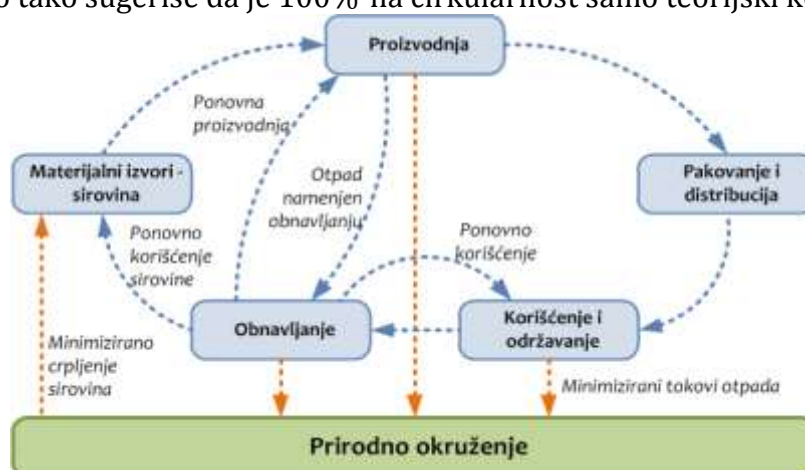
** u proizvodnju i/ili u prirodu

Na *Slici 3* prikazani su neki od „cirkularnih“ poslovnih modela koji funkcioniraju u različitim delovima lanca vrednosti.



Slika 3. Mesto pojedinih cirkularnih poslovnih modela u lancu vrednosti [18]

Posredstvom *Slike 4*, prikazan je cirkularni poslovno-ekonomski model. Na slici su uočljive brojne petlje, koje obezbeđuju cirkularnost, ali se isto tako sugeriše da je 100%-na cirkularnost samo teorijski koncept.



Slika 4. Proizvodni sistem u „zatvorenom krugu“ [2]

Prema nekim istraživačima, postoji 8 glavnih cirkularnih ekonomskih procesa koji mogu biti klasifikovani u 3 velike kategorije. Ovi procesi nisu isključivi, čak šta više oni su međusobno povezani [19]:

A) Manje korišćenje primarnih resursa

1. Reciklaža
2. Efikasno korišćenje resursa
3. Korišćenje obnovljivih izvora energije

B) Održavanje najviše vrednosti materijala i proizvoda

4. Ponovna proizvodnja, obnavljanje i ponovno korišćenje proizvoda i komponenata
5. Produžetak životnog veka proizvodima

C) Promena obrazaca korišćenja

6. Proizvod kao usluga
7. Modeli podele
8. Promena u obrascima potrošnje

4. Izazovi i barijere uvođenju cirkularne ekonomije

Prelazak sa „linearne” na „cirkularnu” ekonomiju zahteva velike promene ne samo u privredi već i u društvu, u celini. Ovaj prelazak u osnovi može biti iniciran sa različitih mesta, pre svega od strane samog biznis sektora, ali isto tako i od strane konkretnih država, odnosno regulatornog okvira koji kreiraju.

Promena poslovnog modela konkretnih privrednih subjekata, se u osnovi vrši zbog traganja za mogućnošću ostvarivanja većeg profita ili pod pritiskom regulatornog okvira. Kompanije, a naročito one velike, nerado menjaju svoje obrasce ponašanja. Njihove strategije, strukture, procesi i lanci snabdevanja su duboko ukorenjeni u „linearni” poslovno-ekonomski model rasta [20]. Dva osnovna razloga za to su: dodatni troškovi, ali i mogući otpori promenama unutar same kompanije, jer u svakoj tranziciji postoje pobednici i gubitnici. Dakle, podsticaj za promenu dolazi spolja, i to sa tržišta (prevashodno od strane kupaca), ali i od konkurencije. U zavisnosti od uloge koju konkretna kompanija ima u lancu vrednosti, podsticaj može doći i od drugih aktera u lancu, npr. od strane dobavljača.

Veoma snažan podsticaj za promenu „linearne” poslovne paradigme i svega što ona pod tim podrazumeva, svakako da su narastajući troškovi prirodnih resursa. Međutim, promena se ne može odnositi samo na konkretnu kompaniju, već se mora sagledati šire, uzimajući u obzir i sve ostale aktere u lancu vrednosti, kao i vreme potrebno za sprovođenje ove tranzicije. Pri ovome treba u obzir uzeti i druge ekonomske i socijalne rizike.

Veliki podsticaj na uvođenje CE predstavlja i razvoj nauke i tehnologije, oličen u Industriji 4.0. Ona je po svojoj suštini različita jer se karakteriše širokim spektrom novih tehnologija koje objedinjavaju fizički, biološki i digitalni svet. Glavne karakteristike Industrije 4.0 su:

- Razvoj nano- i bio-tehnologije;

- Prelazak sa fosilnih na obnovljive izvore energije;
- 3-D štampa;
- Razvoj IoT (Internet of Things);
- Razvoj „pametnih“ proizvoda, fabrika, zgrada;
- Razvoj autonomnih saobraćajnih sredstava;
- Dalji razvoj proizvodnog menadžmenta (permanentni kontroling; direktna komunikacija proizvođač/projektant i korisnik/klijent, poboljšanja radnog okruženja i dr.) i dr.

Nasuprot podsticajima, institucionalne barijere mogu usporiti prelazak na cirkularnu ekonomiju. Nedostatak ili neadekvatna regulativa u zaštiti životne sredine, energetske efikasnosti i dr., kao i njeno slabo sprovođenje mogu direktno uticati na nezainteresovanost kompanija za investiranje u „cirkularnost“. U najgorem slučaju, propisi mogu biti i takvi da se kompanije ograničavaju da koriste nusprodukte drugih kompanija kao svoje ulaze. S druge strane, država može imati i stimulišuću ulogu u prelasku na cirkularnu ekonomiju, tako što će tako kreirati regulatorni okvir, da se ona promoviše i stimuliše različitim podsticajima. Što se tiče ostalih barijera, svakako treba imati na umu jake interese tzv. CO₂ industrije, zatim, neinovativnost, nedostatak finansija, zastarele poslovne navike i procedure, nerazumevanje čitavog koncepta/paradigme, ali i neodgovorno ponašanje institucija, građanstva i drugih aktera.

Ipak, čini se da je prelazak na cirkularnu ekonomiju, moguć samo uz saradnju biznis i vladinog sektora. Uloga NVO sektora treba da bude u javnom zagovaranju, promociji, ali i u edukaciji aktera uključenih u različite lance vrednosti konkretnih industrija.

5. Srbija i cirkularna ekonomija

Srbija je suočena sa dodatnim izazovima u procesu tranzicije ka „cirkularnoj“ ekonomiji. Kao relativno mala zemlja u razvoju, sa BDP koji ga svrstava u red najsiromašnijih zemalja u Evropi, jasno je da nekih većih podsticaja za opšti prelazak na cirkularnu ekonomiju, nema.

U traženju svog puta ka ekonomskom rastu, Srbija se, pre svega opredelila za strane direktne investicije (SDI). Od njih se s pravom očekuje da proizvedu pozitivne efekte. Međutim, SDI imaju i svoje negativne efekte koji se najčešće ogledaju u negativnom uticaju na životnu sredinu, eliminisanje domaće konkurencije i dr. Nepoštovanje ekoloških propisa, sa ionako niskim ekološkim standardima, kao i neevidentiranje troškova u vezi sa njima najčešće nisu ni predmet ozbiljnih analiza [21]. Ukoliko se uzme u obzir da su veliki strani ulagači

u Srbiji svoje aktivnosti u sferi I&R „zaboravili” da donesu sa svojim investicijama, kao i da proizvodi u tako otvorenim industrijskim pogonima najčeće spadaju u red niskotehnoloških, odnosno sa malom dodatkom vrednošću, opravdano se postavlja pitanje koliko su SDI zaista generatori ekonomskog rasta. U takvoj situaciji teško se može i govoriti o uvođenju cirkularne ekonomije u privredni život Srbije.

Ipak, određena regulatorna usaglašavanja sa EU su učinjena, i kao prvi korak ka cirkularnoj ekonomiji predstavljaju mere koje su podrška načelu hijerarhije upravljanja otpadom, a posebno prevenciji nastanka otpada. Međutim, u Srbiji je i dalje dominantan „linearni” ekonomski model, u kojem se sistemsko tretiranje otpada procenjuje na 5-7%, udeo korišćenja energije iz obnovljivih izvora na oko 21%. Ovome svakako treba dodati i veoma nizak nivo svesti o cirkularnoj ekonomiji, i održivom razvoju uopšte [22].

Što se tiče konkretnih primera dobre prakse cirkularne ekonomije u Srbiji, činjenica je da oni u nekom inicijalnom obliku postoje na mikro nivou. Najčešće se kao primeri navode oni u domenu reciklažne industrije (plastika, guma, tetrapak,...). Ovde treba napomenuti, da je reciklaža samo jedan od procesa, odnosno krugova/petlji u cirkularnom modelu. Na višem stepeniku „cirkularnosti” svakako da je Poslovni sistem *Global Seed* iz Čuruga, koji je korišćenjem prirodnih metoda, baziran na lokalne izvore energije i repromaterijala, uspostavio potpuno zatvoreni sistem biljne i stočarske organske proizvodnje, kao i „zelene” energije [23].

Zaključci

Na početku XXI veka, „tradicionalne” i „tehnološke” kulture su počele da se susreću. Cirkularna ekonomija, kao nova poslovna paradigma, uvažava ograničenost pre svega prirodnih, ali i ostalih resursa, kao i osetljivost prirode na čovekove ekonomske aktivnosti. Da bi cirkularna ekonomija mogla u potpunosti da se inkorporira kao poslovna paradigma, neophodne su institucionalne i kulturološke promene, kao i tehnološke inovacije i stabilan regulatorni okvir. Takođe je neophodna tešnja saradnja vlada i biznisa [24].

Razvijene zemlje, na „domaćem terenu”, uveliko implementiraju „cirkularni” model, koji je već postao prava paradigma u modernom poslovnom svetu. Međutim, svoj ekonomski rast i razvoj one i dalje baziraju na eksploataciji resursa (ne samo prirodnih) nerazvijenih i manje razvijenih zemalja.

Srbija, kao relativno mala i ekonomski slabije razvijena zemlja se nalazi pred posebnim izazovima, kako u sferi ekonomije, tako i u upravljanju nad svojim ukupnim resursima. Njeni resursi su „napadnuti”, od strane razvijenih, ali i zemalja u razvoju. I to nisu u pitanju samo

prirodni, već i ostali resursi, a pre svega ljudski. Treba imati na umu da nova radna mesta generisana od strane SDI, nisu uvek garancija prosperiteta, naročito kada je cena koja se plaća u ekološkom otisku, previsoka.

Današnja (ne)odgovornost u odnosu na načine korišćenja (prirodnih) resursa, ostaviće dugoročne posledice, kako na ekonomski, tako i na širi društveni položaj Srbije. Zato su prvi koraci zasnovani na principima cirkularne ekonomije, bez obzira koliko su mali, od velikog značaja za budućnost, u kojoj će stići na naplatu svi „računi“ koji se danas prave.

Osnovno pitanje pri uvođenju cirkularne ekonomije je: „Ko plaća cenu **prelaska?**“. Cenu **ne prelaska**, dugoročno plaćamo svi!

LITERATURA

- [1] Lacy, P. et al (2014). *Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World Without Limits to Growth*. Dublin: Accenture.
- [2] OECD (2009). *Sustainable manufacturing and eco-innovation: Framework, practices and measurement - Synthesis Report*. Paris.
- [3] Malthus, R. T. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. London
- [4] Kahn, H. (1976). *Slijedećih 200 godina*. Zagreb: Stvarnost.
- [5] Boulding, K. E. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. Published in: Jarrett, H. (ed) *Environmental quality in a growing economy: Essays from the sixth RFF forum*, New York, RFF Press, pp. 3–14.
- [6] Forrester, J.W. (1971). *World Dynamics*. Cambridge (Mass.)/USA: Wright-Allen Press.
- [7] Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens III, W. W. (1972). *The limits to growth*. Washington DC: Universe Books.
- [8] Ellen MacArthur Foundation (2015) *Towards the circular economy: Economic business rationale for an accelerated transition*. Dostupno na: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TC_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf. Pristupljeno 12. aprila 2019.
- [9] Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, vol. 2, no. 1, pp. 133–140.
- [10] Erkman, S. (2001). Industrial ecology: A new perspective on the future of the industrial system. *Swiss medical weekly*, Vol. 131, 37-38, pp. 531–538.
- [11] Braungart, M. & McDonough, W. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press.
- [12] Braungart, M., McDonough, W. & Bollinger, A. (2006). Cradle-to-cradle design: Creating healthy emissions – A strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, 13-14, pp. 1337–1348.

- [13] Stahel, W. R. & Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for Tomorrow - The potential for substituting manpower for Energy*. Vantage Press.
- [14] Stahel, W. R. (2013). Policy for material efficiency – sustainable taxation as a departure from the throwaway society. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical and engineering sciences*, Vol. 371, No. 1986.
- [15] Pauli, G. A. (2010). *The Blue Economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*. Taos(NM)/USA: Paradigm Publications.
- [16] Benyus, J. E. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York/USA: Harper Collins Publishers.
- [17] Kelly, E. (2015). *Introduction: Business ecosystems come of age*. Deloitte University Press. Dostupno na:
<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/business-trends/2015/business-ecosystems-come-of-age-business-trends.html> Pristupljeno 12. aprila 2019.
- [18] OECD (2018). *Business Models for the Circular Economy – Opportunities and Challenges from a Policy Perspective*. Paris.
- [19] Rizos, V, Tuokko, K. and Behrens, A. (2017). *The Circular Economy: A review of definitions processes and impacts*. Report within the EU funded project “Circular Impacts” in framework of Horizon 2020 Programme.
- [20] Lacy, P. & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. Palgrave Macmillan UK: Kindle Edition.
- [21] Drašković, B. i Milivojević, S. (2016). Zamke razvojne uloge stranog kapitala. Objavljeno u: *Strane direktne investicije i privredni rast u Srbiji* (Red. R. Kovačević i M. Gligorić). Beograd: Naučno društvo ekonomista Srbije sa Akademijom ekonomskih nauka i Ekonomski Fakultet u Beogradu.
- [22] OEBS. *Cirkularna ekonomija kao šansa za razvoj Srbije*. Dostupno na:
<https://www.osce.org/sr/serbia/292311?download=true>. Pristupljeno 14. aprila 2019.
- [23] AarhusNS (2017). *Održiva ekonomija za budućnost: Napredak ka cirkularnoj/održivoj ekonomiji u Vojvodini, pokretači i ometači ekoinicijativa – pregledna studija*. Novi Sad: Aarhus centar Novi Sad.
- [24] van Eijk, F. (2015). *Barriers & Drivers towards a Circular Economy*. Acceleratio. Dostupno na:
<http://www.circulairondernemen.nl/uploads/e00e8643951aef8adde612123e824493.pdf>. Pristupljeno 17. aprila 2019.

Dr Pero Petrović⁴

Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd

Cirkularna ekonomija i preduzetništvo kao faktor održivog privrednog razvoja

Circular economy and entrepreneurship as a factor of sustainable development

Rezime:

U Srbiji, mnogi faktori iz okruženja utiču na konkurentsku poziciju preduzeća. Imajući u vidu velike potencijale cirkularne ekonomije, koji se trebaju koristiti i u Srbiji, neophodno je promeniti stavove prema preduzetništvu i dovesti ga u direktnu podršku ekonomskog rasta i razvoja privrede. Imajući u vidu privrednu reformu teško je predvideti obuhvatnost i vreme uspeha, pozitivne efekte te međuzavisnosti. Preduzetnici, po svom opredeljenju, prednjače u primeni savremenih i vrlo efikasnih informacionih tehnologija. Neophodno je obezbediti strateško planiranje za uvođenje cirkularne (kružne) ekonomije na lokalnom i nacionalnom nivou. Preduzetništvo u sadejstvu sa informacionim tehnologijama su osnova na kojoj se zasniva informatičko društvo i digitalna ekonomija, a iz nje proizilazi integralna cirkularna ekonomija, te zajedno utiču na ubrzani privredni razvoj. Tehnologije, u međuzavisnosti sa preduzetništvom, su omogućile proizvodnju uz niske troškove, efikasniju i produktivniju. Preduzetnici u cirkularnu ekonomiju unose lake i brze inovacije, nove radne procese, nove komunikacione modele. Povratno, preduzetnici utiču da se preko savremenih tehnologija sagledava njen „zeleni“ potencijal da se štede resursi, da se recikliraju odnosno da se maksimalno koriste sa ciljem kreiranja novih, dodatnih vrednosti i podsticanja ekonomskog rasta i razvoja, novih zapošljavanja i, uopšte, podizanje životnog standarda stanovništva. U Srbiji se, u sadašnjoj situaciji, nedovoljno primenjuju principi cirkularne ekonomije i preduzetnici treba da odlučujuće utiču na društvenu svest, naročito političkih struktura koji donose strateške odluke u odnosu na prioritetne sektore razvoja. Istovremeno treba podizati svest menadžera-preduzetnika koji na nivou preduzeća treba da primenjuju pravila zelene i cirkularne ekonomije.

Ključne reči: Cirkularna ekonomija, preduzetništvo, inovacije, konkurentska prednost, održivi razvoj.

Abstract:

In Serbia, many environmental factors affect the company's competitive position. Bearing in mind the great potentials of the circular economy, which should be used in Serbia, it is necessary to change attitudes towards the entrepreneurship and bring it into direct support of the economic growth and development of the economy. Bearing in mind the economic reform, it is difficult to predict the scope and time of success, the positive effects of this interdependence. Entrepreneurs, in their determination, are leading in the application of modern and highly efficient information technologies. It is necessary to provide strategic planning for identifying the circular economy at the local and national level. Entrepreneurship in the field of information technology is the basis on which the

⁴ pera@diplomacy.bg.ac.rs; redovni profesor univerziteta i naučni savetnik

information society and digital economy is based, and it results in an integral circular economy, and together they have an impact on the accelerated economic development. Technologies, in association with the entrepreneurship, have enabled production at low cost, more efficient and more productive. Entrepreneurs in the circular economy bring in light and fast innovations, new work processes, new communication models. In return, entrepreneurs influence modern technology to see its "green" potential to conserve resources, to recycle or to maximize their use in order to create new, added value and stimulate economic growth and growth, new employment and, in general, lifting standard of the population. In Serbia, in the current situation, the principles of circular economy are not sufficiently applied, and entrepreneurs should decisively influence social awareness, especially political structures that make strategic decisions in relation to priority sectors of development. At the same time, the awareness of managerial entrepreneurs should be raised who at the company level should apply the rules of the green and circular economy.

Keywords: Circular economy, entrepreneurship, innovation, competitiveness, sustainable development;

Uvod

Preduzetništvo u Srbiji treba da u okviru cirkularne ekonomije, kao prihvaćenog i efikasnog konceptualnog okvira održivog razvoja, utiče na ubrzaniji rast i razvoj privrede. Inovativno preduzetništvo kreira razvoj novih proizvoda i usluga uz stalnu realizaciju odgovorne upotrebe prirodnih resursa u nenarušenom okruženju, poštujući prirodna ograničenja i neobnovljivost nekih prirodnih resursa.

Preduzetništvo je u međuzavisnosti sa integralnom cirkularnom ekonomijom u bilo kom obliku da se ona javlja (zelena, plava ili ekonomiji održivog razvoja) i zajedno predstallaju platformu "četvrte industrijske reolucije". U suštini, cirkularna ekonomija predstallja proizvodnju uz minimalne troškove i sa minimalnim uticajem na životnu sredinu. Preduzetnici imaju mogućnost privređivanja koje predstallja proces ekstrakcije dostupnih prirodnih resursa, njihovu preradu, oblikovanje u finalne ili poluproizvode, distribuciju i upotrebu i, konačno, odlaganje. Takav model privređivanja je prepoznat kao „linearni model privrede“, u kojoj glavna paradigma glasi: uzmi – napravi/koristi – odloži (eng. take – make/use - dispose). U takvom modelu ekonomije, nakon isteka „životnog veka“ proizvoda, isti se dugo vremena odlagao na deponije, te se zajedno sa eksploatacijom prirodnih resursa povećavala i količina generisanog otpada. Na to upućuju i faze u linearnoj ekonomiji: ekstrakcija resursa, proizvodnja, raspodela, potrošnja, otpad. Stoga, reciklaža i tretiranje otpada predstalljaju prvi veliki korak u promeni načina razmišljanja privrednika i celokupne kulturne orijentacije društva. Linearna ekonomija dobila je svoj suparnički koncept u kojem se, umesto kretanja materije i energije u jednom smeru zastupa kružno

kretanje energije i materije. Cirkularna ekonomija u sadejstvu sa preduzetništvom predstavlja „instrument” za realizaciju ciljeva održivog razvoja i podrazumeva dugoročno ulaganje u sirovinsku i energetska efikasnost, uz smanjenje štetnih emisija, zamenu fosilnih goriva obnovljivim izvorima i proizvodnju i trgovinu održivim proizvodima, čime se zatvara krug „proizvod – otpad – proizvod.”

Preporuke koje su usvojene na vodećim privrednim forumima u Srbiji prenete su lokalnim zajednicama, predstavnicima industrije i građanima kako bi, u skladu sa svojim mogućnostima, usvojili i primenili modele održive proizvodnje i održive potrošnje. Presudnu ulogu u realizaciji tih preporuka, principa kružne ekonomije, imaju preduzetnici.

Efikasnom primenom inovacija od strane preduzetnika cirkularna ekonomija nudi novi model „proizvod – otpad - proizvod”. Osnovni izvor ekonomskog rasta jeste što veća ponovna upotreba materijala iz proizvoda koji su završili svoj „životni ciklus” i što manje korišćenje novih resursa. Preduzetnici treba da doprinose da koncept zelene ekonomije i održivog razvoja, postanu principi višeg prioriteta na nacionalnom i regionalnom nivou, a promocija investicija koje generišu razvoj i poštuju ekosistem će znatno smanjiti rizike za životnu sredinu i imati za rezultat brži ekonomski rast i viši životni standard stanovništva.

1. Uvođenja inovacija u cirkularnu ekonomiju i preduzetništvo

U savremenim uslovima poslovanja konkurentnost preduzeća predstavlja najvažniji faktor uspeha na tržištu. Osnovno značenje konkurentnosti podrazumeva sposobnost određenog privrednog subjekta ili entiteta da se nadmeće i upoređuje sa drugima. To je stoga jer je cirkularna ekonomija skup najsavremenijih tehnologija koje imaju za cilj da od postojećih ostataka primarne proizvodnje i proizvoda, korišćenja obnovljivih izvora energije, uz visoko efikasne tehnološke proese sprovede inovativni ekonomski proces i stvori dodatnu vrednost (Cirkularna ekonomija podrazumeva kruženje materijala i njegovu ponovnu upotrebu, čime se istovremeno koristi i drastično manje energije i vode (u nekim slučajevima i preko 90%). U bliskoj budućnosti će doći do rasta cena resursa, rasta troškova za energiju, rasta potreba stanovništva i migracije prema gradovima, a posebno i pogoršanja klimatskog ambijenta na Zapadnom Balkanu koji predstavlja područje srednje visokog rizika. Republika Srbija mora biti spremna i imati odgovor za budućnost [1]. Inoviranje proizvoda, koji su tako dizajnirani da mogu lako da se ponovo upotrebe, rastave, poprave ili recikliraju zasluga je preduzetnika. Pri tome se u proizvodnji koriste obnovljivi

izvori energije. Srbija bi modelom cirkularne ekonomije dobila šansu za razvoj, a njeni građani ekološku bezbednost, „zelena” radna mesta, novi kvalitet vode i vazduha, zdravu hranu i novi kvalitet života. Socijalni kapital nacije je takođe investicija bez koje nema budućnosti. Cirkularna ekonomija nalaže da se ponovo preispita odnos prema prirodnim resursima. Reciklaža je proces izdvajanja materijala iz otpada i njegovo ponovno korišćenje u iste ili slične svrhe. Kompletan proces obuhvata: sakupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorišćenih stvari i materijala. Važno je sortirati otpad prema vrsti, jer se mnoge otpadne materije mogu ponovo iskoristiti ako su odvojeno sakupljene. Sve što može ponovo da se iskoristi, a ne da se odbaci, predstavlja recikliranje, odnosno preradu. Poslovna sofisticiranost, koja je za Srbiju još nepovoljna, uz inovativnost predstavlja ključni faktor uspeha u ekonomijama koje su vođene inovacijama.

Sva preduzeća, i u Srbiji, u odnosu na primenu inovacija mogu se svrstati u tri grupe, po primenu inovacija [4]:

- a) ona koja razvijaju inovacije proizvoda i/ili procesa (bez inovacija u organizaciji i/ili marketingu);
- b) ona koja razvijaju inovacije u organizaciji i/ili marketingu, bez inovacija proizvoda i/ili usluga;
- c) ona koja razvijaju sve tipove inovacija (proizvoda, procesa, organizacije i marketinga) [5];

Kreiranje i primena inovacija predstavlja stvaranje prednosti pred konkurencijom, osiguravanje zapošljavanja i gradnja progresivne budućnosti. U procesu inoviranja izdvajaju se nove tehničke, ekonomski i ekološki zahtevi za investitore u opremu, kao što su minimalni proizvodni troškovi ili što manji uticaj na prirodno okruženje. Sposobnost privrede na stvaranje i uvođenje inovacija razlikuje snažne i efikasne privrede od onih slabijih, izdvajajući ih kao najznačajniji ali ne i jedini faktor. Cirkularna ekonomija predstavlja proces prelaska privrede na efikasniji nivo, a cena stvaranja tih ciklusnih struktura jeste „razbijanje” onih postojećih tromih i neefikasnih učesnika u privredno životu zemlje.

Preduzetnici imaju viziju korišćenja novih tehnologija, ali ako je recept za privredni rast tako jednostavan i očigledan, postavlja se pitanje kada i kako se javlja problem u njenoj primeni? Problem se nalazi u donosiocima odluka, na vlasti odnosno političkim faktorima. U procesu evropskih integracija treba imati u vidu dogovor Evropskog parlamenta i članica EU da se do 2030 godine 32 odsto energije proizvede iz obnovljivih izvora, obavezuje Srbiju da poveća učešće zelene energije u

ukupnom energetsom miksu. Osim vetroparkova, prirodnog gasa, biomasa, koja za sada nije mnogo zastupljena, ima najveći potencijal u Srbiji, udeo od čak 61 odsto u obnovljivim izvorima energije. Resursi su procenjeni na čak 3.405 miliona tona naftnog ekvivalenta, poljoprivredne biomase ima oko 1,67 miliona tona naftnog ekvivalenta, ali stepen njene iskorišćenosti nije veći od dva odsto. Upravo ta iskorišćenost treba da se poveća u reciklažnoj industriji u sadejstvo sa preduzetnicima koji kad je u pitanju reciklažna privreda treba da imaju vodeću ulogu.

2. Nacionalna konkurentska pozicije Srbije i kružna ekonomija

Cirkularna ekonomija, između ostalog, može podići nacionalnu konkurentsku poziciju. Gotovo svi materijali mogu da se recikliraju: papir, karton, plastika, staklo, aluminijum, bakar, gvožđe, keramika, elektronski i električni otpad. Srbija uspešno sprovodi proces upravljanja ambalažnim otpadom i posebnim tokovima otpada, reciklira ukupne količine generisanih guma i akumulatora, a u ambalažnom otpadu ostvareni su predviđeni Nacionalni ciljevi [9].

Srbija ulaže resurse u osnivanje cirkularnog tržišta počevši od 2017. godine, kroz povećanje institucionalnog kapaciteta za podršku takvom razvoju, podizanje društvenog kapaciteta za prihvatanje istog, promenu privrednog sistema ka čistijoj, cirkularnoj ekonomiji i do 2035. godine taj način privređivanja posta-je dominantna paradigma poslovanja u Srbiji sa kojom se ona približava svim svetskim trendovima. Delimična reforma obrazovanja utiče na stvaranje novog profila radnika koja će biti obrazovaniji u oblasti CE, dok tržište postaje strukovno nezavisno. Ulaganjem u obnovljive izvore energije, država i tržište postaju nezavisniji od uvoza fosilnih goriva. Stvaranje modernog tržišta usluga (pre nego proizvoda) postaje evidentno. Takvo tržište naglo raste u na globalnom nivou i predviđanja su da će prelazak na takvo tržište obezbediti stvaranje proizvoda za usluge, koji imaju od 2 do 10 puta veću tržišnu vrednost. Time se Srbija udaljava od procesne industrije i primenom ovog modela ide ka uslužnom tipu privređivanja. U cirkularnoj ekonomiji inovacije koji se odnose na proizvode mogu biti sledeće [9]:

- Osmišljavanje proizvoda jednostavnih za održavanje, popravljavanje, poboljšanje, preradu ili rekliranje (ekološki dizajn);
- Razvijanje potrebnih usluga za potrošače u tom pogledu (usluge održavanja/popravke, itd.);

- Podsticaji i podupiranje potrošača u smanjenju otpada i visokokvalitetnom odvajanju;
- Izgradnja sistema odvajanja i prikupljanja otpada kojima se troškovi recikliranja i ponovnu upotrebu smanjuju na najmanju moguću meru;
- Olakšavanje stvaranja industrijskih klastera kojima se sprečava da nus proizvodi postanu otpad (industrijska simbioza);
- Podsticaj većeg i boljeg izbora za potrošače putem umanjivanja, pozajmljivanja ili deljenja usluga umesto kupovine proizvoda, štiteći istovremeno interese potrošača (u vidu troškova, zaštite, informisanja, ugovornih uslova, aspekata osiguranja, itd.);
- Podsticaj većeg i boljeg izbora za potrošače putem umanjivanja, pozajmljivanja ili deljenja usluga umesto kupovine proizvoda, štiteći istovremeno interese potrošača (u vidu troškova, zaštite, informisanja, ugovornih uslova, aspekata osiguranja, itd.);

Savremeno poslovanje se sve više zasniva na visokoj tehnologiji, posebno informatičkoj. Stoga savremeni preduzetnik mora da poznaje glavne trendove (megatrendove) proizvodnih i upravljačkih tehnologija i da ih uvažava kao ključne činioce u postizanju konkurentske prednosti. Upravo se savremeno poslovanje sve više zasniva na pravno regulisanim i sve više međunarodno standardizovanim i harmonizovanim procedurama. Zbog toga i savremeni preduzetnik, zastupnik cirkularne ekonomije, mora da poznaje logiku kompleksnosti u oblasti zakonodavstva i poštovati legalitet nadležnih domaćih i međunarodnih ustanova i prihvaćenih konvencija, ugovora, sporazuma, itd. Savremeni preduzetnik sve više je okrenut globalnoj poslovnoj sceni. Zbog toga on mora da poznaje međunarodne odnose, veze među zemljama i narodima, različite kulture i privrede i mora biti sposoban da razvija ciljeve i strategije svoga preduzeća u širem kontekstu međunarodnog poslovanja i sve oštrije konkurencije. Nenadmašni talenat za inoviranje, a posebno za imitiranje, velika unutrašnja tržišta i agresivna orijentacija na izvoz, dovoljan su razlog da se preispitaju dosadašnje trajektorije preduzetništva utemeljenog na zapadnoj paradigmi sebičnog individualizma i brzog bogaćenja. Istočnjački koncept racionalnosti, efikasnosti i kooperativnosti pokazuju superiornost nad modelima zapadnjačke konkurentnosti koja je sva u funkciji maksimalizacije profita kao najvažnijeg, a neretko i jedinog merila uspeha. Sa aspekta cirkularne ekonomije u neprestanom sukobu su inovativnost, promene i kreativna destrukcija kao i otpor svakoj vrsti promene. Preduzetništvo,

inovacije i permanentno sticanje znanja, ličnog i kolektivnog, je put razvoja privrede i društva.

3. Cirkularna ekonomija i privredni rast

U procesu evropskih integracija Srbije treba imati u vidu vrlo značajno područje unapređenja životne sredine odnosno ekologiju. Sa aspekta privrednog rasta ulaganja u ekologiju utiču na njega tako što podižu stopu rasta. Međutim, Srbija se već dugi niz godina nalazi među najzagađenijim zemljama, a na ovu činjenicu ne ukazuju samo ekolozi nego i ekonomisti. Smatra se da je vrlo nizak nivo investicija, odnosno ulaganja u ovu oblast. Na privredni rast pozitivno utiču ulaganja u vodovod, kanalizaciju, recikliranje otpada i drugi oblici zaštite prirodne sredine. Međutim, već godinama, u budžetu i van njega se izdvajaju nedovoljna sredstva za ovu oblast, a predlaže se da se ona višestruko uvećavaju (Fiskalni savet je predlagao da se za ovu oblast izdvoji iz budžeta oko 130 miliona evra što je oko 0,3 % BDP). U drugoj dekadi dvadesetprvog veka propuštena je retka prilika za povećanje investicija i jačanja kapaciteta države u oblasti zaštite životne sredine, a moglo se brže i efikasnije otpočeti rešavanje važnih i prilično skupih objekata i procesa.

Pomeranje neizbežnih investicija u ekologiju, daqe u budućnost, nosi rizik da će one morati da se izvode u mnogo nepovoljnijem fiskalnom okruženju (ne samo zamrzavanja plata i penzija ili povećanja poreza).

Pregled br.1 Relativno zaostajanje u zaštiti životne sredine

Pozicija	Srbija	Prosek zemalja CIE
1. Gradski vodovod sa ispravnom vodom za piće	56%	99%
2. Stanovništvo sa priključkom na javnu kanalizaciju	55%	84%
3. Prečišćavanje komunalne otpadne vode	<10%	70%
4. Organizovano prikupljanje komunalnog otpada	80%	95%
5. Ukupno otpada koji se prerađuje	< 5%	50%

Izvor: Politika, Beograd, 15.11.2018, str.10.

Brojni ekonomisti smatraju da bi investicije u ekologiju ne samo povećale privredni rast, već doprinele i zdravlju ljudi i povećanju životnog standarda. Međutim pošto su ulaganja u takve objekte velika

(npr. gradnja vodovoda, postrojenja za prečišćavanje i sl.) za koje lokalna uprava nema dovoljno sredstava, neophodno je odvajati povećane iznose iz budžeta (npr. da se predvide namenski transferi, i zajednička ulaganja). Unapređenjem ekologije smanjila bi se budžetska izdvajanja za zdravstvenu zaštitu i poboljšao kvalitet života stanovništva. Za investicije privatne i državne postoji prostor i to: u preradi otpada, prečišćavanju vode, vazduha, itd. Postoje mogućnosti za novu industriju, za zapošljavanje, posebno socijalno osetljivih kategorija.

Ulaganja u ekologiju i cirkularnu privredu predstavlja jedan od uslova za ulazak u EU (npr. bez sertifikata za prečišćavanje otpadne vode, koje se ne prečišćavaju ni u Beogradu, ni u Novom Sadu, ugrožava se izvoz hrane). Sada u Srbiji gotovo da i nema deponija otpada koje zadovoljavaju sanitarne standarde, gotovo polovina javnih vodovoda nema ispravnu vodu za piće, a približno 2,5 miliona građana živi u oblastima s prekomernim zagađenim vazduhom opasnim po zdravlje. Stoga su neophodne investicije u zaštitu životne sredine i ulaganja u razvoj cirkularne ekonomije i privrednih subjekata u toj oblasti, da se podigne na nivo od 1,3 odsto BDP-a. U oblasti upravljanja otpadom već postoje spremni projekti vrednosti oko 60 miliona evra i to za izgradnju postrojenja, koja se uglavnom odnose na početak sanacije i zatvaranje nesanitarnih deponija u gradovima i opštinama i nastavak izgradnje i nabavku opreme za regionalne deponije.

4. Reciklažna industrija i preduzetništvo srpskih preduzeća

U savremenim uslovima privređivanja sadašnje šansa za Srbiju je kružna ekonomija, jer se u reciklažnoj industriji krije na hiljade novih radnih mesta. Strategija privrednog razvoja treba da sadrži niz mera koje će doprineti podsticanju „zelenog“ razvoja koji će unaprediti privrednu aktivnost, investicije, preduzetništvo i nivo zaposlenosti, istovremeno usmeravajući pažnju na postepeni prelaz na nove tehnologije, što podrazumeva i zajedničke projekte sa zemljama regiona. Pri tim ekonomskim merama nije bitna cena kod kupovanja određenog proizvoda, nego koliko taj proizvod košta u celoživotnom veku. Takođe, izuzetno je važna saradnja nauke i privrede, te poslovne koristi koje dolaze takvom saradnjom. U tom procesu stiču se nova znanja i veštine, koriste se kompetencije najboljih ljudi u nauci i u preduzećima, a saradnja potspešuje i transfer znanja s fakulteta na privredu i obrnuto. U cirkularnoj ekonomiji se još u fazi dizajniranja eliminiše otpad, a inovacije su prisutne za sav životni vek proizvoda a to su sledeći domeni koji imaju pozitivne efekte:

- smanjenje količine materijala potrebnih za izvršenje određene usluge (smanjenje opterećenja);
- produženje upotrebnog veka proizvoda (trajnost);
- smanjenje korišćenja energije i materijala u fazama proizvodnje i korišćenja (efikasnost);
- smanjenje korišćenja, u proizvodima i postupcima proizvodnje, materijalima koji su opasni ili ih je teško reciklirati (zamena)
- stvaranje tržišta za sekundarne sirovine, reciklirane (na temelju standarda, javne nabavke, itd.);

U teoriji i praktičnom delovanju, odnosno različitim okolnostima, postoje različiti tipovi i modeli uspešnih preduzetnika, a u svim tim modelima poslovni uspeh, pored niza kriterijuma, je osnovni njihov stožer. Poslovni uspeh uvek proizilazi iz delovanja većeg broja faktora, a pre svega pet glavnih: upornost, sreća, predanost poslu, energičnost i hrabrost; Među preduzetnicima i u kružnoj ekonomiji je vrlo popularan koji se zasniva na teoriji četiri C. Pristup ovoj teoriji (četiri C), uspešnog preduzetnika, zasniva se na analizi sledećih elemenata [9]: karakteristike (characteristics), sposobnosti (competencies), uslovi (conditions), kontekst (context); Sve ove karakteristike koje preduzetnik koristi u cirkularnoj ekonomiji odnose se na psihološke i nasledne osobine čoveka. Sposobnosti ukazuju na posedovanje određenih ljudskih znanja o reciklaži ali i veština koje su primenljive u praksi prerade otpadnih materija. Uslovi se odnose na stanje svesti u društvenom okruženju o prednostima kružne ekonomije i pravnom okviru za njenu primenu. Kontekst se odnosi na mikrokruženje koje pogoduje preduzetničkim funkcijama i poslovnoj kulturi i klimi odgovarajućih za efikasan reciklažni proces. U sadašnjoj situaciji svi ovi elementi mogu biti dvosmerni, odnosno mogu imati pozitivan i negativan uticaj na preduzetnički proces odnosno poduhvat. Određene životne okolnosti, takođe, mogu imati uticaja na pojedinaca da postane preduzetnik:

- nezadovoljstvo poslovnim okruženjem (nemogućnost plasiranja svojih ideja);
- negativno iskustvo (preduzetništvo kao posledica velikih promena u životu);
- razvoj karijere zavisi od određenih okolnosti u životu osobe koje mogu uticati na nju pozitivno ili negativno;
- pozitivni uticaji (mogu dolaziti od mentora, investitora ili potencijalnih partnera);

U vreme brzih tehnoloških promena često je prisutno mišljenje da je za uspeh potrebno samo primeniti novu tehnologiju i plasirati je u

linearnu ekonomiju a potom i u kružnu ekonomiju (Posledica dugogodišnjeg privređivanja zasnovanog na linearnoj ekonomiji je 3500 divljih smetlišta u Srbiji i samo osam sanitarnih regionalnih deponija, dok se na godišnjem nivou reciklira samo 5 do 7 odsto otpada). Pokretači biznisa, preduzetnici, pokazuju izvesna istraživanja, su za cirkularnu ekonomiju mnogo važniji od tehnologije ili proizvoda/usluge. Neosporno, nova tehnologija je vrlo bitna za uspeh, ali odlučujući faktor u investiranju su kvalitet i iskustvo pojedinaca koje poseduju preduzetnici. U cirkularnoj ekonomiji zajedničke veštine i komunikacija, poverenje i slaganje sa osnovnom vizijom su važne sposobnosti koje članovi tima moraju da poseduju. Preduzetnici su, po prirodi optimisti i u svakom neuspehu traže „zrnce“ pozitivnog a neuspeh tumače kao novi izazov, odnosno kao deo procesa učenja o onome šta, integralno, po jednu privredu predstavlja cirkularna ekonomija. Preduzetnici na tržište „iznose pozitivna iznenađenja“, odnosno nove proizvode i usluge, nova upravljačka rešenja (menadžment), nove marketing strategije i taktike, te inkorporiraju nove inicijative za strategije rasta i razvoja preduzeća a time i privrede u celini, kao doprinos primene principa cirkularne ekonomije. Stoga je u potpunosti prihvatanje ovih principa neophodno redefinisati, odnosno redizajnirati i profil preduzetnika, kao ključnog kreatora promena, koji se nalazi pred velikim izazovom. Primera iz prakse već ima dosta i oni mogu poslužiti kao odličan putokaz međuzavisnosti kružne ekonomije i pojedinih preduzetnika u kontekstu afirmacije srpskog preduzetništva, ubuduće [8]:

- (1) reciklaža plastike do građevinske folije i džakova;
- (2) reciklaža otpadnih pneumatika;
- (3) od tetrapaka do vodootporne eko-ploče;
- (4) reciklaža višeslojne ambalaže za pakovanje napitaka i tečne hrane;
- (5) grejanje na briket kafene plevice;
- (6) reciklaža korišćenog antifrizu;
- (7) prerada pepela (preko 6 miliona tona, a samo se mali deo prerađuje u cement);

Koncipiranje vizije preduzeća predstavlja protivmeru atmosferi mirenja sa postojećom pozicijom preduzeća u svom poslovnom okruženju. Vizionarstvo, bitna osobina preduzetnog menadžera, sa liderskim osobinama, ima više komponenti:

- dobro razumevanje postojeće pozicije preduzeća u okruženju (strategijske opcije);
- menadžer simbolizuje stvorenu viziju da bi se ona realizovala (čvrsta opredeljenost);

- menadžer mora biti inovator (inventivna ličnost spremna da radi nove stvari i preuzima inicijativu);
- za realizaciju vizije menadžer mora biti mobilizator (pokretanje zaposlenih na akciju);
- sposobnost realne procene rezultata (kada akcija krene);
- menadžer predstavlja preduzeće na svim mestima u sredini, gde je potrebno, da bi se obezbedila podrška strateške vizije preduzeća;

Sa aspekta ekonomskog razvoja, odnosno ekonomske stagnacije, izlaz se traži i nalazi u preduzetničkoj ekonomiji i preduzetništvu kao procesu i preduzetnicima kao najvažnijem činiocu široke lepeze ljudskih resursa. Preduzetnici su, zaista najvažniji činilac nastajanja preduzetničkog ambijenta, kao i najvažniji elemenat svakog preduzetničkog poduhvata i procesa.

5. Koncept zapošljivosti i recikularna ekonomija

Recikliranje odnosno prerada otpada u svetu smatra se segmentom opšte kulture, te je potrebno da Srbija nastavi u tom pravcu, razvijajući opštu svest stanovništva ne samo o značaju i vrednostima nego i u cilju povećane upošljenosti i podizanja nivoa životnog standarda. Trebalo bi da se razmišlja o recikliranju kao o pitanju morala i ozbiljnog i odgovornog poslovanja, a ne kroz sferu troška. Koncept zapošljivosti, s druge strane, (employability), kao sinonim za celoživotno učenje i usavršavanje, nije nov koncept, ali je ponovo dobio na značaju nastupanjem kriznog perioda i povećavanjem nezaposlenosti u svim kategorijama radne snage. Posebno se ističe problem zapošljavanja mladih koji školovanjem stiču teorijska znanja, ali nisu konkurentni na tržištu rada. Stoga Srbija mora da aktivnim merama kako države tako i pojedinaca da stvori povoljnu klimu u kojoj se može uticati na povećanje zapošljivosti mladih, jer se na taj način utiče i na povećanje kvaliteta ukupne radne snage. Ovaj koncept ima za cilj celoživotno učenje i usavršavanje osobe u svrhu povećanja kvaliteta njegovih kompetencija i omogućavanja zaposlenja, jer doživotno zaposlenje i neulaganje u usavršavanje, u većem broju slučajeva, više nije moguće. Niz razloga, a pre svega nepovoljni uslovi na tržištu rada su bitan razlog da se danas potencira implementacija koncepta zapošljivosti.

Međutim, ovaj koncept ne treba poistovećivati sa zapošljenošću u cirkularnoj ekonomiji. Zapošljivost se odnosi na mogućnost da se ostvari zaposlenje, a zaposlenje je rezultat nečije zapošljivosti. Suština ovog koncepta je stav da su kontinuirano učenje i prilagođavanje jedini način

da se poveća verovatnoća da pojedinac ostvari zaposlenje, odnosno da obezbedi što viši nivo sigurnosti zaposlenja i uveća korist za sebe, ali i za svoju zajednicu i celokupnu ekonomiju.

Ukoliko se prati geneza shvatanja zapošljivosti, u konceptualizaciji ove kategorije mogu se izdvojiti tri perspektive [12]: ekonomsko-socijalna, organizaciona i individualna perspektiva. Sve tri perspektive se međusobno razlikuju po tome kojeg ključnog igrača predstavljaju, odnosno ko je taj ključni subjekat koji generiše zapošljivost rane snage. U uslovima kada se zapošljivost posmatra sa *ekonomsko - socijalne* perspektive, dovodi se u vezu sa sposobnošću različitih grupa radne snage da ostvare i zadrže status zaposlenosti. Potom, ako se zapošljivost posmatra iz *organizacione perspektive* odnosi se na prakse upravljanja ljudskim resursima kojima se optimizira raspoređivanje radne snage unutar organizacije u nameri da se poveća njena fleksibilnost i konkurentna prednost. Individualna perspektiva o zapošljivosti fokusira se na predispozicije i ponašanje pojedinaca koje mu omogućuje identifikovanje i realizovanje prilika za razvoj karijere, odnosno podrazumeva se mogućnost uspešne tranzicije na tržištu u smislu prelaska iz statusa nezaposlenog u status zaposlenog, promenu radnog mesta, promenu poslodavca i slično. Upravo individualna perspektiva je dominirajuća u srpskim uslovima ali i savremenim shvatanjima karijere gde se težište odgovornosti za kontinuitet i razvoj karijere prenosi sa organizacije na konkretne pojedince koji preuzimaju odgovornost. Ovaj koncept je tokom vremena značajno evaluirao: prvo je imao makro perspektivu, pa mezo i mikro perspektivu koje se potom naglo razvijaju, te mikro perspektiva postaje dominirajuća. Osnovna poruka koju daje ova perspektiva je da pojedinac postaje ključni generator lične zapošljivosti. Stoga, i sam pojedinac treba da se uključi u aktivnosti i treba da preduzima mere da postane konkurentniji na tržištu rada. Na taj način on povećava šanse da zadrži ili dobije status zaposlenosti. Međutim, zapošljivost nije samo određena faktorima koji su pod kontrolom pojedinaca, već i faktorima koji su izvan njegovog delokruga, kao što su karakteristike tržišta rada, intervencije od strane vlade usmerene ka određenim grupama ljudi, globalna ekonomska situacija (globalna kriza) i slično. Dakle, premda zapošljivost, sa mikro aspekta, promoviše ideju da pojedinci trebaju da vode računa o svojoj atraktivnosti na tržištu rada, događaji i aktivnosti na makro nivou i dalje mogu značajno uticati na zapošljivost pojedinaca obuhvata [1].

Ova klasifikacija perspektiva o konceptu zapošljivosti pokazuje da je moguće identifikovati i tri ključne grupe subjekata koje mogu da

generišu zapošljivost radne snage, tj. da povećaju verovatnoću njene zaposlenosti i kvalitet radne snage, a posebno mladih kao grupe koja ima najvišu stopu nezaposlenosti u Srbiji. To su država, organizacije i pojedinci. Pri tom, svaki subjekt raspolaže različitim mehanizmima i setom mera koje se mogu implementirati kako bi se ostvarilo zaposlenje, odnosno omogućile druge tranzicije na tržištu rada.

Paket usluga za mlade, prema strateškom dokumentu „Nacionalnom akcionom planu za zapošljavanje za 2018 godinu“, podrazumeva korake ove službe kojima će se sprečiti zastarevanje znanja i veština od značaja za konkurentno istupanje na tržištu rada i pada u dugoročnu nezaposlenost mladih prijavljenih na evidenciju nezaposlenih lica. Paket obuhvata [7]:

- 1) procenu zapošljivosti lica;
- 2) uvođenje individualnog plana zapošljavanja i mera koje su najpogodnije za aktivizaciju i podizanje zapošljivosti mladih,
- 3) posredovanje u zapošljavanju ili uključivanje u mere aktivne politike zapošljavanja koje mogu doprineti zapošljavanju:
 - Profesionalna orijentacija i savetovanje o planiranju karijere;
 - Program stručne prakse,
 - Subvencija za zapošljavanje mladih, i
 - Podrška razvoju preduzetništva kod mladih uz dodelu subvencija za samozapošljavanje;
 - Program funkcionalnog obrazovanja i dr.

Prema Nacionalnoj strategiji za mlade koja je usvojena 2015 godine, za period od 10 godina, osim ostalih strateških ciljeva, dva strateška cilja i niz specifičnih ciljeva se direktno vezuju za zapošljivost i zaposlenost mladih:

- 1) Zapošljivost i zaposlenost mladih žena i muškaraca:
 - razvijene usluge i mehanizmi koji pospešuju zapošljivost i zaposlenost mladih kroz međusobnu saradnju;
 - povećana usklađenost znanja, veština i kompetencija koje se stiču u procesu celoživotnog učenja, sa potrebama tržišta rada;
 - omogućeni podsticajni uslovi za razvoj preduzetništva mladih;
 - razvijen funkcionalan i održiv sistem karijernog vođenja i savetovanja mladih;
- 2) Kvalitet i mogućnost za sticanje kvalifikacija i razvoj kompetencija i inovativnosti mladih;

- obezbeđeni uslovi za razvoj kreativnosti, inovativnosti i inicijative mladih i sticanje kompetencija u okviru celoživotnog učenja;
- unapređenje kvaliteta i dostupnosti omladinskog rada i obezbeđeno njegovo prepoznavanje;
- unapređene mogućnosti ravnomernog pristupa obrazovanju za sve i podrška mladima iz osetljivih društvenih grupa;
- omogućeno prepoznavanje i obezbeđena podrška razvoju potencijala nadarenih i talentovanih mladih osoba;

Osim ovih mera neophodna je i saradnja sa lokalnim samoupravama, kancelarijama za mlade i organizacijama civilnog društva. Uglavnom, mladi smatraju da im je potrebno više praktičnog iskustva i programa za njegovo sticanje, koje treba organizovati tokom i nakon završetka školovanja. Mladi, takođe smatraju da bi ova usluga trebala da bude odgovornost države i naročito obrazovnog sistema ali prepoznaju i ulogu udruženja koja sprovode omladinski rad, koja mogu posredovati između mladih i poslodavaca, ali i organizovati obuku za mentore u okviru firmi koje nude praksu, kako bi poslodavci stekli veštine mentorstva i prenošenja znanja i veština mladima. Oni smatraju da bi dodatne obuke koje razvijaju prenosive kompetencije i pripremaju mlade za traženje posla i zaposlenje, trebale da budu dostupne svim mladim ljudima kroz formalno obrazovanje.

Zaključak

Činjenica je da živimo u svetu stalnog porasta potrošnje, naspram ograničenih resursa, te je veoma važno shvatiti da proizvodi, pre potpunog iskorišćavanja, imaju vrednost i mogu biti potpuno iskorišćeni. To znači da otpad iz jedne industrije može biti sirovina za drugu industriju.

Srbija bi modelom cirkularne ekonomije dobila šansu za razvoj, a njeni građani ekološku bezbednost, „zelena” radna mesta, novi kvalitet vode i vazduha, zdravu hranu i novi kvalitet života, a što je najznačajnije i veću upošljenost stanovništva. Socijalni kapital nacije je takođe investicija bez koje nema budućnosti. Preduzetnici u cilju uspostavljanja naprednih sistema za upravljanje otpadom, uzimaju u razmatranje brojne elemente kao što su zakonska regulativa, društveni faktori, dostupne tehnologije, zatim finansijske aspekte i uslove koji vladaju na tržištu. Srpska privreda mora ići putem razvoja svetskih društvenih i tržišnih trendova, te je nova prilika da se smanji vremenski jaz između

tehnološkog i privrednog zaostatka (procenjenog na 15-40 godina) uvođenjem najnovijih si-stema. U ovom trenutku implementacija cirkularne ekonomije je nominalno skuplja, ali se koristi mogu očekivati mnogo ranije, budući da bi se Srbija pridružila pionirima u uvođenju koncepta i stvaranju cirkularnog tržišta, te i drastično smanjila neophodne tranzicione troškove koji se predviđaju u budućnosti. Srbiji je potrebna nova „*smart*“ razvojna strategija za budućnost. Srbija može da pokrene investicioni ciklus u cirkularnoj ekonomiji jačajući svoju energetska bezbednost efikasnošću proizvodnje, energijom iz otpada, energetskim zgradarstvom, održivim transportom i organskom poljoprivredom.

Neophodno je da se u Srbiji smanji nivo zagađivanja vode, vazduha i zemljišta, da se poboljša sistem zaštite prirode i smanji eksploatacija prirodnih resursa, poveća procenat generisanja energije iz OIE, uvedu pravila koja bi uključila praćenje celog lanca nabavke materijala i energije u toku celokupnog životnog ciklusa proizvoda/usluge.

U efikasnoj preduzetničkoj ekonomiji polazna su dva osnovna obeležja preduzetnika (koja su i osnov reciklažnog procesa): pasivnog i aktivnog reagovanja, odnosno okruženja, koje se vremenom menja, u pravcu oba modaliteta (pasivno i aktivno). Naročito je bitan značaj pristupa preduzetništvu koji se zasniva na združenom delovanju. Preduzetnici su ti koji kreiraju i upravljaju fleksibilnom firmom najpogodnijom za cirkularnu ekonomiju, a koju odlikuju sledeće karakteristike:

- brza promena proizvodnog asortimana, odnosno asortimana usluga;
- fleksibilnost postaje uslov opstanka i njeno obezbeđenje postaje dominantno razmišljanje;
- pored sniženja troškova, očekivanog kvaliteta i povećane brzine razvoja, karakteriše je i raznovrsni asortiman koji je prilagodljiv potrošačima;
- poslovne odluke karakteriše velika brzina reakcije, uz stvaranje brzih povratnih sprega;
- komunikacione linije su kratke a broj hijerarhijskih nivoa je ograničen;
- inovacija postaje dominantna uspeha i neophodnost u poslovanju;

U savremenim uslovima poslovanja i prihvatanja principa cirkularne ekonomije najvažniji zadatak preduzetnički usmerenog menadžera je adekvatno upravljanje promenama, sa jasno definisanom vizijom poslovanja.

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 and Economics: Growth, Competitiveness and Innovations faculty of Economics, Niš; Faculty of Economics, University of Niš, str.321-334.
- [2] Mitrović, S., Radosavljević, I., Veselinov, M., 2017, *Cirkularna ekonomija kao šansa za razvoj Srbije*, OEBS u Srbiji, Beograd.
- [3] Milanović, S., Milosavljević, M., Vučković, M., 2017, *Povećanje zapošljivosti kao faktor povećanja kvaliteta radne snage*, ICDQM-2017, Prijedor, Srbija, 29-30. jun 2017.
- [4] OECD, 2005, Paris.
- [5] Petrović, P., Pavlović, Đ., 2018, *Marketing i inovativnost*, PIM, Zbornik radova, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin.
- [6] Petrović, P., Jović, Ž., 2014, *Uticaj inovativnog menadžmenta na monetarne efekte finansijske kreativnosti i inovacije*, Međunarodni problemi, br.2/2014, IMPP, Beograd, str.17.
- [7] Petrović, P., 2006, *Preduzetnički menadžment*, PMF Novi Sad.
- [8] Pokrajac, S., Tomić, D., 2016, *Preduzetnici kao ključni činioci stvaranja preduzetničkog društva*, Škola biznisa, Novi Sad, str.7-14.
- [9] Stanković, Lj., Đukić, S., Popović, A., 2014, *Marketing inovacije kao izvor konkurentске prednosti preduzeća*, časopis Marketing, Ekonomski fakultet, Beograd, Vol.45, br.4/2014, str.268.
- [10] Porter, P., 2005, *Compositeness advantage*, McMillan Pres, New York.
- [11] Eurostat, 2015.
- [12] <http://www.sepa.gov.rs/download/Otpad/Ambalaza2015.pdf>

Dr Isak Karabegović⁵

Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, Bihać, Bosna i Hercegovina

Industrija 4.0 koncept do pametnih fabrika

Industry 4.0 Concept to Smart Fabrics

Rezime:

Kada je četvrta industrijska revolucija u pitanju još uvijek nismo u potpunosti shvatili širinu i brzinu implementiranja „Industrije 4.0“. Trenutno smo svjedoci velikih promjena u svim industrijskim granama, pojavljuju se novi poslovni metodi, preoblikovanje proizvodnih sistema, potrošnje, isporuke i transporta, sve zahvaljujući implementaciji novih tehnoloških otkrića koji pokrivaju: robotika & automatizacija, internet stvari (IoT), 3D štampa, pametni senzori, radio frekventna identifikacija (RFID) itd. Strategija implementacije „Industrije 4.0“ se sastoji u tome da se vrši prilagođavanje industrijske proizvodnje potpunoj pametnoj automatizaciji, a to znači uvođenje metoda samo-automatizacije, samo-konfiguraciji, samostalno dijagnosticiranje problema i otklanjanje, spoznaja i inteligentno donošenje odluka. Robotska tehnologija jedna od najvažniji tehnologija u „Industriji 4.0“ tako da aplikacijom robota u automatizaciji proizvodnih procesa uz podršku informacionih tehnologija dovodi nas do „pametne automatizacije“, odnosno „pametnih fabrika“. Promjene su toliko duboke da, iz perspektive ljudske istorije, nikada nije bilo vremena većeg obećanja ili potencijalne opasnosti.

Ključne reči: industrija 4.0, robot, automatizacija, internet stvari (IoT), pametna fabrika.

Abstract:

When the fourth industrial revolution in question, we still did not fully understand the breadth and speed of the implementation of "Industry 4.0." We are currently witnessing major changes in all industrial branches, new business methods, transformation of production systems, consumption, delivery and transport appear all thanks to the implementation new technological discoveries that cover: Robotics & Automation, Internet Things (IoT), 3D Printers, Smart Sensors, Radio Frequency Identification (RFID), etc. The implementation strategy of "Industry 4.0" consists in adjusting industrial production to complete smart automation, which means the introduction of self-automation, self-configuration, self-diagnosis and troubleshooting, cognition and intelligent decision making. Robotic technology is one of the most important technology in "Industry 4.0" so that the robot application in the automation of production processes with the support of information technologies leads us to "smart automation", ie "smart factories." The changes are so deep that, from the perspective of human history, there was never a time of greater promise or potential hazards.

Keywords: Industry 4.0, Robot, Automation, Internet of Things (IoT), Smart Factory.

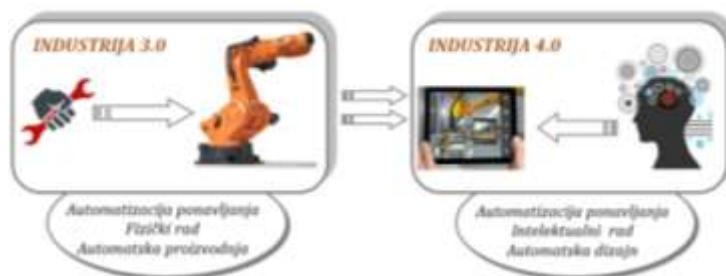
⁵ isak1910@hotmail.com

Uvod

Promjene koje se dešavaju na svjetskoj industrijskoj i digitalnoj sceni WEF – World Economic Forum (koji je 2016.godine održan u Davosu) nazvao je četvrtom industrijskom revolucijom, a prvi put pod nazivom „Industrija 4.0“ se pojavljuje 2011.god. na sajmu Hanoveru u Njemačkoj. Prof. Klaus Schwab objavljuje knjigu pod nazivom „The Fourth Industrial Revolution“ kod izdavača World Economic Forum, Geneva Switzerland, 2016.god. Industrija 4.0 predstavlja viziju napredne industrijske proizvodnje koja se već danas djelimično provodi tako što se vrši implementacija novih tehnologije u automatizaciji proizvodnih procesa, razmjena i obrada podataka. Unutar četvrte industrijske revolucije formira se novi vrijednosni lanac koji se prvenstveno oslanja na kibernetičko-fizički sistem (CPS- Cyber-Physical-Systems) što ujedno predstavlja drugi naziv za „internet stvari“ (Internet of Things), te njemu pripadajući servis najčešće realiziran u oblaku (Cloud Computing). Rasprava i analiza četvrte industrijske revolucije ima za cilj da se poveća svijest o sveobuhvatnosti i samoj brzini tehnološke revolucije i njenog višestrukog uticaja. Potrebno je stvoriti okvir za razmišljanje o „Industriji 4.0“ koja opisuje ključna pitanja i naglašava moguće odgovore, drugim riječima potrebno je pružiti platformu za posticanje javno-privatne saradnje i partnerstva o pitanjima koja se javljaju vezana za tehnološku revoluciju. Potrebna je interakcija i saradnja kako bi stvorili pozitivni pomak u implementaciji „Industrija 4.0“, da se omogući pojedincima i grupama iz svih krajeva koji učestvuju u implementaciji da imaju korist od tekućih transformacija.

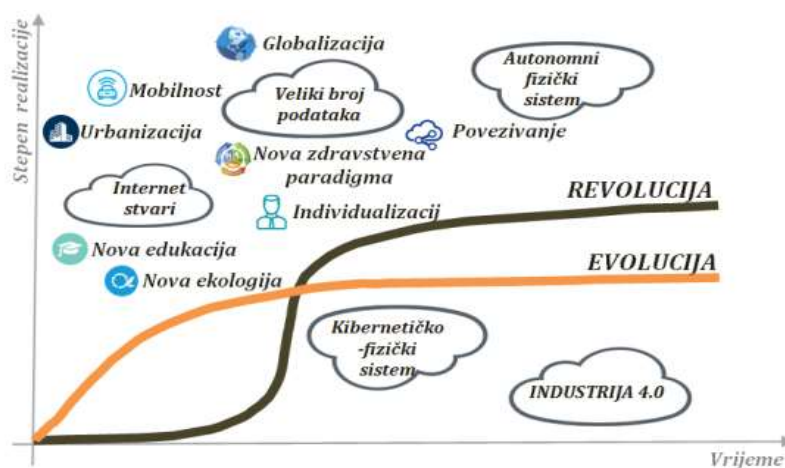
1. Koncept četvrta industrijska revolucija - „Industrija 4.0“

U svijetu su do danas zabilježene slijedeće revolucije: prva industrijska revolucija koje se desila pronalaskom parne mašine 1784.godine, druga industrijska revolucija otkrićem električne energije 1870.godine, treća industrijska revolucija primjenom IT sistema i interneta 1969.godine, tako da smo danas u četvrtoj industrijskoj revoluciji [1-12]. Razlika između ove dvije posljednje industrijske revolucije prikazana je na slici 1.



Slika 1. Razlika između treće i četvrte industrijske revolucije u proizvodnom procesu

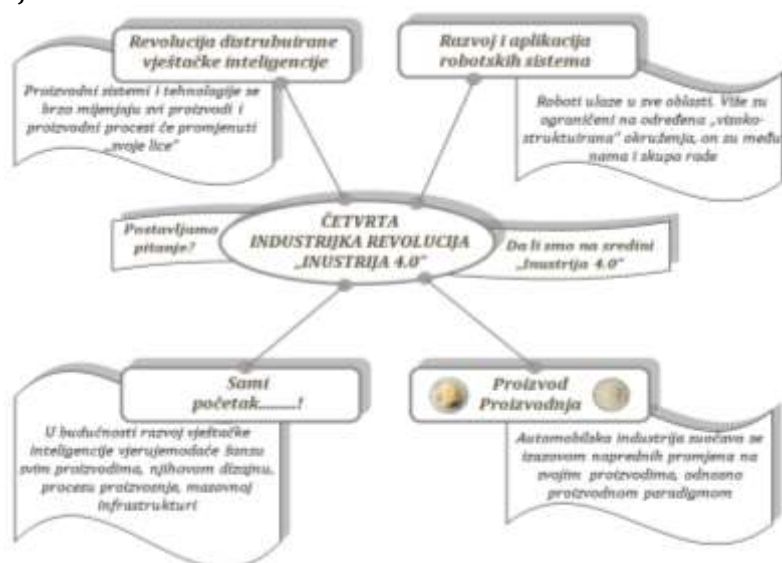
Na osnovu slike 1. nije teško zaključiti da u trećoj industrijskoj revoluciji kod automatizacije ponavljanja imamo fizički rad i automatsku proizvodnju, dok u četvrtoj industrijskoj revoluciji za automatizaciju ponavljanja imamo intelektualni rad i automatski dizajn. Četvrta industrijska revolucija „Industrija 4.0“ se oslanja na kibernetičko-fizički sistem (CPS- Cyber-Physical-Systems), osnova je digitalna tehnologija. Digitalne tehnologije koje imaju računarski hardver, softver i mreže, a kao što je poznato njihovo jezgro nije novo, ali u pauzi treće industrijske revolucije, postaju sve sofisticiranije i integrisane i kao rezultat toga, imamo transformaciju društva i globalnu ekonomiju. Kao i svaka industrijska revolucija nastaje povećanjem znanja u svijetu kroz inovacije koje mogu biti evolucijske i revolucijske kao što pokazuje slika 2.



Slika 2. Evolucijske i revolucijske inovacije

Kao što se sa slike 2. vidi jasna razlika između evolucijskih i revolucijskih inovacija. Evolucijske inovacije izazivaju mnoge postepene napretke u tehnologijama i procesima, one su kontinuirane ili dinamične.

Revolucionarne inovacije nazivaju se diskontinuirane inovacije, a često su nove. U vrijeme industrijskih revolucija dominiraju revolucionarne inovacije, dok u vremenu između industrijskih revolucija dominiraju evolucijske inovacije. Revolucijske inovacije su danas prisutne: internet stvari (Internet of Things), veliki broj podataka (Big Data) i autonomni inteligentni sistemi (Autonomous Interligente Sistema), u svim segmentima društva je nova edukacija, nova ekologija, povezivanje, individualnost, nova zdravstvena paradigma, urbanizacija, mobilnost i globalizacija. I evolucijske i revolucijske inovacije prisutne u četvrtoj industrijskoj revoluciji. Industrija 4.0 kao što slika 3. pokazuje je nova paradigma industrijske proizvodnje, gdje vidimo da se radi o revoluciji distribuirane vještačke inteligencije, gdje će tehnologije i proizvodni sistemi u svim industrijskim granama se brzo mijenjati, od liniskog sistema prelazi se u sistem zatvorene petlje. Četvrta industrijska revolucija stvara svijet u kojem su virtualni i fizički sistemi proizvodnje globalno sarađuju jedni sa drugima na fleksibilan način u digitalnom okruženju.



Slika 3. Industrija 4.0 nova paradigma proizvodnje

Ovo omogućava apsolutnu prilagođavanje proizvoda i stvaranje novi operativnih modela. Četvrta industrijska revolucija, međutim, ne predstavlja samo pametne i povezane mašine i sistemi, nego je njen opseg je mnogo širi. Aplikacije četvrte industrijske revolucije već se mogu primjetiti u nanotehnologiji, obnovljivim izvorima energije, može se kazati u svim segmentima društva sve do kvantnog računara. Industrija 4.0 kako je njemci nazivaju, fundamentalno je drugačija od dosadašnji

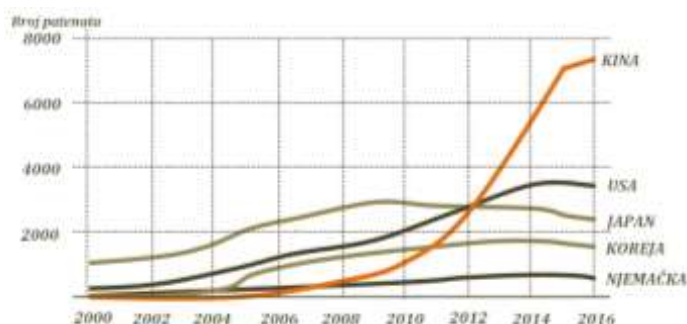
industrijskih revolucija, jer predstavlja fuziju novih tehnologija (o kojima će biti govora kasnije) njihovu interakciju fizičkom, digitalnom i biološkom domenu. Tenutno smo svjedoci velikih promjenama u svim industrijskim granama, jer vidimo da se pojavljuju novi poslovni modeli, preoblikovanje proizvodnih procesa u mnogim industrijama, isto tako prisutni su poremećaji u potrošnji, isporuci i transportu. Primjena evolucijskih inovacija u robotskoj tehnologiji dolaze industrijski roboti druge generacije – kolaborativni roboti „Cobot“ (2015.godine) koji imaju niz prednosti u odnosu na prvu generaciju industrijskih robota, što krutu automatizaciju pretvaraju u fleksibilnu automatizaciju u proizvodnim procesima, liniski proces proizvodnje pretvara se u mrežni proizvodni proces, odnosno uz svu spomenutu tehnologiju u proizvodni proces zatvorene petlje, odnosno proizvodni proces primjenom „Industrije 4.0“. Svaka industrijska revolucija ima svoje temelje, pa tako i četvrta industrijska revolucija ima svoje temelje koju čine slijedeće tehnologije: cloud computing, robotika & automatizacija, inteligentni senzori, 3D-printeri i radio frekventna identifikacija- RFID, kao što pokazuje slika 4.



Slika 4. Temelje četvrte industrijske revolucije Industrija 4.0

Da navedene tehnologije predstavljaju temelj četvrte industrijske revolucije „Industrija 4.0“ najbolje ilustruje trend broja prijavljenih inovacija iz cloud computing, robotika & automatizacija, inteligentni senzori, 3D- printeri i radio frekventna identifikacija - RFID u pet zemalja: Kini, USA, Japanu, Koreji i Njemačkoj prikazan na slici 5.[4,5].

Analizom trenda inovacija iz tehnologija koje čine temelj „Industrije 4.0“ u navedenih pet zemalja, koje imaju tendenciju da budu prve tehnološki razvijene zemlje u svijetu, zaključujemo da je u zadnjih pet godina na prvom mjestu zemlja Kina, dok je na petom mjestu Njemačka i ako je svoju strategiju obznanila kao „Industriju 4.0“ još 2011.godine u Hanoveru.



Slika 5. Trend broja inovacija u tehnologijama koje čine temelj „Industrija 4.0“ u zemljama: Kina, USA, Japan, Koreja i Njemačka

Na prvom mjestu od tehnologija je robotika & automatizacija sa 4002 inovacije prijavljene u svijetu u 2016. godini, zatim dolazi RFID, cloud computing, inteligentni senzori i posljednji 3D printeri [4-5]. Mnogi istraživači u svijetu rade na razvoju i implementaciji različitih scenarija implementacije „Industrije 4.0“. Prof. M. Herman sa kolegama Univerziteta u Dortmundu identifikovao je principe na kojima se temelji scenarij za implementaciju „Industrije 4.0“. Identificirano je šest projektnih principa:

- *Interoperabilnost,*
- *Decentralizacija,*
- *Virtualizacija,*
- *Sposobnost rada u realnom vremenu,*
- *Servisna orijentacija i*
- *Modularnost.*

Za temeljnu implementaciju „Industrije 4.0“ mora se razviti sposobnost međusobnog povezivanja i komunikacije kibernetičko-fizički sistem (CPS- Cyber-Physical-Systems), ljudi i proizvodnih procesa, kao i uspješno povezivanje CPS-a različitih proizvođača. Neophodno je omogućiti da CPS nadgleda fizičke sisteme, povezivanjem podataka dobivenih preko inteligentnih senzora s virtualnim i simulacijskim proizvodnim modelima, drugim riječima kreiranje virtualne kopije fizičkog proizvodnog procesa. Moćni računari omogućuju CPS-u da sam donosi odluke unutar proizvodnog procesa „pametne fabrike“, drugim riječima vrši se decentralizacija nema potrebe za središnjim planiranjem i nadzorom. Pomoću inteligentnih senzora prikupljaju se i trenutno obrađuju podaci, drugim riječima stalno se nadzire i analizira proizvodni proces i sve mašine u njemu, ako bi došlo do kvara ili zastoja proizvodnja se usmjerava automatski na drugu liniju proizvodnog procesa.

Intenitetom su obuhvaćeni svi sudionici unutar proizvodnog procesa i većina njih izvan proizvodnog procesa.

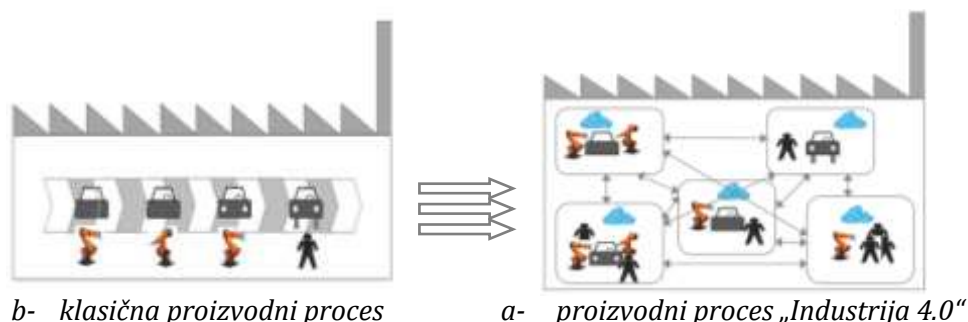


Slika 6. Uspostavljeni lanac vrijednosti „Industrije 4.0“

Modularnost (standardizirani hardveri i softveri) omogućuje fleksibilno prilagođavanje „pametne fabrike“ promjenjivim zahtjevima, kao i zamjena i proširenje pojedinih modela. Četvrta industrijska revolucija nije ništa drugo nego zatvoreni krug kojeg čine potrošači, uređaji i alati i aplikacija novih tehnologija kao što su IoT, ICT, CPS, itd. Za implementaciju „Industrije 4.0“ bez obzira na principe na kojima se temelji scenarij neophodno je uspostaviti lanac vrijednosti kao što je prikazano na slici 6. Zaključujemo da je na prvom mjestu aplikacija inovacija softverske i hardverske strukture, na drugom mjestu je edukacija i trening programi za širu populaciju i na trećem mjestu integracija sa novim tehnologijama koje smo nabrojali. Industrija 4.0 nije ništa drugo nego sposobnost u realnom vremenu povezati proizvodne procese i IT sisteme za dinamički kontrolu svih kompleksnih sistema, drugim rječima stvaranje inovativnih rješenja tako da inteligentnim sistemima prepustimo da rade ono što je za čovjeka zamorno i bezvoljno.

2. Mogućnosti aplikacije „Industrije 4.0“ u proizvodnim procesima

Kao što nam je poznato „Industrija 4.0“ više godina je prisutna u svim industrijskim granama u proizvodnim procesima i kontinuirano se povećava njena primjena, a isto tako kada je u pitanju transport, snabdjevanje kupaca gotovim proizvodima. Industrija 4.0 je sve više prisuta u svim segmentima društva [1-4,8-11]. U četvrtoj industrijskoj revoluciji, nove tehnologije su zasnovane na inovacijama, koje se mnogo brže i šire implementiraju u proizvodnim procesima nego u prethodnim industrijskim granama, tako da se mijenjaju proizvodni procesi kao što slika 7. pokazuje.



Slika 7. Razlika u klasičnom procesu proizvodnje i procesu proizvodnje primjenom „Industrije 4.0“

U klasičnom proizvodnom procesu bila je linijska proizvodnja (slika 7.a), i korišteni su industrijski roboti prve generacije u automatizaciji koji su bili ogradeni ogradama da nebi povrijedili radnike. Za proizvodnje nekog drugog proizvoda isti roboti su se morali reprogramirati, što je zahtjevalo puno vremena za reorganizaciju, drugim rječima radilo se o krutoj automatizaciji. Primjena Industrije 4.0 mijenja se proizvodni proces, sa linijskog procesa proizvodnje prelazi se u radne ćelije ili zatvorenu petlju uz okmpletnu povezanost. Trenutno u proizvodnim procesima je prisutna kruta automatizacija gdje su instalirani roboti prve generacije, koriste se standardni softveri za napredne uređaje i mašine kao što su NC i CNC alatne mašine, robote, međutim u aplikacijom četvrte industrijske revolucije dolazi do korištenja naprednih softvera za standardne mašine i uređaje kao što pokazuje slika 8.

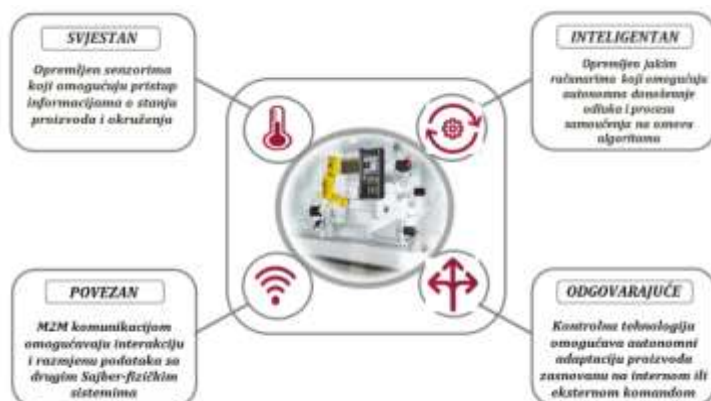


Slika 8. Komparacija u automatizaciji proizvodnih procesa danas i u „Industriji 4.0“

Nagli porast primjene patenata iz „Industrije 4.0“ u proizvodnim procesima, a posebno iz slijedeći tehnologija: cloud computing, robotika

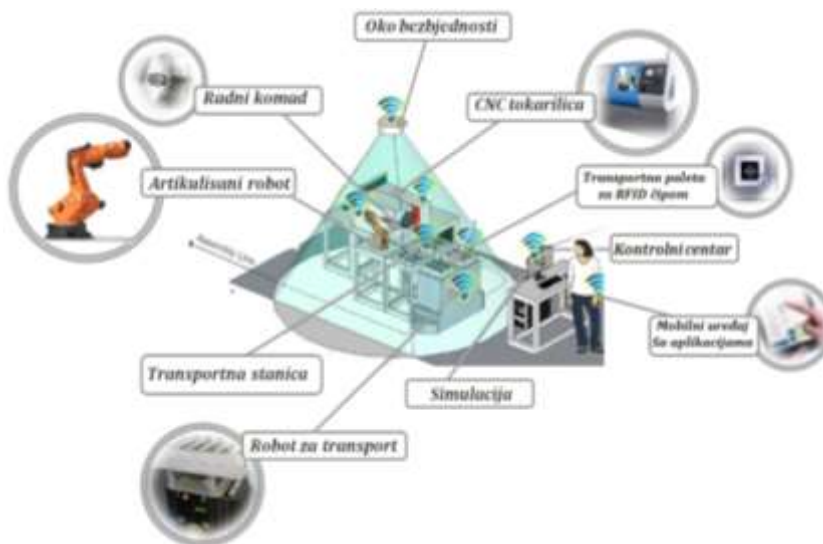
& automatizacija, inteligentni senzori, 3D- primteri i radio frekventna identifikacija- RFID, koa što smo naveli u uvodu. Mnoge kompanije iz raznih industrijskih grana industrije vrše implementacije nevedenih tehnologija, sa ciljem povećanja produktivnosti, kvaliteta, uvođenju inovativnih inovacija, povećanje kreativnosti, boljeg dizajna da bi iste bile konkurentne na globalnom tržištu. Nove tehnologije im omogućuju da sjedište menadžmenta kompanije zadrže u svojoj zemlji, a samu proizvodnju organizuju u drugim zemljama. Razvojem novi tehnologija i korištenje novih materijala u industriji zahtjeva nove proizvodne linije, kao i načine plasiranja gotovih proizvoda, te rastuća potražnja za alternativnim izvorima energije (proizvodnja solarni ćelija) povećat će primjenu novih tehnologija kako u proizvodnji tako u prodaju gotovih proizvoda. Raznolikost primjene novih tehnologija je u porastu, a to zahtjeva fleksibilna automatizacija u svim industrijama kao i smanjenje vremena izrade i prodaje gotovih proizvoda sa kontinuirano visokim kvalitetom. Uvođenjem inovativnih tehnologija u proizvodne procese u industriji čekuje se: veća fleksibilnost, povećanje produktivnosti, povećanje kvaliteta proizvoda, te suradnja sa kupcem u cilju povećanja prodaje gotovih proizvoda. Razvoj i implementacija „Industrije 4.0“ u industriji sve više nas dovodi npr. tekstilnoj industriji do nove vrste pametnih materijala, odnosno materijala u kojima su već ugrađeni pametni senzori, računarski i aktuatorski elementi sa elektroprovodljivim povezivanjem, dok u odjevnoj industriji je trend izrade inteligentnih odjevnih predmeta koji su namjenjeni starijim osobama, vojsci, bolesnicima, sportašima, policiji itd. Tako su kada je odjevna industrija u pitanju razvijena rješenja za uzimanje konkretnih dimenzija i izrade odjevni predmeta po trenutnij mjeri kupca. Primjena nevedenih tehnologija u tekstilnoj i odjevnoj industriji odnosno „Industrije 4.0“ dovodi nas do „pametni“ proizvodnih procesa. Karakteristike pametnog procesa proizvodnje u „Industriji 4.0“ definisan je na slici 9.

Karakteristike pametnog proizvodnog procesa korištenjem „Industrije 4.0“ su: inteligencija, svjesnost, povezanost i kontrolisanost. Proizvodni proces je opremljen naprednim senzorima koji omogućuju pristup informacijama o stanju proizvodnje i okruženja, zatim je opremljen jakim računarima koji omogućuju autonomno donošenje odluka i procesa samoučenja na osnovu algoritma.



Slika 9. Definisanje karakteristika pametnog procesa proizvodnje „Industrije 4.0“ [13-15]

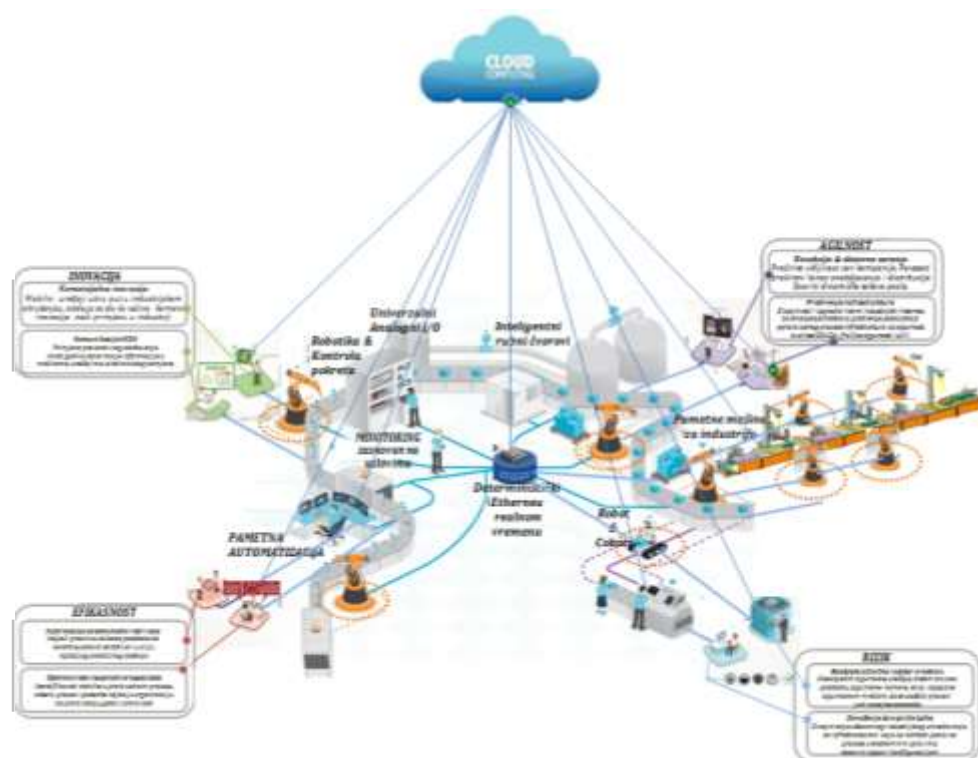
Primjer automatizovane digitalno/virtualne proizvodna ćelija prikazana je na slici 10. za tokarenje fegi za vozila. Za proizvodnu ćelija tokarenja felgi koja je automatizovana digitalna/virtualan neophodno je kao što slika 10. pokazuje imati: oko bezbjednosti, CNC tokarilicu, industrijski robot, transportnu stanicu, robot za transport, transportnu paletu sa RFID čipom, kontrolni centar u kome će se vršiti simulacija, a mobilnim uređajem sa aplikacijama će se unositi parametri.



Slika 10. Fizička automatizovana digitalna/virtualna proizvodnja ćelija

Svi uređaji u procesu proizvodnje međusobno su povezani i imaju komunikaciju M2M, interakciju i razmjenu podataka sa drugim sajber-

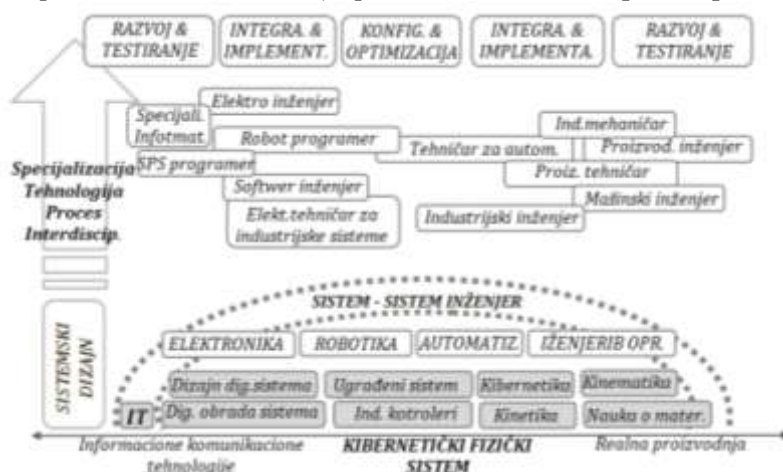
fizičkim sistemima. Kontrolna tehnologija omogućava autonomnu adaptaciju odgovarajućeg proizvoda zasnovatu na internetu ili eksternom komandom. Umrežavanjem proizvodnih ćelija dobijamo pametni proizvodni proces proizvodnje, odnosno pametne fabrike. Na slici 11. prikazan je jedan ogledni šematski primjer „pametene“ fabrike sa kompletnim proizvodnim procesom u industriji. Na osnovu slike 11. vidimo da u svakom proizvodnom procesu bez obzira o kojoj se industriji radi, najvažnije komponente u procesu proizvodnje: inovacija, efikasnost, agilnost i rizik. Kada su inovacije u pitanju radi o komercijalnim inovacijama, gdje je neophodno mobilizirati zaposlene i supervizore da pristupaju znanju gdje god da se nalazi, što im omogućuju mobilni uređaji koji su već u industrijskom okruženju, a većina komercijalnih inovacije će biti aplicirana u proizvodnim procesima industrije. Komunikacija M2M i okruženja ima za cilj primjena preventivnog održavanje postrojenja, na taj način dobiti informacije o mašinama i uređajim godinu dana ranije zbog zamjene ili reparature. Efikasno imati informacije za tehnološki rad i veze, da se izbjegne praznina od baze do kontrole, da bi sarađivali u cilju najboljeg praktičnog rješenja.



Slika 11. Šematski prikaz „pametne“ fabrike sa kompletnim proizvodnim procesom u industriji [12-17]

Optimizirati raspoložive kapacitete: radnike, proizvodne procese, sisteme i podesiti najbolju organizaciju na proizvodnju gotovih proizvoda. Što se tiče agilnosti neophodno je imati konekciju i eksternu saradnju, imati informacije o proizvodnji i vezama, izgraditi interni industrijski internet kako bi mogli izvršiti modularno proširenje infrastrukture. Isto tako javlja se rizik, tako da se mora obezbjediti da fizička i sajber sredstva budu sigurna. Odlučujući na osnovu podataka i uvida, „Industrija 4.0“ otvara svijet mogućnosti za proizvodni proces. Senzori pomažu u otkrivanju nedostataka ili abnormalnosti u proizvodnom procesu, omogućavajući brzo prilagođavanje postavki i promjenu parametara kako bi se spriječili nedostaci proizvodnje u narednom periodu. Permanentno održavanje mašina omogućava kompanijama efikasnije planiranje vremena zaustavljanja i sprečavanje zastoja ili kvarova. Na osnovu podataka i uvida dobijenih od proizvodnje do procesa isporuke, cijeli lanac snabdevanja se upravlja mnogo efikasnijim.

Zdravlje i sigurnost radnika poboljšavaju se, pošto analiza podataka i incidenta pomaže u identifikovanju i sprečavanju opasnih situacija. Promene proizvodnih linija se simuliraju praktično prije nego što se fizički implementiraju kako bi adekvatno procenili uticaj i smanjili šanse za greške. Proizvođači mogu pružiti mnoštvo novih usluga klijentima - uključujući prediktivno održavanje i kontrolu kvaliteta - koristeći podatke senzora. Potrošnja energije se može optimizirati korišćenjem napredne analitike. Za implementaciju četvrte industrijske revolucije u proizvodnim procesima industrije moraju se obezbjediti određeni profili kadrova kako je prikano na slici 12. [18-20].



Slika 12. Profili kadrova za sajber-fizičko okruženje odnosno implementaciju „Industrije 4.0“

Kao što slika 12. pokazuje za implementaciju Industrije 4.0 u granama industrije neophodni su SPS programeri, specijalisti informatičari, softver inženjeri, elektro i mašinski inženjeri, drugim riječima inženjeri koji imaju multidisciplinarne vještine, a to nas navodi na činjenicu potpune promjene obrazovnog sistema. S obzirom kao što smo već kazali znanje se udvostruči za jednu do dvije godine u svijetu, i jako su velike promjene u svim segmentima društva da je neophodno u budućnosti promjenuti obrazovni sistem koji treba da pripremi mlade ljude za poslove koji još ne postoje, kako bi koristili tehnologije koje još nismo ni otkrili niti koristili.

ZAKLJUČAK

Četvrta industrijska revolucija je već prisutna u svim industrijskim granama, od proizvodnje do prodaje gotovih proizvoda. Uvođenjem tehnologija koje čine temelje četvrte industrijske revolucije „Industrije 4.0“ kao što su : cloud computing, robotika & automatizacija, inteligentni senzori, 3D- printeri i radio frekventna identifikacija- RFID, mijenjaju proizvodni procesi, kao i sama organizacija proizvodnje i prodaje. Aplikacijom „Industrije 4.0“ u proizvodnim procesima svih industrijskih grana liniski proces proizvodnje pretvara se u mrežni proizvodni proces, odnosno uz svu spomenutu tehnologiju u proizvodni proces zatvorene petlje, gdje u svakom trenutku imamo potpune informacije o izradi proizvoda. Korištenjem veliki broj pametnih senzora u proizvodnom procesu u svakom trenutku imamo informaciju o proizvodnim uređajima i mašinama na osnovu koje donosimo odluku kada treba da se izvrši zamjena uređaja i mašina, odnosno imamo permanentno održavanje. Koristeći pomenute tehnologije možemo da pratimo potražnji na globalnom tržištu. Na slici 11. prikazan je šematski prikazan jedan proizvodnih proces u kome je implementirana „Industrija 4.0“. Potpuna aplikacija „Industrije 4.0“ vodi nas u pravcu „pametni“ fabrika što je i cilj, a razlog je da bi kompanije ostale konkurente na globalnom tržištu. Pametne fabrike nisu izolirane od ostali društveni promjena kao što je razvoj djelatnosti, razvoj nauke i obrazovanja, što je neophodno da dođe do promjena u svim segmentima iz razloga što se znanje u svijetu trenutno udvostruči za jednu-dvije godine. Na prvom mjestu moramo promjenuti obrazovni sistem za 21 vijek koji treba: „ *da pripremi mlade ljude za poslove koji još ne postoje, kako bi koristili tehnologije koje još nismo ni otkrili, a za konkurentnost koja će biti globalna*“.

LITERATURA

- [1] Schwab Klaus, (2016). *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Geneva, Switzerland.
- [2] Karabegović Isak, (2018). *The Role of Industrial and Service Robots in Fourth Industrial Revolution with Focus on China*, Journal of Engineering and Architecture December 2017, Vol. 5, No. 2, Published by American Research Institute for Policy Development, USA, ISSN: 2334-2986 (Print), 2334-2994 (Online): pp. 110-117. (DOI: 10.15640/jea.v5n2a9 URL: <https://doi.org/10.15640/jea.v5n2a9>)
- [3] Marina Crnjac, Ivica Veža, Nikola Banduka, (2017). *From Concept to the Introduction of Industry 4.0*, International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEEM), Vol. 8 No 1, 2017, pp. 21-30.
- [4] Karabegović Isak, Karabegović E., Mahmić M., Husak E., (2017). *Contribution of Fourth Industrial Revolution to Production Processes in China*, 1st International Conference "Engineering and Entrepreneurship", ICEE-2017, 17-18 November 2017, Tirana, Albania, Proceedings Book, ISBN 987-9928-146-47-2, pp.295-301.
- [5] Karabegović Isak, Karabegović E., Mahmić M., Husak H., (2015). *Application of new technologies in final product sales for clothing industry*, 8th Scientific-professional symposium textile science and economy, 26. January 2015, Zagreb, Croatia, ISSN 1847-2877: pp.128-131.
- [6] Nikolić, G.; Katalinić, B.; Rogale D., (2008). Jerbić, B.; Čubrić G.; *Roboti & primjena u industriji tekstila i odjeće*, Tekstilno-Tehnološki fakultet Zagreb, Zagreb, Hrvatska.
- [7] Nikolić Gojko i sur., (2015) *Industrija 4.0 – pravac razvoja tekstilne i odjevne industrije*, Tekstil 66, (3-4), Tekstilo-tehnološki fakultet Zagreb, Hrvatska, ISSN: 0492-5882; pp:65-73.
- [8] Doleček Vlatko, Karabegović Isak, (2008). *Roboti u industriji*, Tehnički fakultet Bihać, Bihać, Bosna i Hercegovina
- [9] Knez B.; Miličić J.; Rudan R.; Szivovics L.; Taboršak D., (1995) *Primjenjena antropometrija za antropologiju, biomedicine, ergonomiju i standardizaciju*, Priručnik za terensko istraživanje Republike Hrvatske, Ministarstvo odbrane, Zagreb, Hrvatska.
- [10] Mathieu d'Aquin, (2017). *Data analytics beyond data processing and how it affects Industry 4.0*, Insight Centre for Data Analytics, Dublin, Irska.
- [11] Kadri-Liis Kusmin, (2016). *Industry 4.0 Analytical Article*, IFI8101 - Information Society Approaches and ICT Processes, School of Digital Technologies, Tallinn University, Estonia.
- [12] Jochen Bechtold, Christoph Lauenstein, Andreas Kern, Lena Bernhofer, (2014). *Executive Summary: The Capgemini Consulting Industry 4.0 Framework*, Capgemini Consulting, Pariz, France.

- [13] R. Davies, "Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth", [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf).
- [14] Benno Bunse, Henning Kagermann, Wolfgang Wahlster, (2017) *Smart Manufacturing for the Future*, Germany Trade & Invest, Berlin, Germany.
- [15] Must, I.; Anton, M.; Kruusmaa, M.; Aabloo, A.; (2009). [Linear modeling of elongated bending EAP actuator at large deformations](#), Proc. SPIE 7287, 72870V.
- [16] Karabegović Isak; Ujević, D. & D. Hodžić, (2008). *Intelligent system for manufacturing of clothes on distance*, 86 th Textile Institute World Conference, Fashion and Textiles: Heading Towards New Horizons, Hong Kong 18-21 November 2008, pp. 928-934
- [17] Karabegović Isak; Kadić, S. & Ujević D., (2003). *Application of modular robotization line and intelligent textiles in clothing production*, 2nd DAAAM International Conference on Advanced Technologies for Developing Countries- ATDC 2003, Tuzla, Bosnia and Herzegovina, pp. 207-202.
- [18] Wilfried Sihm, Andreas Jäger, Vera Hummel, Fabian Ranz, (2016). *Implications for Learning Factories from Industry 4.0*, ESB Business School, Reutlingen University, Reutlingen, Germany.
- [19] Sujeet Chand, (2015). *The Smart Factory – Risk Management Perspectives*, CRO Forum, Amsterdam, Netherlands.
- [20] Ulrich Ermel, Maximilian Hülsebusch, (2016). *Industrial IoT Risk Assessment of Smart Factories*, PLUS-2016, Munchen, Deutschland. <http://www.fair-module-backend.int.live.fsnmm.de>

Branko Kosi⁶

Snaga doo, Maribor, Slovenija

Saša Lekić⁷

Ekološki krug doo, Novi Sad, Srbija

Prelazak na kružnu ekonomiju – obezbeđivanje materijalnih resursa

Towards Circular Economy – ensuring of material resources

Rezime:

Kružna ekonomija je verovatno sasvim novi način života u budućnosti. Jedan od najvažnijih zadataka za danas je razvoj aktivnosti za obezbeđivanje materijalnih resursa budućnosti. Čak i za današnje stanovništvo, sirovine nisu dovoljne, a obezbeđivanje kružnih materijalnih tokova treba da bude jedan od prioriteta naše generacije. Jesmo li spremni? Da li znamo kako to da uradimo? Da li verujemo da je ovo apsolutno neophodno? Budućnost naše dece će im dati odgovore na ova pitanja.

Kao i sve ostalo u svetu, postoje dva načina da se ide u kružnu ekonomiju: na jednostavnoj strani linije rešenja su prilično jednostavna: koristite manje, uštedite više, reciklirajte, živite jednostavno. S druge strane, složene strane iste linije, sve u našim životima je povezano. Svi ljudi imaju znanje svih ljudi. Kružno upravljanje nam daje mogućnost da iskoristimo sva tradicionalna znanja u kombinaciji sa novom erom 4.0 industrijske revolucije, kako bismo danas pružili budućnost našoj sledećoj generaciji.

U ovom članku predstavljen je i mali korak ka tranziciji sa linearne ka kružnoj ekonomiji.

Ključne reči: Kružna ekonomija, komunalni otpad, tokovi otpada, automatsko sortiranje otpada.

Abstract:

Circular Economy is probably a whole new way of tomorrow's way of living. One of today's important part is learning how to ensure material resources. Raw materials are not enough for today's population so ensuring of recirculating of materials streams should be one of the priorities of our generation. Are we ready to do so? Do we know how to do this? Do we believe that this is even necessary? The future of our children will give them answers on this questions.

As everything in the world also the way towards the circular economy have two ends of a line: on the simple side of the line the solutions are quite simple: use less, spare more, recycle live simple. on the other, complex side of same line, everything in our lives is interlinked. All the people have all the peoples knowledge. Circular economy give us opportunity to use all the traditional knowledge in combination with new age of 4. industrial revolution to make today's world breathable also for our next generation.

One small step toward the circular economy is represented also in this article.

Keywords: Circular Economy, communal waste, waste stream, automated waste sorting.

⁶ branko.kosi@snaga-mb.si

⁷ office@ekokrug.rs

UVOD

Kružna ekonomija je verovatno sasvim novi način života u budućnosti. Jedan od najvažnijih zadataka za danas je razvoj aktivnosti za obezbeđivanje materijalnih resursa budućnosti. Čak i za današnje stanovništvo, sirovine nisu dovoljne, a obezbeđivanje kružnih materijalnih tokova treba da bude jedan od prioriteta naše generacije. Jesmo li spremni? Da li znamo kako to da uradimo? Da li verujemo da je ovo apsolutno neophodno? Budućnost naše dece će im dati odgovore na ova pitanja. Kao i sve ostalo u svetu, postoje dva načina da se ide u kružnu ekonomiju: na jednostavnoj strani linije rešenja su prilično jednostavna: koristite manje, uštedite više, reciklirajte, živite jednostavno. S druge strane, složene strane iste linije, sve u našim životima je povezano. Svi ljudi imaju znanje svih ljudi. Kružno upravljanje nam daje mogućnost da iskoristimo sva tradicionalna znanja u kombinaciji sa novom erom 4.0 industrijske revolucije, kako bismo danas pružili budućnost našoj sledećoj generaciji. U ovom članku predstavljen je i mali korak ka tranziciji sa linearne ka kružnoj ekonomiji.

1. RAZVOJ I SITUACIJA U UPRAVLJANJU KOMUNALNIM OTPADOM U MARIBORU, SLOVENIJA

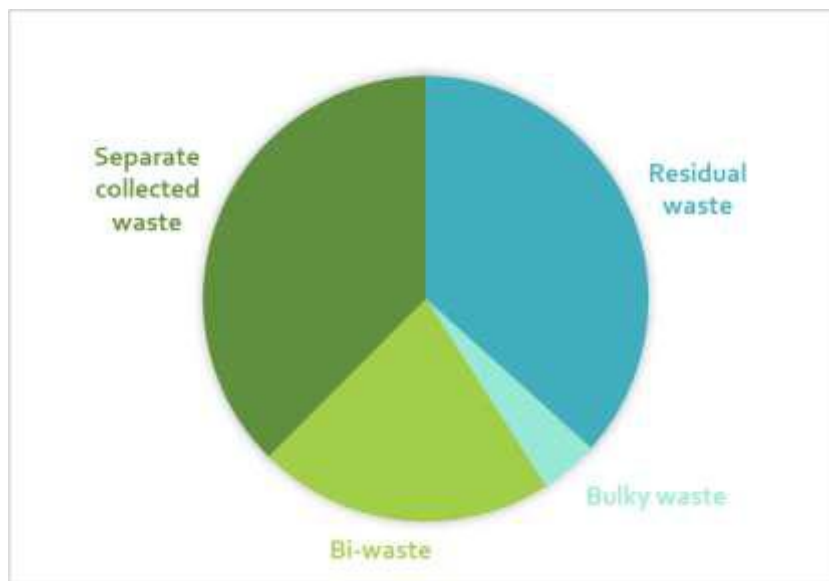
Na osnovu saradnje sa kompanijom Saubermacher, Graz, Austrija, 1991. godine postavljeni su temelji današnjeg odvojenog sakupljanja otpada. Ovaj sistem je nazvan BioPaS, koji je skraćenica za tri frakcije sa kojim smo počeli odvojeno sakupljanje: bio otpad, papir i staklo. Logika zašto se upravo ove tri frakcije skupljaju odvojeno: biorazgradivi otpad "oštećuje" sve ostale otpatke i obrnuto, ali ako se prikupljaju odvojeno, mogu se kompostirati - reciklirati. Svi ostali otpadi su takođe suvi i manje smrdljivi. Papir: ako se sakuplja odvojeno, može se reciklirati. U suprotnom, papir će se smočiti i postati biorazgradiv. Staklo: materijal se može beskonačno reciklirati ako se prikuplja odvojeno. Ako ne, oštećuje sve ostale frakcije otpada, kao i elemente obrade otpada (elementi transporta, pumpe, druge mašine i uređaji). U to vreme, Snaga je počela i sa odvojenim sakupljanjem različitih vrsta opasnog otpada. Ovo je sprovedeno sa pokretnim kontejnerom za rasuti teret koji je transportovan do prevrtača. Na taj način se danas prikuplja opasan otpad u naseljima. Kompostiranje biološkog otpada je bio veliki problem. Počeli smo sa otvorenim kompostiranjem u membranama prekrivenim geotekstilom, koje su okretane specijalnim priključkom uz pomoć traktora. Sa povećanjem količine odvojeno sakupljenog biološkog otpada, oblast

kompostiranja je postala suviše mala. Zato smo pokušali da povećamo kapacitete, ali proces kompostiranja, sa takvom tehnologijom, više nije bio optimalan – anaerobni deo je bio nekontrolisan i posude u kojim se kompostirao biološki otpad su počele neprijatno mirisati. Na kraju, bilo je politički odlučeno da prestane sa kompostiranjem. To se dogodilo 1999. godine. Nismo mogli da "razbijemo" odvojeno sakupljanje biološkog otpada, jer bi ga bilo veoma teško ponovo uspostaviti kasnije. Tako je odvojeno sakupljeni bio-otpad direktno deponovan na deponije do 2007. godine.

Devedesetih godina prikupljali smo kabasti otpad na dva načina. Svakog proleća smo organizovali skupljanje kabastog otpada direktno sa ulice. Na određeni dan, građani su iznosili iz svojih kuća komade otpada na ulicu. Vremenom su se te količine značajno uvećale što je doводilo do opterećenja i kvarova "lifta" na vozilima smećarima. Drugi način bio je dostupan građanima tokom cele godine. Na nekim mestima u okolini Grada postavili smo velike kontejnere od 20 m³. Mi smo ukinuli oba sistema u narednim godinama. Danas je sakupljanje kabastog otpada na zahtev – svako domaćinstvo ima mogućnost da nas jednom godišnje pozove da uklonimo kabasti otpad.

Pre prelaska u novi milenijum, naša deponija je bila skoro puna. Zato smo tražili nove načine kako bi se sprečilo da otpad završi na deponiji. Postojala je ideja o prikupljanju u Sabirnim centrima. Prvi je izgrađen 2002. godine, drugi 2004. godine, pored toga uređen je i treći koji nije izgrađen, ali je organizovan na isti način kao i prva dva. U Sabirnim centrima prikupljali smo više frakcija otpada svake godine – sve, u stvari. Sakupljali smo sve što se može reciklirati odvojeno samo da bismo ga izvadili iz deponije.

Danas Sabirni centri sakupljaju više od 20% otpada iz domaćinstava koji se može reciklirati, a dodatnih 17% se sakuplja u Reciklažnim ostrvima (papir i karton, staklo, otpadna ambalaža) i drugim sistemima sakupljanja (u naseljima za opasni otpad, razne akcije, itd.). Skoro 22% odvojeno sakupljenog biološkog otpada se daje za proizvodnju trećim licima. Nešto više od 4% je prikupljenog kabastog otpada. Ostatak, otprilike 37%, su ostaci čvrstog komunalnog otpada (drugi otpad, koji se danas obično naziva mešovitim komunalnim otpadom), koji se danas obrađuju u novoj automatizovanoj postrojenju za sortiranje otpada.



Slika 1: Sakupljanje komunalnog otpada

Devedesetih godina prošlog veka u našem Regionu postojala je prva međuopštinska organizacija pod nazivom CEGOR. Glavni cilj CEGOR-a je bio da obezbedi političku saglasnost i rešenje za lokaciju nove deponije sa postrojenjima za tretman otpada (sortiranje, kompostiranje). Nažalost, tada nije bilo uspeha. Posle neuspeha CEGOR-a bilo je još mnogo drugih političkih pokušaja da se dođe do rešenja za upravljanje otpadom u regionu Maribora. Ali to je već druga (duga) priča.

Nakon više pokušaja, napokon, 2010. godine doneta je politička odluka da naša kompanija Snaga izgradi sortirnicu u Mariboru kao projekat od javnog interesa.

To je takođe prilično duga priča, ali ukratko: u decembru 2012. godine Snaga je počela sa javnim nalogom za izgradnju automatskog postrojenja za sortiranje mešovitog komunalnog otpada. Glavni cilj je bio da se ukloni sav reciklabilni otpad iz preostalog komunalnog otpada. Nažalost, u Mariboru nema mesta za bilo kakav biološki uređaj (zbog zakonskih uslova). Ovo je još uvijek veliki nedostatak u našem regionu.

1.1. Automatizovana sortirnica odpadaka

Sastav mešanog komunalnog otpada je približno isti:

Basic partition:	2-nd stage partition	3-rd stage partition	4-th stage partition
organic 88,0%	biodegradable 45,0%	watter 35,0%	lightly bonded firmly bonded
		dry matter 10,0%	dry bio-matter
	dry organic 42,0%	organic recyclable 20,0%	PET, HDPE, LDPE, PVC, wood, textile, PS, PP, ...
		organic combustible 22,0%	plastic, paper, wood, textile, dry bio-matter, ...
		hazardous 1,0%	(by groups)
anorganic 12,0%	glass 4,0%	glass 4,0%	packaging, flat
	metal 5,0%	metal 5,0%	Al, Fe, ...
	mineral 3,0%	mineral 3,0%	

Slika 2: Sastav MKO

Procenat različitih delova komunalnog otpada može odstupati, ali je važno razumeti šta treba da postignemo sa otpadom iz domaćinstva da bismo upotpunosti usvojili princip kružne ekonomije. Većina komunalnog otpada je, hemijski gledano, organska materija, manje je neorganska. Većina opasnih frakcija otpada je neorganska. U neorganskom delu otpada imamo uglavnom staklo, metale i minerale.

Organski deo se može podeliti na suvi i biorazgradivi organski otpad. U biorazgradivom organskom otpadu ima mnogo vode. Suvi organski deo može se dalje razdvojiti na deo koji se može reciklirati i deo koji se ne može reciklirati (struja). Taj drugi deo će u budućnosti biti sve manji.

Bilo bi sjajno kada bi mogli odvojeno odlagati kućni otpad onako kako je to prikazano u gornjoj tabeli. Naš cilj je da se što više približimo oštrim granicama između grupa otpada i da se to uradi sa minimalnim uticajem na životnu sredinu.

Možemo mnogo da uradimo sa odvojenom kolekcijom. Koliko frakcija svaka osoba može odvojeno prikupiti? Može se odvojeno

prikupljati: 3, 4, 5, možda 7 ili više frakcija odvojeno? Naravno, neki pojedinci mogu prikupiti više od 40 frakcija, ali da li svi to mogu?

Dakle, kada želimo postići visoku stopu recikliranja, samo odvojeno sakupljanje nije dovoljno. Moramo da pomognemo u pre-obradi – sortiranju. Otpad iz domaćinstva je najrazličitiji i najprisutniji otpad u našem životu. U prvoj fazi moramo sakupiti sav otpad kako bismo sprečili opasne uticaje na okolinu. Koliko je to moguće? Razumno je pronaći što više tokova otpada što je moguće direktniji put do recikliranja i, posledično, povratak u naše živote kao novi proizvod za naše realne potrebe.



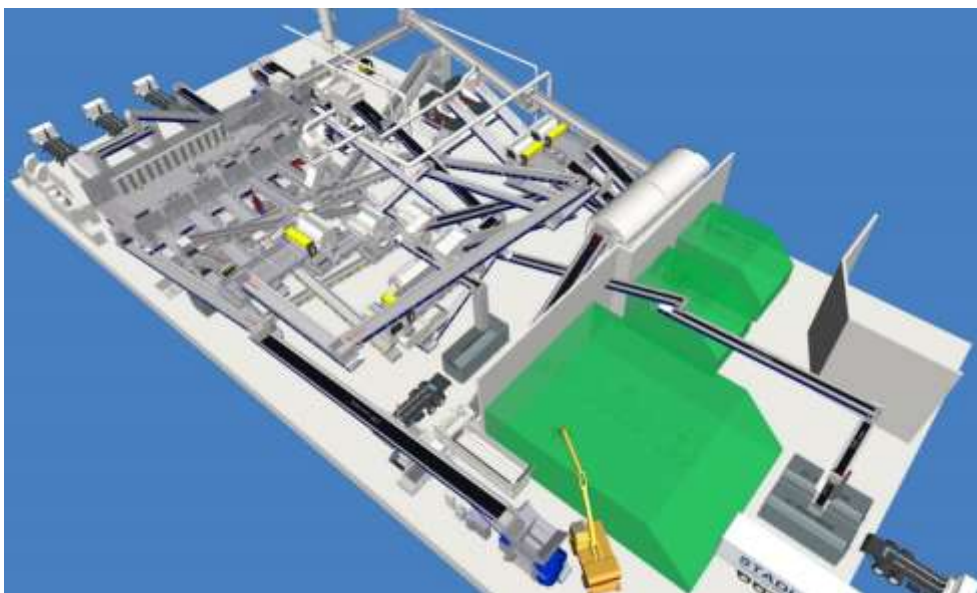
Slika 3: Zatvaranje kružnih petlji otpada

Međutim, odvojeno sakupljanje ne može osigurati da se sve frakcije mogu direktno preneti u postrojenja za recikliranje. Da biste postigli veću stopu recikliranja, možete (morate) koristiti tehničku pomoć, uređaj za tehničku pre-dobradu, odnosno postrojenje za sortiranje. S druge strane, možemo imati puno političkih instrumenata za postizanje potrebnih ciljeva recikliranja, ali to nije uvek prirodan i/ili najkraći put za postizanje naših ciljeva – a to je još jedna priča izvan okvira ovog teksta. Ranije je sortiranje otpada vršeno pomoću manuelanog rada čoveka. Možete li zamisliti da stojite 5, 6, 7 ili čak 8 sati pored trake za sortiranje i gledate s jedne strane na drugu i nazad i birate jednu, dve ili čak nekoliko različitih

frakcija iz toka otpada koji ide duž trake? To je bila tehnologija osamdesetih i poslednje decenije prošlog milenijuma. Danas se nalazimo na početku Četvrte industrijske revolucije – digitalizacije. Da li i dalje moramo ručno da sortiramo otpad? Da li takav rad može biti efikasan? Da li takav posao može biti human posao?

Početkom 2000-tih počeo je razvoj automatizovanog sistema za sortiranje, koji je tokom ove decenije postao standard tehnike sortiranja. Mašina može da radi brže i efikasnije nego što bilo ko može. Osim toga, elektronska optika može videti i razdvojiti različite vrste materijala brže nego što se mislilo. Zašto ne koristiti ove tehničke pogodnosti i prednosti?

U Mariboru smo počeli da koristimo ove nove tehnike u posebnom tehnološkom rešenju - pametnoj automatizovanoj mašini za sortiranje otpada.



Slika 4: Automatizovana sortirnica komunalnog otpada u Mariboru

Od jula 2018. godine automatska sortirnica mešovitog komunalnog otpada u Mariboru je u fazi testiranja. Ta faza će biti završena do kraja juna 2019. godine, ali ono što već sada možemo reći – postiže odlične rezultate.

1.1.1. Tehnologija

Otpad koji prerađujemo u automatskoj sortirnici je prilično suv, jer se veliki broj biorazgradivog otpada već prikuplja odvojeno. Zbog toga nije potrebno sušiti pre mehaničkog tretmana ulaznog otpada.

Prvi korak je podela ulaznog toka otpada na mali i teški otpad s jedne strane i ostalih frakcija s druge strane. Svi daljnji tokovi se obrađuju u postrojenju kako bi se iz svakog toka dobilo što više reciklabilnih materijala. Tehnologija postrojenja je automatizovana. Klasifikacija se vrši mašinama za sortiranje sa takozvanom NIR tehnologijom (optička identifikacija materijala pomoću infracrvenih talasa) – u postrojenju se nalazi šest takvih uređaja, zatim slede magneti, vorteks mašine, vazdušni separatori i drugi segmenti. Uređaj je inženjerski rad koji kombinuje već poznate i dokazane tehnike u optimiziran tehnološki skup – automatizovani sistem za sortiranje.

Na kraju, uvek postoji "ali". Cena naše sortirnice bila je 12,5 miliona €. U blizini Osla u Norveškoj je jedan sličan uređaj. Cena ovog uređaja je 10 miliona € više – 22,5 miliona €. Gde je razlika? Na kraju, našoj mašini je potreban i čovek, jer su mašine ipak "ograničene" pa je povremeno potrebno popraviti "greške", a neophodno je i ručno čišćenje mašinskih delova/sklopova. U Oslu nema ljudi na liniji za sortiranje! Da bi se pročistile odlazeće frakcije otpada, instalirana je oprema u drugoj još većoj hali za sekundarno optičko sortiranje i za čišćenje izlaznih frakcija otpada.

Uvođenjem novih, modernih tehnika u savremena tehnološka rešenja uvek je potrebno pronaći optimalno rešenje za celi životni vek sortirnice. Postoje mnogi elementi koji utiču na optimalno rešenje. Međutim, ovo je još jedna priča koja prevazilazi okvire ovog teksta. Ako sada sumiram stanje upravljanja otpadom u Mariboru, mogu da istaknem sledeće: Sve počinje sa ljudima. Sva rešenja su napravljena za ljude – direktno ili indirektno. S druge strane, postoje tehničko-tehnološka rešenja. Takođe imamo treću stranu – kreatore politike i one koji te politike sprovode u praksi. Oni odlučuju šta će se dogoditi i kako. Onda imamo ljude koji razumeju ovu oblast. Svi moraju raditi istovremeno. Ovaj poslednji deo je najvažniji ako želimo da radimo dobro i brzo. A nama je trebalo vremena.

2. UČEŠĆE U PROJEKTIMA

U cilju bržeg napretka u razvoju upravljanja otpadom u Mariboru, pridružili smo se nekim projektima. Neki od njih su ukratko opisani u nastavku.

2.1. Urban Soil 4 Food (Urbana zemlja za hranu) – Projekat akcije UIA

U urbanim područjima postoji mnogo različitih vrsta biološkog otpada, kao što su: odvojeno sakupljeni biološki otpad iz domaćinstava, zeleni otpad iz urbanih parkova, pokošena trava, otpadna hrana i slično. S

druge strane, u urbanom području postoji mnogo tokova neopasnog otpada, kao što su iskopi, otpad od rušenja, pesak iz rijeke itd. Svi ovi otpad (još) nemaju dugoročna i smisljena rješenja. Tako smo u projekat pretočili ideju šta želimo da testiramo pilot projektom – Urban Innovative Action (UIA). To je lokalni projekat finansiran fondovima EU.

A koja je osnovna ideja projekta?

Izgraditi pilot postrojenje za tretman različitih bioloških otpada za upotrebu njihovih proizvoda u urbanim područjima za hranu, zeleni deo grada i slično. Na taj način, svi ovi tokovi gradskog otpada će se prikupljati, obrađivati i koristiti u urbanim i sub-gradskim sredinama. Jezgro projekta je pilot postrojenje sa tri vrste biološkog tretmana – suva fermentacija, kompostiranje i piroliza. Iz ovog dela projekta proizvodimo kompost, bio-ugalj i energiju, što je neophodno za procese prerade, kao i za plastenike. Kompost i bio-ugalj su samo poluproizvodi. U nastavku projekta se mešaju s većinskim djelom inertnog materijala (materijal od rušenja građevina, iskopi zemlje i sl.) za proizvodnju takozvanog gradskog tla. Proizvodit ćemo različite kvalitete urbanog tla za različite namene u urbanoj sredini. Projekat je u fazi razvoja i biće spreman za proizvodnju u martu 2020. godine.

2.2. Interreg Europe Projekt Winpol

Industrijska revolucija 4.0 se menja i razvija. Ona, između ostalog, razvija i oblast upravljanja otpadom. Mi smo partner u projektu Interreg Europe pod imenom VINPOL. Osnovna ideja projekta je razmjena dobrih praksi između projektnih partnera u oblasti inteligentnih sistema upravljanja otpadom.

Kako skupiti otpad pametnije, jeftinije i brže? Kako osigurati zatvaranje kružnih petlji za što više otpada? To su neka od tema kojima se bavimo u ovom projektu. U okviru projekta, koji je započeo u septembru 2018. godine, pripremićemo programe, strategije i lokalne zakone kako bismo osigurali razvoj inteligentnog upravljanja otpadom i za ubuduće obezbedili finansijsku konstrukciju za ulaganje u inteligentno upravljanje otpadom.

2.3. H2020 Projekt Cinderella

U ovom projektu naša kompanija nije direktno uključena. Projektni partner ovog projekta je još jedno javno preduzeće u Mariboru, Nigrad (nisko-gradjevinski radovi, kanalizacija). Ali i ovaj projekat nam je veoma zanimljiv. Svrha projekta je pronalaženje novih načina za proizvodnju novih korisnih proizvoda iz otpada nastalog u građevinarstvu i sličnog otpada. U tom projektu pokušaćemo da pronađemo rešenje za korišćenje

naših takozvanih teških frakcija iz postrojenja za sortiranje. Ova frakcija je predodređena da se danas odlaže, ostavljajući materijal ovog otpada izgubljenim. Možda možemo iskoristiti ovu tešku frakciju u budućnosti?

3. STRATEGIJA SNAGE

Mi smo u potrazi za optimalnim integrisanim upravljanjem otpadom u budućnosti. Poznata je hijerarhija upravljanja otpadom, koju svi moramo uzeti u obzir:



Slika 5: Hijerarhija upravljanja otpadom i kružne ekonomije

Jasno - recikliranje je najgori oblik kružne ekonomije. Međutim, u sprečavanju stvaranja otpada ili pripremi za njegovu ponovnu upotrebu, još nismo dovoljno efikasni. Ipak, reciklaža je i dalje mnogo bolja od obnavljanja energije ili čak odlaganja.

Sledeća slika prikazuje model integrisanog upravljanja otpadom:



Slika 6: Celoviti sistem upravljanja otpadom

Ako se već bavimo nastalim otpadom, a ne prevencijom da otpada bude što manje, moramo ovladati upravljanjem otpadom na najbolji mogući način. Danas možemo, ili bolje rečeno moramo koristiti sve nove digitalne uređaje i sisteme koji nam mogu pomoći da bolje i ekonomičnije upravljamo otpadom.

Strategija Snage je data u tri oblasti:

- sakupljanje otpada u vezi sa
- tretmanom otpada kako bi ostalo što manje za
- odlaganje otpada.

Možemo najviše da uradimo u oblasti sakupljanja otpada. U tom segmentu tražimo bolje rešenje u kombinaciji:

- (polu) podzemni sistemi za sakupljanje, sa uređajima koji izveštavaju o količini otpada na daljinu,
- optimizovanje prikupljanja razvojem i korišćenjem novih algoritama,
- pražnjenje kontejnera na zahtev,
- potraga za najoptimalnijom kombinacijom odvojenog sakupljanja i predtretmana,
- ...

Sakupljanje je samo prva faza na putu zatvaranja kružnih petlji:

- šta sve može da se prenese na recikliranje,
- mogućnost proizvodnje novih proizvoda iz otpadnih materijala u lokalnom okruženju,
- koliko daleko javni sistem može/mora proći kroz kružnu petlju?
- pronaći nove načine recikliranja prljavih frakcija iz otpada,
- ...

Uklanjanje otpada za budućnost nije opcija:

- za energetske bogate frakcije (može se naći frakcija) pronaći nove mogućnosti za recikliranje materijala,
- pronaći nove mogućnosti za recikliranje teških frakcija,
- fokus na "bez otpadaka" u budućnosti, ...

Možda je strategija prilično optimistična, ali mnoge tehnologije za njeno izvršenje već postoje i delimično se koriste širom Evrope ili širom svijeta. Možda smo i mi (previše) mali da sprovedemo temeljna istraživanja. Međutim, možemo da uradimo mnogo inženjerskog posla gde stavljamo poznate (drugačije razvijene) elemente u novu kombinaciju sa novim funkcionalnim efektima i dostignućima. U budućnosti, moramo učiniti mnogo da osiguramo da buduće generacije imaju barem jednako dobar život kao što sada mi živimo.

ZAKLJUČAK

Prelazak u kružnu ekonomiju nije jednostavan, ali je nužan. Put ovog prelaza vjerovatno je negde kraći, drugdje duži, a svaki počinje sa prvim korakom, dabome taj korak treba da bude u pravom smjeru.

Kompanija Snaga možda i nije išla najlakšim putem, a učili smo od svakog koraka – i pogrešnog. No druge ne trebaju da pravi iste greške te da krenu kraćim putem. A osobito kod navika ljudi nema velikih prečica. Sve u svemu prelazak u kružnu ekonomiju pravimo za ljude, za one, koji su nam najviše vrijedni – našu decu. A ko za našu decu ne bi učinio svega što može?

LITERATURA

- [1] <https://www.snaga.si>
- [2] Ljetni izvještaj poslovanja kompanije Snaga za 2017 godinu
- [3] Interni dokumenti kompanije Snaga

SESIJA #1

Dr Đorđe Pavlović⁸

Visoka poslovna škola strukovnih studija, Valjevo

Dr Pero Petrović⁹

Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd

Preduzetništvo i zapošljavanje u cirkularnoj ekonomiji

Entrepreneurship and employment in the circular economy

Rezime:

Srbija, sa aspekta realnih potencijala, i kao sistem i kao država može da bude prosperitetnija, moćnija i uticajnija u okruženju. Međutim, to podrazumeva da je Srbija funkcionalno ustrojena, udružena, združena i ofanzivna u zaštiti svojih nacionalnih interesa, sa usvojenim konceptom, jasnom misijom, vizijom, ciljevima, strategijom i politikom funkcionisanja i razvoja (održivog) i da državnotvorno gazduje sa resursima i mogućnostima kojima raspolaže. Upravo jednu od takvih mogućnosti pruža cirkularna ekonomija koja u međuzavisnosti sa preduzetništvom može podići nivo zaposlenosti u privredi, a time ubrzati njen rast i razvoj, kao i podići životni standard stanovništva na viši nivo. Savremeno društvo karakterišu ubrzane promene jer je industrijska tehnologija zamenjena informacionim tehnologijama. Izgled tradicionalne organizacije znatno je izmenjen. Novi trendovi imali su veliki uticaj i na upravljanje ljudskim resursima u cirkularnoj ekonomiji. Ti trendovi koji se odnose i na cirkularnu ekonomiju su: rastuća konkurencija, upravljanje međunarodnim poslovima, tehnološke inovacije, upravljanje u skladu sa važećim propisima, sindikalno delovanje, etika i međuljudski odnosi. Problem zapošljavanja, zaposlenosti i nezaposlenosti, je jedan od ključnih problema u razvoju svakog društva i države. Posebno se među njima ističe problem mladih ljudi kao „goruće pitanje“, kao u državama u regionu i u Evropskoj uniji, tako i u Srbiji. Preduzetnička ekonomija i inkorporirani njeni principi u deo koji sačinjava cirkularna ekonomija, u velikoj meri, može ublažiti taj problem, smanjiti nezaposlenost. Savremena ekonomska teorija prepoznaje problem neuspeha tržišta različitih dobara i usluga usled nepotpunih informacija i smatra poželjnim državnu intervenciju koja bi nedostajuće informacije obelodanila u izvornom obliku, posebno u tretmanu cirkularne ekonomije.

Ključne reči: Cirkularna ekonomija, preduzetništvo, zapošljavanje, razvoj.

Abstract:

Serbia, in terms of real potential, both as a system and a state can be more prosperous, more powerful and influential in the environment. However, this implies that Serbia is functionally organized, united and active in the protection of its national interests, with the adopted concept, clear mission, vision, goals, strategy and policy of functioning and development (sustainable) and to create state-owned resources with the resources and capabilities available. It is precisely one of these possibilities that provides a circular economy that, in the interdependence with entrepreneurship, can raise the level of employment in the economy, thereby accelerating its growth and development, as well as

⁸ djordje.pavlovic@vipos.edu.rs; profesor strukovnih studija

⁹ pera@diplomacy.bg.ac.rs; redovni profesor univerziteta i naučni savetnik

raising the standard of living of the population to a higher level. Modern society is characterized by rapid changes because industrial technology is replaced by information technology. The appearance of the traditional organization has changed significantly. New trends also had a major impact on the management of human resources in the circular economy. These trends that relate to the circular economy are: rising competition, management of international affairs, technological innovations, and governance in accordance with applicable regulations, trade union action, ethics and interpersonal relations. The problem of employment, relation employment and unemployment, is one of the key problems in the development of every society and state. Particularly among them is the problem of young people as a "burning issue", as in the countries in the region and in the European Union, as well as in Serbia. Entrepreneurial economics and its incorporated principles into the part that constitutes a circular economy can largely mitigate this problem, reduce unemployment. Modern economic theory recognizes the problem of the failure of the market of various goods and services due to incomplete information and considers it desirable state intervention to disclose the missing information in its original form, in particular in the treatment of the circular economy.

Keywords: Circular economy, entrepreneurship, employment, development.

Uvod

U savremenim uslovima poslovanja koje karakteriše izrazita turbulentnost, liberalizacija poslovnog ambijenta, kao i izrazita dinamičnost tržišne arene, veliki broj privrednih entiteta, u borbi za opstankom ili u nastojanju za postizanjem bolje, možda i liderske pozicije na tržištu, pribegava raznim „slamkama“ spasa. Međutim, cirkularna ekonomija predstavlja još uvek nedovoljno iskorišćeno područje koje bi moglo u sadejstvu sa inovativnim preduzetništvom da dovede do veće upošljenosti stanovništva. Stoga, uspešno sprovođenje reformi pretpostavlja sposobnost kreiranja vizije, misije, ciljeva, strategija i politike, kao i njihovu implementaciju radi izgradnje funkcionalnog sistema i održivog privrednog razvoja. To istovremeno podrazumeva i unapred planiran i osmišljen proces institucionalnog redizajniranja privrednog sistema na način koji omogućava njegovo prilagođavanje unutrašnjem i eksternom okruženju, kako bi se dostigla veća efikasnost, konkurentnost, fleksibilnost i održivost sistema, a time i ubrzanijeg privrednog razvoja sa svim blagodatima koji on donosi. Oblast inovacija je multidisciplinarna te se sagledavaju razne potencijalne mogućnosti primene u društvu i privredi, sa posebnim osvrtom na održivi rast i društveno blagostanje. Stoga, u cirkularnoj ekonomiji inovacije u recikliranju i obnovi resursa mogu preduzetničkim rizikom doći do izražaja ostvarujući očekivani profit.

Benifiti su:

- 1) Zaštita resursa i životne sredine – eksploatacija prirodnih resursa je smanjena, što direktno utiče na očuvanje životne sredine.

- 2) Štednja energije – kompanije mogu da koriste reparirane i prepravljene delove starih proizvoda i da ih ugrađuju u nove, i da tako uštede značajne količine energije u proizvodnji.
- 3) Smanjenje nezaposlenosti – u CE kompanije koje se bave održavanjem, popravkama, recikliranjem, dizajniranjem eko proizvoda i usluga mogu u bliskoj budućnosti da postanu veoma interesantna i atraktivna zanimanja.
- 4) Promocija inovativnosti i povećanje konkurentnosti – CE zahteva određenu dozu kreativnosti i značajan nivo sposobnosti da se u poslovanje uvedu inovacije različitih vrsta. U bliskoj budućnosti samo inovativna preduzeća i grupacije moći će da nadžive konkurenciju.

1. Preduzetništvo kao pokretač cirkularne ekonomije

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 u cirkularnoj ekonomiji. U ekonomiji koja se sve više zasniva na znanju, širom sveta sve veću ulogu ima istraživanje i razvoj (R&D) što može da se poveže sa raznovrsnim faktorima uključujući kvalitet nacionalnih i regionalnih inovacionih sistema. 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. Osim toga sve intenzivnijim razvoja interneta trasiran je put za prelazak tzv. stare ekonomije u novu „digitalnu web ekonomiju“, te se u tom novom ambijentu menja priroda poslovanja u mnogim delatnostima. Preduzetništvo utiče da sve više dolazi do izražaja elektronsko tržište i elektronski kanali marketinga (e-trgovina) tako da se praktično sve kompanije, u cirkularnoj ekonomiji, prilagođavaju tim turbulentnim promenama ako žele da opstanu na tržištu. Savremene informaciono-komunikacione tehnologije imaju niz aspekata pa time i

uticaja i to: socio-ekonomske, kulturološke, bezbednosne, etičke i zakonsko-pravnu regulativu;

Srbija, nažalost, zaostaje po mnogim segmentima privrednog i integralnog društvenog razvoja uključujući i razvoj preduzetništva (koji bi dalje razvijao obim i efekte reciklažne ekonomije), na to ukazuje i Izveštaj Svetskog ekonomskog foruma za 2019 godinu. Srbija zaostaje po intenzitetu konkurencije, uvozu tehnologija, održivog razvoja, potrebnih profila stručnosti na tržištu rada, profesionalnog menadžmenta i slično [1]. Stoga, pitanja vezana za zadržavanje i privlačenje talenata iz dijaspore valjalo bi da budu visoko na političkoj agendi izvršne i zakonodavne politike Srbije, odnosno dugoročne strategije razvoja. 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 [2]. Cirkularna ekonomija je nova doktrina poslovanja koje je odobrio Evropski parlament 2015. godine kada je praktično i završeno vreme linearne ekonomije "proizvedi-upotrebi-baci" da bi se otvorilo vreme kruga "proizvedi-upotrebi-proizvedi".

2. Ljudski resursi u cirkularnoj ekonomiji

Srbija, još uvek, raspolaže sa visoko obučanim kadrovima, a ljudski resursi su jedan od ključnih faktora jačanja konkurentnosti. Pošto se na svetskom tržištu pod konkurentskom prednoću podrazumeva relativno veća moć, odnosno snaga jednog preduzeća, jednog proizvoda ili jedne ekonomije u odnosu na drugu. Ljudski resursi bitno opredeljuju ostvarivanje konkurentne prednosti preduzeća. Poslovna strategija od ljudskih resursa zahteva posedovanje odgovarajućih znanja, stručnosti, iskustva, veština i entuzijazma, dok je kredibilan menadžerski tim sa jasnom vizijom i sposobnošću motivisanja podređenih – osnovna poluga implementacije strategije. Problem zapošljavanja, zaposlenosti i nezaposlenosti je jedan od ključnih problema u razvoju svakog društva i države. Posebno se među njima ističe problem mladih ljudi kao „goruće pitanje“, kao u državama u regionu i u Evropskoj uniji, tako i u Srbiji. Nepovoljni uslovi na tržištu rada, posebno nakon udara Svetske ekonomske krize otežavaju prelazak mladih iz faze obrazovanja u fazu zaposlenosti. S druge strane, problem zapošljivosti mladih je, u dobroj meri, i u njihovim rukama. Iako oni ističu da kroz formalno obrazovanje ne stiču dovoljno praktičnih znanja i nisu pripremljeni za traženje posla, mladi mogu svoje prvo praktično iskustvo da steknu kroz volontiranje, te i na taj način povećaju svoju zapošljivost i konkurentnost na tržištu rada. Situacija se polako menja, te sada srednje škole i fakulteti organizuju

programe stručne prakse kako bi mladi mogli da steknu svoje prvo radno iskustvo u oblasti za koju se školuju. Opstati i razvijati se pod današnjim teškim i promenljivim uslovima tržišta moto je svake privrede i svakog preduzeća. To predstavlja težak posao zbog čega menadžment ljudskim resursima i strateški pristup održivosti predstavlja nezaobilazni koncept. Stoga je upravljanje ljudskim resursima strateški neophodan činilac u realnosti poslovnog sveta. U narednom periodu od Srbije ne treba očekivati ekonomska čuda, jer su nagomilane i nasleđene brojne slabosti u funkcionisanju privrednog sistema, ali ipak privredni rast, u proteklom periodu, je nedovoljan za dinamičan i stabilan razvoj privrede koji bi obezbedio skori priključak ekonomski relevantnim zemljama, veći standard i uopšte kvalitetniji život stanovništva u narednim godinama.

Tehnološke inovacije koje su osnova četvrte industrijske revolucije (industrija 4.0.) koja obuhvata tehnologije budućnosti: veštačku inteligenciju, robotiku, vituelnu realnost, blokčejn, big dejta). Potom, i druge progresivne aktivnosti kao npr.pametne gradove, saradnju korporacija i startup kompanije, odnosno sve ono što donose inovacije i tehnološki razvoj. Upravo su mladi i obrazovani stručnjaci znalci informaciono-telekomunikacione tehnologije ti koji mogu da se fleksibilno ponašaju u prelazu na novu digitalno vođenu ekonomiju u kojoj cirkularna ekonomija treba da zauzima sve veći deo. Ulaganje u ljudske resurse, koji poznaju principe cirkularne ekonomije, je isplativije od ulaganja u bilo koje resurse, jer bez čoveka i njegovog rada nema ni profita, ni u ovoj narastajućoj privrednoj grani [3]. Stoga se upravljanje ljudskim resursima zahteva kritičko preispitivanje mera i aktivnosti koje u procesu, odnosno u postupku planiranja, regrutovanja, selekcije, socijalizacije, obuke i usavršavanja, ocenjivanja performansi, nagrađivanja, motivisanja, zaštite zaposlenih, upravljanja karijerom, degradacijom i otpuštanjem i primenjivanje važećih radno-pravnih propisa, preduzima menadžment organizacije radi njihove potpune spoznaje i njihovog unapređivanja i prilagođavanja savremenim uslovima privređivanja u cilju ostvarivanja projektovanih zadataka i organizacionih planova i interesa.

Upravljanje ljudskim resursima u cirkularnoj ekonomiji, 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 koja posluje u cirkularnoj ekonomiji.

3. Cirkularna ekonomija kao pokretač promena

Sve različitosti u jednom društvu, državama, gradovima i organizacijama imaju za posledicu da ti subjekti jednog društva budu produktivniji, inovativniji i konkurentniji. Stoga, države, gradovi, institucije i pojedinci treba da se pripreme da žive i rade u različitim sredinama i da maksimalno stiču koristi od raznoličnosti, koje su pokretač promena na svim nivoima. Zemlje treba da se oslanjaju na istraživačka dostignuća, inovacije i profesionalno upravljanje. Nagli razvoj informaciono-komunikacijskih i telekomunikacijskih tehnologija još se naziva i četvrta revolucija u tehnologiji. U visoko razvijenim zemljama postala je glavni izvor kreativne destrukcije i ekspanzije inovacija, posebno u cirkularnoj ekonomiji. Sa tog aspekta mogu se identifikovati dve osnovne snage globalnog tržišta [4]:

- 1) proces inovacione dinamike koji zahteva politiku koja njegov proces podstiča: investicija u inovacije, preduzetnički kapital i start-ups (novih biznisa) itd.
- 2) formacija globalno konkurentskih klastera multinacionalnih kompanija;

Inovativne kompanije, uglavnom start-ups, u cilju bržeg razvoja i rasta, ulaze u neformalne saveze, ali i takozvane klastere [5]. 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 klaster globalne konkurentnosti i s druge strane lokalnu preduzetničku mrežu, čiji neksus rezultira formiranju novih brzo-rastućih firmi. Informaciono-komunikacione tehnologije su glavna pokretačka snaga autsoringa (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.

Eksperti smatraju da u narednom srednjoročnom periodu, da uloži blizu 15 milijardi evra u oblast zaštite životne sredine i usvojena pregovaračka pozicija za poglavlje 27 u dogovoru sa Evropskom komisijom.

Primer, upošljavanja mladih može da bude kompanija „Sekopak“, osnovano 2006 godine, sa ciljem da pomogne organizaciji procesa upravljanja ambalažnim otpadom u Srbiji. U njenoj viziji Srbije, u ovom

procesu učestvuju svi – država, privreda i građani. Ova kompanija je Kompanija operater upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom, na osnovu međunarodne kategorizacije i finansijske analize tri poslovne godine (2015. 2016. i 2017.), ispunila sve uslove za izdavanje prestižnog međunarodnog Sertifikata bonitetne izvrsnosti rejtinga AA. Kompanija Sekopak je najuspešnija u svojoj delatnosti, i svrstana je u 1,7 % najlikvidnijih preduzeća u Republici Srbiji. Sertifikat, kao međunarodna potvrda solventnosti, izdaje kompanija BISNODE već 30 godina u 18 zemalja Evrope. Drugi primer, u Srbiji kompanija „Bisnode“ sertifikaciju vrši od 2013. godine kroz saradnju sa Razvojnou Agencijom Srbije, NBSom, APRom, Privrednim i Apelacionim sudovima i Privrednom Komorom Srbije. U međunarodnom okruženju sertifikovanje je uobičajena praksa i na taj način kompanije dodatno jačaju svoj ugled i poverenje u domaćem i stranom poslovnom okruženju. Imati sertifikat bonitetne izvrsnosti jedno je od retkih priznanja kojim poslovni subjekti svojim stalnim i potencijalnim poslovnim partnerima dokazuju da su odgovorno i kvalitetno vođena kompanija sa kojom treba poslovati. Iznad svega, ovo priznanje izvrsnosti potvrda je dugogodišnjeg sistematskog i kvalitetnog rada. Poseban primer, proizašao iz ekološkog pristupa kružnoj ekonomiji, su ekološki materijali. To može biti mikrocement kojim se mogu “obučiti” zidovi, podovi, plafoni, stepenice, kade, lavaboi, drveni stolovi, stolice i dr., sa primenom u građevinarstvu i posebno u hotelijerstvu (ekološki material za eksterijer i enterijer). Nosioци ovog priznanja svrstavaju se u sam vrh domaće privrede, rame uz rame sa kompanijama iz Evropske Unije. Cirkularna ekonomija i ekodizajn bila je glavna tema četvrte „Sekopak“ konferencije održane u sredu, 28. novembra u klubu „Just&Lobby“ u Beogradu, a na toj, sada već tradicionalnoj novembarskoj konferenciji, okupljeni su imali priliku da sumiraju rezultate iz 2017. i 2018. godine, da prisustvuju dodeli sertifikata za doprinos u uštedi emisije ugljen-dioksida, vide haljine napravljene od otpada i čuju nastup bubnjara čiji instrumenti su napravljene od otpadnih sirovina.

Pregled br.1 Reciklaža ambalažnog otpada u nekim zemljama EU i Srbiji

Zemlja	EU	UK	Šved.	Slov.	Rum.	Bug.	Srbija
Povrata	79,2	72,7	87,4	92,5	57,4	66,0	42,3
Reciklirano	65,3	64,6	71,9	69,0	56,8	65,7	41,3

Izvor: Eurostat, 2014, SEPA, 2016.

4. Koncept zapošljivosti i primena u cirkularnoj ekonomiji

Koncept zapošljivosti (employability), kao sinonim za celoživotno učenje i usavršavanje, nije nov koncept, ali je ponovo dobio na značaju nastupanjem kriznog perioda i povećavanjem nezaposlenosti u svim kategorijama radne snage. Posebno se ističe problem zapošljavanja mladih koji školovanjem stiču teorijska znanja, ali nisu konkurentni na tržištu rada. Stoga Srbija mora da aktivnim merama kako države tako i pojedinaca da stvori povoljnu klimu u kojoj se može uticati na povećanje zapošljivosti mladih, jer se na taj način utiče i na povećanje kvaliteta ukupne radne snage. Ovaj koncept ima za cilj celoživotno učenje i usavršavanje osobe u svrhu povećanja kvaliteta njegovih kompetencija i omogućavanja zaposlenja, jer doživotno zaposlenje i neulaganje u usavršavanje, u većem broju slučajeva, više nije moguće. Niz razloga, a pre svega nepovoljni uslovi na tržištu rada su bitan razlog da se danas potencira implementacija koncepta zapošljivosti. Međutim, ovaj koncept ne treba poistovećivati sa zapošljenošću. Zapošljivost se odnosi na mogućnost da se ostvari zaposlenje, a zaposlenje je rezultat nečije zapošljivosti. Suština ovog koncepta je stav da su kontinuirano učenje i prilagođavanje jedini način da se poveća verovatnoća da pojedinac ostvari zaposlenje, odnosno da obezbedi što viši nivo sigurnosti zaposlenja i uveća korist za sebe, ali i za svoju zajednicu i celokupnu ekonomiju. Ukoliko se prati geneza shvatanja zapošljivosti, u konceptualizaciji ove kategorije mogu se izdvojiti tri perspektive [5]: ekonomsko-socijalna, organizaciona i individualna perspektiva. Sve tri perspektive se međusobno razlikuju po tome kojeg ključnog igrača predstavljaju, odnosno ko je taj ključni subjekat koji generiše zapošljivost rane snage.

U uslovima kada se zapošljivost posmatra sa ekonomsko - socijalne perspektive, dovodi se u vezu sa sposobnošću različitih grupa radne snage da ostvare i zadrže status zaposlenosti.

Potom, ako se zapošljivost posmatra iz organizacione perspektive odnosi se na prakse upravljanja ljudskim resursima kojima se optimizira raspoređivanje radne snage unutar organizacije u nameri da se poveća njena fleksibilnost i konkurentna prednost. Individualna perspektiva o zapošljivosti fokusira se na predispozicije i ponašanje pojedinaca koje mu omogućuje identifikovanje i realizovanje prilika za razvoj karijere, odnosno podrazumeva se mogućnost uspešne tranzicije na tržištu u smislu prelaska iz statusa nezaposlenog u status zaposlenog, promenu radnog mesta, promenu poslodavca i sl. Upravo individualna perspektiva je dominirajuća u srpskim uslovima ali i savremenim shvatanjima karijere

gde se težište odgovornosti za kontinuitet i razvoj karijere prenosi sa organizacije na konkretne pojedince koji preuzimaju odgovornost.

Ovaj koncept je tokom vremena značajno evaluirao: prvo je imao makro perspektivu, pa mezo i mikro perspektivu koje se potom naglo razvijaju, te mikro perspektiva postaje dominirajuća. Osnovna poruka koju daje ova perspektiva je da pojedinac postaje ključni generator lične zapošljivosti. Stoga, i sam pojedinac treba da se uključi u aktivnosti i treba da preduzima mere da postane konkurentniji na tržištu rada. Na taj način on povećava šanse da zadrži ili dobije status zaposlenosti. Međutim, zapošljivost nije samo određena faktorima koji su pod kontrolom pojedinaca, već i faktorima koji su izvan njegovog delokruga, kao što su karakteristike tržišta rada, intervencije od strane vlade usmerene ka određenim grupama ljudi, globalna ekonomska situacija (globalna kriza) i slično. Dakle, premda zapošljivost, sa mikro aspekta, promoviše ideju da pojedinci trebaju da vode računa o svojoj atraktivnosti na tržištu rada, događaji i aktivnosti na makro nivou i dalje mogu značajno uticati na zapošljivost pojedinaca [6]. Ova klasifikacija perspektiva o konceptu zapošljivosti pokazuje da je moguće identifikovati i tri ključne grupe subjekata koje mogu da generišu zapošljivost radne snage, tj. da povećaju verovatnoću njene zaposlenosti i kvalitet radne snage, a posebno mladih kao grupe koja ima najvišu stopu nezaposlenosti u Srbiji. To su država, organizacije i pojedinci. Pri tom, svaki subjekt raspolaže različitim mehanizmima i setom mera koje se mogu implementirati kako bi se ostvarilo zaposlenje, odnosno omogućile druge tranzicije na tržištu rada. Paket usluga za mlade, prema strateškom dokumentu „Nacionalnom akcionom planu za zapošljavanje za 2018 godinu“, podrazumeva korake ove službe kojima će se sprečiti zastarevanje znanja i veština od značaja za konkurentno istupanje na tržištu rada i pada u dugoročnu nezaposlenost mladih prijavljenih na evidenciju nezaposlenih lica.

Paket obuhvata [7]:

- 1) procenu zapošljivosti lica;
- 2) uvođenje individualnog plana zapošljavanja i mera koje su najpogodnije za aktivizaciju i podizanje zapošljivosti mladih,
- 3) posredovanje u zapošljavanju ili uključivanje u mere aktivne politike zapošljavanja koje mogu doprineti zapošljavanju:
 - Profesionalna orijentacija i savetovanje o planiranju karijere;
 - Program stručne prakse,
 - Subvencija za zapošljavanje mladih, i
 - Podrška razvoju preduzetništva kod mladih uz dodelu subvencija za samozapošljavanje;

- Program funkcionalnog obrazovanja i dr.

Prema Nacionalnoj strategiji za mlade koja je usvojena 2015 godine, za period od 10 godina, osim ostalih strateških ciljeva, dva strateška cilja i niz specifičnih ciljeva se direktno vezuju za zapošljivost i zaposlenost mladih:

- 1) Zapošljivost i zaposlenost mladih žena i muškaraca [8]:
 - razvijene usluge i mehanizmi koji pospešuju zapošljivost i zaposlenost mladih kroz međusobnu saradnju;
 - povećana usklađenost znanja, veština i kompetencija koje se stiču u procesu celoživotnog učenja, sa potrebama tržišta rada;
 - omogućeni podsticajni uslovi za razvoj preduzetništva mladih;
 - razvijen funkcionalan i održiv sistem karijernog vođenja i savetovanja mladih;
- 2) Kvalitet i mogućnost za sticanje kvalifikacija i razvoj kompetencija i inovativnosti mladih;
 - obezbeđeni uslovi za razvoj kreativnosti, inovativnosti i inicijative mladih i sticanje kompetencija u okviru celoživotnog učenja;
 - unapređenje kvaliteta i dostupnosti omladinskog rada i obezbeđeno njegovo prepoznavanje;
 - unapređene mogućnosti ravnomernog pristupa obrazovanju za sve i podrška mladima iz osetljivih društvenih grupa;
 - omogućeno prepoznavanje i obezbeđena podrška razvoju potencijala nadarenih i talentovanih mladih osoba;

Osim ovih mera neophodna je i saradnja sa lokalnim samoupravama, kancelarijama za mlade i organizacijama civilnog društva. Uglavnom, mladi smatraju da im je potrebno više praktičnog iskustva i programa za njegovo sticanje, koje treba organizovati tokom i nakon završetka školovanja. Mladi, takođe, smatraju da bi ova usluga trebala da bude odgovornost države i naročito obrazovnog sistema ali prepoznaju i ulogu udruženja koja sprovode omladinski rad, koja mogu posredovati između mladih i poslodavaca, ali i organizovati obuku za mentore u okviru firmi koje nude praksu, kako bi poslodavci stekli veštine mentorstva i prenošenja znanja i veština mladima. Oni smatraju da bi dodatne obuke koje razvijaju prenosive kompetencije i pripremaju mlade za traženje posla i zaposlenje, trebale da budu dostupne svim mladim ljudima kroz formalno obrazovanje.

Zaključak

Sa aspekta razvoja preduzetništva, i u međuzavisnosti sa poslovanjem u cirkularnom delu privrede, treba imati u vidu da, kako se svet sve više globalizuje, postoji opasnost da će se, ako zemlja i gradovi ne poseduju prave uslove za privlačenje talenata, stručnjaci pa i čitava preduzeća iseliti i tražiti na drugom mestu povoljniji poslovni ambijent i poslovnu klimu. Stoga, 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 preduzetnički talenat, i to u savremenoj eri u kojoj digitalne transformacije preoblikuju ekosisteme širom sveta. Na privredni rast pozitivno utiču ulaganja u vodovod, kanalizaciju, recikliranje otpada i drugi oblici zaštite prirodne sredine. Međutim, već godinama, u budžetu i van njega se izdvajaju nedovoljna sredstva za ovu oblast, a predlaže se da se ona višestruko uvećavaju.

LITERATURA:

- [1] Grečić, V., 2019, *Kako ublažiti "odliv mozgova"*, Politika, Beograd, 29. januar 2019.
- [2] Ateljević, J., 2013, *Šumpeterova teorija ekonomskog rasta: Preduzetništvo kao odgovor na ekonomsku stagnaciju*, Acta Economica XI, broj 18, februar, Ekonomski fakultet, Niš.
- [3] Saxenian, A., 1994, *Culture and Competittion in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge: Harvard University Press.
- [4] Milanović, S., Milosavljević, M., Vučković, M., 2017, *Povećanje zapošljivosti kao faktor povećanja kvaliteta radne snage*, ICDQM-2017, Prijedor, Srbija, 29-30. jun 2017..
- [5] Dorđević, B., Milanović, S., 2015, *Employadability as a reflection of individua's competitiveness in the labor market*, International Scientific Conference: Chalenges in Business and Economics: Growth, Competittiveness and Innovations faculty of Economics, Niš; Faculty of Economics, University of Niš, str.321-334.
- [6] Milanović, S., Milosavljević, M., Vučković, M., 2017, *Povećanje zapošljivosti kao faktor povećanja kvaliteta radne snage*, ICDQM-2017, Prijedor, Srbija, 29-30. jun 2017.
- [7] Đuričin, D., Janošević, S., 2009, *Strategijska analiza ljudskih resursa*, Economic Times, 47.1. str.1-46.
- [8] Petrović, P., *Preduzetnički menadžment*, PMF, Novi Sad, 2006.

Milana Radović, M.Sc. ¹⁰

Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Niš

Dr Slobodan Cvetanović ¹¹

Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Niš

Makroekonomski pokazatelji u funkciji održivog razvoja Srbije

Macroeconomic indicators in the function of sustainable development of Serbia

Rezime:

Srbija se u periodu 2009-2017. godine suočila sa dve fundamentalne makroekonomske neravnoteže i to u realnom sektoru i na području zaposlenosti. Cilj ovog rada je analiza perioda 2013-2017., u pogledu porasta lične i javne potrošnje u odnosu na ostvareni bruto domaći proizvod (BDP) i rast nerazmenljivih dobara u stvaranju bruto dodate vrednosti (BDV) za isti period. Istraživanje je bazirano na podacima domaćih i međunarodnih institucija koje objavljuju makroekonomske pokazatelje. Rezultat analize je da povećanjem godišnje stope rasta BDP-a, povećanjem broja zaposlenih, i porast produktivnosti ima za rezultat povećanje međunarodne konkurentnosti srpske privrede. Zaključak istraživanja je da Srbija mora da se okrene modelu privrednog rasta i razvoja koji je proinvesticiono i izvozno orijentisan, uvećanju učešća izvoza u BDP-u, postizanju visoke stope rasta investicija, restruktuiranju privrede u pravcu razmenljivih dobara uz održanje unutrašnje i spoljne makroekonomske ravnoteže. Predložene mere doprinose održivom privrednom razvoju oslonjenom na povećanje zaposlenosti i produktivnosti, koji istovremeno obezbeđuje unutrašnju i spoljnu makroekonomsku stabilnost i otvaraju prostor za povećanje životnog standarda na realnim osnovama.

Ključne reči: Makroekonomija, održivi razvoj, bruto domaći proizvod, bruto dodata vrednost, zaposlenost.

Abstract:

Serbia was faced with two fundamental macroeconomic imbalances in the real sector and in the employment field in the period between 2009-2017. The aim of the paper is the analysis of the increase in personal and public consumption in relation to the gross domestic product (GDP) for the period between 2013-2017, and the growth of service sector in making of gross value added (GVA) for the same period. The research is based on data from domestic and international institutions that publish macroeconomic indicators. The result of the analysis is that the increase in the annual growth rate of GDP, the increase in employment, and the increase in productivity will result in increase of the international competitiveness of Serbian economy. The conclusion of the research is that Serbia should accept the model of economic growth and development that is investment and export oriented, to increase the share of exports in GDP, achieve a high rate of growth of investments, restructure the economy in the field of production of goods, while maintaining

¹⁰ milana.radovic@yahoo.com

¹¹ slobodan.cvetanovic@eknfak.ni.ac.rs

the internal and external macroeconomic balance. The proposed measures contribute to sustainable economic development based on an increase in employment and productivity, which simultaneously ensure internal and external macroeconomic stability and make the room for increase of standard of living based on credible grounds.

Keywords: Macroeconomics, sustainable development, gross domestic product, gross value added, employment.

Uvod

Globalna finansijska i ekonomska kriza pokazala je da je neodrživ do tada važeći model ekonomskog rasta koji se u osnovi zasnivao na rastu domaće potrošnje i uvoza i niskom učešću investicija u strukturi upotrebe BDP-a. Takav model mora da se zameni proinvesticionim i izvozno orijentisanim modelom privrednog rasta.

Savremeno funkcionisanje privrede podrazumeva sposobnost da bude konkurentna, inovativna i fleksibilna. U složenim konkurentskim odnosima koji vladaju na svetskoj ekonomskoj sceni, male privrede, poput privrede Srbije, svoj put ka međunarodnom uspehu moraju da grade na unapređenju poslovanja i konkurentnosti svojih privrednih subjekata.

S obzirom na to da je privreda Srbije u dugom vremenskom periodu bila suočena sa brojnim političkim i ekonomskim problemima, zbog kojih je kasnio proces tranzicije, sa jedne strane, a sa druge strane je uticalo na njeno slabo pozicioniranje na međunarodnom tržištu. U takvim okolnostima je veoma važno stvoriti podsticajan privredni ambijent koji će voditi izgradnji izvozno orijentisane privrede, čija bi preduzeća lakše pronalazila svoje mesto na međunarodnom tržištu. U tom smislu, u radu je poseban akcenat stavljen na analizu ključnih faktora unapređenja konkurentnosti privrede Srbije, sa posebnim osvrtom na značaj većeg učešća izvoza i investicija u strukturi formiranja bruto domaćeg proizvoda Srbije.

Brojni autori proučavali su odnos nezaposlenosti i ekonomskog razvoja. Božić i Golubović (2008) u svom istraživanju zastupaju činjenicu da je visoka nezaposlenost ljudskih resursa posledica ekonomskih i socijalnih problema, kao i niskog stepena ekonomskog razvoja. Nezaposlenost je ogledalo loših makrekonomske tokova, tranzicionih promena, sporog oporavka privrede, stanja u industriji i sl. Nezaposlena radna snaga je nedovoljno iskorišćeni razvojni potencijal.

Veselinović (2013) iz knjige Nacionalna ekonomija, naglašava da značaj životnog standarda proističe iz činjenice da su ljudi pravo bogatstvo svake zemlje i da osnovni cilj privrednog (i društvenog) razvoja treba da bude stvaranje uslova za što potpunije zadovoljavanje njihovih potreba. Privredni razvoj, sam po sebi, ne garantuje viši nivo životnog standarda

stanovništva. Zemlja koja je uspješnija u ostvarivanju privrednog razvoja, ne mora automatski da bude uspješnija i u povećanju životnog standarda. Bitno je kako se sredstva koriste i raspodeljuju među članovima društva. Veća jednakost u raspodeli ostvarenog bruto domaćeg proizvoda znači da veći broj ljudi ima mogućnosti da potpunije zadovoljava svoje materijalne, kulturne i druge potrebe, što se pozitivno odražava na životni standard stanovništva.

Autor Dragana Milić (2018) u doktorskoj disertaciji zaključuje da Srbija može na dugi rok da ispuni kako ciljani nivo zaposlenosti, tako i životni standard, ne samo na domaćem tržištu već i šire, ukoliko uskladi politiku zapošljavanja sa planom razvoja, orijentiše privredu ka proizvodnji a da pri tome sprovodi strateški definisane ciljeve.

Makroekonomski pokazatelji

Zahtev za merenje nacionalne proizvodnje proizilazi iz potrebe za međunarodnim komparacijama nacionalnih ekonomija i analiziranja privrednih aktivnosti jedne zemlje u određenom intervalu, a sve u cilju boljeg planiranja budućih tokova pomenute zemlje. Kao adekvatan pokazatelj stanja jedne ekonomije izdvaja se bruto domaći proizvod, koji omogućava da pratimo promenu stanja i na osnovu toga se preduzimaju adekvatne aktivnosti ka ostvarivanju ciljeva makroekonomske politike.

1. Bruto domaći proizvod

Prema oceni RZS, ukupne ekonomske aktivnosti u periodu 2013-2017. godini, merene bruto domaćim proizvodom i iskazane u stalnim cenama, imaju sledeći tok od realnog rasta 2,6% u 2013. Zatim sledi pad od 1,8% u 2014. Pad vrednosti BDP-a u 2014. godini izazvan je najvećim delom zbog velikih poplava koje su se desile u proleće 2014. godine. Posledice ove blage recesije osetile su se i naredne godine, nakon koje je usledio blagi rast od 0,8% do rasta od 3,3% u 2016. i 2% u 2017. godini. Posmatrano po aktivnostima, najveći rast bruto dodate vrednosti zabeležen je 2016. godine u iznosu od 3,8% dok je u 2014. godini zabeležen pad bruto dodate vrednosti od 2%, nakon čega sledi porast od 0,7%, da bi 2017. bio nastavljen rast od 2,1%.

Posmatrano po delatnostima u periodu 2013-2017. godine najznačajniji rast su imali: sektor prerađivačke industrije, od 5,7% do 4,8% u 2017. godini, zatim sektor trgovine na veliko i malo i popravke motornih vozila, od 1,5% do 5,2%. Sektor gradjevinarstva u poslednje tri godine beleži rast od 2,7%, preko 7,9% do 5,7%. Sektor informisanja i komunikacija od negativnog rasta u 2013. godini od 0,1% pa sve do rasta

od 3,8% u 2017. godini. Sektoru usluga smeštaja i ishrane, u poslednje tri godine ima rast od 6,2% do 10,8% u 2017. godini.

Realni pad ili slabi rast ostvaren je u sektoru snabdevanja električnom energijom, gasom i parom, sektoru poslovanje sa nekretninama, i u sektoru finansija i osiguranja. U Sektoru poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, poslednje tri godine se smenjuje pozitivan i negativan rast, pa tako u 2015. je ostvaren pad od 7,7%, u 2016. rast od 8,3% i u 2017. godini pad od 11,2%. U Sektoru rudarstva 2014. godine, nakon pada stope realnog rasta od 23,3%, dolazi do rasta od 10,5% 2016 i 2,2% u 2017. godini. Vremenske prilike početkom 2017. godine ispoljile su se kao negativne posledice na kretanja u poljoprivredi, rudarstvu, energetici i građevinarstvu.

Tabela 1. Bruto domaći proizvod i bruto dodata vrednost u Republici Srbiji, period 2013- 2017 izraženo u stalnim cenama, referentna 2010. godina.

Republika Srbija		Stope realnog rasta, u %				
		2013	2014	2015	2016	2017
A	Poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo	20,9	2	-7,7	8,3	-11,2
B	Rudarstvo	1,3	-23,3	10,5	2,6	2,2
C	Prerađivačka industrija	5,7	-2,1	1,9	4,7	4,8
D	Snabdevanje električnom energijom, gasom i parom	13	-28,8	9,9	2,7	-4,2
E	Snabdevanje vodom i upravljanje otpadnim vodama	-0,8	1,2	-1,4	-7,2	3,6
F	Građevinarstvo	-3,9	-1,5	2,7	7,9	5,7
G	Trgovina na veliko i malo i popravka motornih vozila	1,5	0,7	2,1	4,4	5,2
H	Saobraćaj i skladištenje	7,6	2,8	1,6	4,1	4,5
I	Usluge smeštaja i ishrane	-8,1	-2,4	6,2	8,5	10,8
J	Informisanje i komunikacije	-0,1	-3,9	1,7	3,7	3,8
K	Finansijske delatnosti i delatnost osiguranja	-9,5	-2,8	2,3	5,4	0,9
L	Poslovanje nekretninama	1	-1,3	0,4	-0,9	0,8
M	Stručne, naučne, inovacione i tehničke delatnosti	-1,5	1,3	0,4	2,5	3,4
N	Administrativne i pomoćne uslužne delatnosti	-4,3	0	-2,2	7,1	7,8
O	Državna uprava i obavezno socijalno osiguranje	2,3	-1,4	-0,8	1,3	3,3
P	Obrazovanje	1,4	0,8	-0,5	4,9	6,5
Q	Zdravstvena i socijalna zaštita	0,2	0,7	-0,1	-0,9	-0,6
R	Umetnost, zabava i rekreacija	-2	1,2	-2,2	6,4	1,7
S	Ostale uslužne delatnosti	-4,5	2,7	-0,2	3,5	-3
T	Delatnost domaćinstva kao poslodavca	0,6	7,6	-0,3	-0,3	-11,8
U	Delatnost eksteritorijalnih organizacija i tela	...	...	...	...	...
Bruto dodata vrednost (BDV)		3,3	-2	0,7	3,8	2,1
Porezi na proizvode		-0,2	-0,7	0,7	1,1	1,6
Subvencije na proizvode (-)		19	0,2	-3	8	-10,8
BRUTO DOMAĆI PROIZVOD (BDP)		2,6	-1,8	0,8	3,3	2
BRUTO DOMAĆI PROIZVOD (BDP) (mil. EUR)		34.263	33.319	35.716	36.723	39.183
BRUTO DOMAĆI PROIZVOD (BDP) po stanovniku (EUR)		4.781	4.672	5.034	5.203	5.581

Izvor: Republički zavod za statistiku. 2019. godine,

<http://www.stat.gov.rs/oblasti/nacionalni-racuni/godisnji-nacionalni-racuni/>

U upotrebi BDP-a učešće izdataka za ličnu potrošnju domaćinstava su 2013. i 2014. godine imali pad od 0,4% do 1,3%, a zatim rast u intervalu od 0,4% do 2%. Izdaci za finalnu potrošnju države su imali pad od 1,3%, 0,5%, 1,5%, a od 2016. godine rastu od 2,5% do 3,7%. Bruto investicija u osnovna sredstva od 2015. godine imaju trend rasta od 5,6% do 7,3%. Izvoz dobara i usluga ima karakteristiku rasta od 5,7% do 11,9%. Uvoza dobara i usluga takođe ima rast od 5% do 11,1%.

Tabela 2. Upotreba bruto domaćeg proizvoda i bruto dodata vrednost u Republici Srbiji, period 2013- 2017 izraženo u stalnim cenama, referentna 2010. godina.

	Republika Srbija	Stope realnog rasta, u %				
		2013	2014	2015	2016	2017
	BRUTO DOMAĆI PROIZVOD (BDP)	2,6	-1,8	0,8	3,3	2
A	Izdaci za finalnu potrošnju:	-0,7	-1,2	0,1	1,2	2,2
	- Izdaci za ličnu potrošnju:	-0,7	-1,2	0,2	1,4	2,1
	Sektora domaćinstava	-0,4	-1,3	0,4	1,3	2
	Sektora NPID*	-13,2	-1,9	8,9	-0,1	1
	Sektora države	-1,3	-0,5	-1,5	2,5	3,7
	- Izdaci za kolektivnu potrošnju	-0,8	-0,8	-1,5	-0,3	2,7
B	Bruto investicije u osnovne fondove	-12	-3,6	5,6	5,4	7,3
C	Promene u zalihama	...	...	...	-31,4	91,2
D	Statistička razlika	-	-	-	-	-
E	Promene u dragocenostima	...	...	...	6,5	-16,5
F	Izvoz robe i usluga	21,3	5,7	10,2	11,9	8,2
G	Uvoz robe i usluga (-)	5	5,6	9,3	6,7	11,1

* Nefitne institucije koje pružaju usluge domaćinstvima.

Izvor: Republički zavod za statistiku. 2019.godine,

<http://www.stat.gov.rs/oblasti/nacionalni-racuni/godisnji-nacionalni-racuni/>

2. Investicije i potrošnja

Od posebnog značaja za smanjenje spoljnotrgovinske neravnoteže jeste priliv stranih direktnih investicija, pre svega grinfild investicija u oblasti izvozno orijentisane privrede u kojima bi se povećala produktivnost rada, a samim tim izvoz i devizni priliv. Iz Tabele 3. sledi da su SDI u porastu i kreću se od 0,7 do 1,8 miliona Eura u 2017. godini.

Tabela 3. Kretanje investicija i potrošnje u periodu 2013-2017. godine

Investicije i potrošnja	2013	2014	2015	2016	2017
SDI (u mil. EUR)	0,7	1,7	1,7	1,7	1,8
Fiksne investicije (stopa rasta u %)	-2,00	7,00	10,00	10,00	8,00
Potrošnja (stopa rasta u %)	-4,10	1,00	0,20	0,70	0,70

Izvor: Nacionalna služba za zapošljavanje

Ekonomije mogu rasti samo ako se poveća produktivnost ili broj zaposlenih. Pošto produktivnost obično sporo raste, preostaje da se

ekonomskim merama poveća zaposlenost. Da bi zaposlenost porasla, potreban je rast ulaganja. U slučaju nezaposlenosti veliki deo radne snage ostaje neiskorišćen, odnosno nezaposlena radna snaga je gubitak BDP.

Tabela 4. Kretanje nezaposlenosti, zarada i penzija u periodu 2013-2017. godine

Zaposlenost, zarade i penzije	2013	2014	2015	2016	2017
Stopa zaposlenosti (%)	40,0	42,9	42,7	45,5	46,3
Stopa nezaposlenosti (%)	22,1	19,2	17,7	15,3	13,5
Neto zarade, prosek perioda (u EUR)	389	380	368	375	384
Realna stopa rasta (%)	-1,5	-1,5	-2,1	2,5	0,9
Prosečna penzija, prosek perioda (u EUR)	201	201	194	180	191
Realna stopa rasta (%)	-3,5	-2,3	-5,5	0,1	-1,2
Potrošačka korpa (u EUR)	574	568	580	570	575
Kurs dinara prema EUR	114,64	120,96	121,63	123,47	118,47

Izvor: Nacionalna služba za zapošljavanje (NSZ), Republički fond za penzijsko i invalidsko osiguranje

Podaci u tabeli 4. pokazuju da je na tržištu rada registrovano poboljšanje u pogledu smanjenja stope nezaposlenosti sa 22,1% u 2013. godini i 19,2% u 2014. i 13,5 u 2017. godini. Stopa zaposlenosti je rasla od 40% u 2013. godini do 46,3% u 2017. godini. U posmatranom periodu došlo je do blagog rasta realne stope neto zarade u % i to u 2016. godini za 2,5%, a u 2017. samo 0,9%, dok su penzije beležile smanjenje pada od -3,5% u 2013. do -1,2% u 2017. godini.

4. Održivi razvoj

Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije ovaj pojam definiše nešto šire i to kao dugoročni koncept koji podrazumeva stalni ekonomski rast, koji, osim ekonomske efikasnosti, tehnološkog napretka, više čistijih tehnologija, inovativnosti celog društva i društveno odgovornog poslovanja, obezbeđuje i smanjenje siromaštva, dugoročno bolje korišćenje resursa, unapređenje zdravstvenih uslova i kvaliteta života, smanjenje zagađenja na nivo na koji mogu da izdrže činioci životne sredine, sprečavanje novih

Koncept održivog razvoja dospeva u žižu javnosti u periodu kada svetsku ekonomiju potresaju problemi vezani za naftne šokove, skok cene energenata, inflaciju, nestašicu prirodnih resursa i ubzan rast svetske populacije zagađenja i očuvanje biodiverziteta (Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, 2008). Iskorenjivanje siromaštva i smanjenje razlika u životnom standardu su sastavni deo koncepta održivog razvoja.

Nacionalna strategija privrednog razvoja Republike Srbije takođe prepoznaje tri stuba održivog razvoja. Pored socijalno i ekološkog, ekonomsko dimenzija održivog razvoja, daje pretpostavke, kada je reč o privredi Republike Srbije, koje su zasnovane na znanju, kao resursu današnjice. Takođe, predstavljeni su i konkretni ciljevi i izbor odgovarajuće ekonomske politike, daljih tranzicionih tokova, održive proizvodnje i potrošnje, obrazovanja i drugih oblasti koje su uključene u koncept održivog razvoja u okviru ekonomskog stuba. Ekonomska dimenzija održivog razvoja utemeljena je na principima usklađenosti privrednog razvoja sa resursima i proizvodnim kapacitetima i ona se posmatra kroz dve oblasti, a to su: proizvodnja i ekonomska struktura i potrošnja.

Zaključak

Savremeni uslovi poslovanja, brojne globalne krize, porast svetske populacije i ograničeni prirodni resursi su popularizovali pitanje održivog razvoja.

Analizom kretanja makroekonomskih indikatora uočava se njihovo poboljšanje poslednjih godina. Kada je reč o nezaposlenosti, nedovoljna iskorišćenost potencijala radne snage direktno utiče na ekonomiju zemlje i njen BDP, što za posledicu ima pad životnog standarda stanovništva. Zbog toga je bitno raspolaganje adekvatnom kvalifikovanom radnom snagom koja može da podrži privlačenje stranih direktnih investicija u sektore sa najvećim učešćem u BDP-u, u proizvodnji i izvozu.

Zaključak istraživanja je da Srbija mora da stimulišu podršku razvoja domaće privrede, u smislu proinvesticione i izvozne orijentacije, uvećanog učešća izvoza u BDP-u, postizanja visoke stope rasta investicija, restruktuiranje privrede u pravcu razmenljivih dobara uz održanje unutrašnje i spoljne makroekonomske ravnoteže. Predložene mere doprinose održivom privrednom razvoju oslonjenom na povećanje zaposlenosti i produktivnosti, koji istovremeno obezbeđuje unutrašnju i spoljnu makroekonomsku stabilnost i otvaraju prostor za povećanje životnog standarda na realnim osnovama.

Značaj istraživanja je da podstiče razvoj domaće privrede, i da podstakne buduća istraživanja koja bi trebala da obuhvate širu lepezu faktora i da ih stave u odnose korelacije i regresione analize kako bi se dobili širi rezultati od čisto ekonomskih analiza u radu.

LITERATURA

- [1] Božić, M. i Golubović, S. (2008). *Nezaposlenost radne snage u Srbiji kao razvojni problem*. Teme, br. 04, str. 881–900.
- [2] Veselinović, P. (2013). *Nacionalna ekonomija*. Kragujevac: Ekonomski fakultet
- [3] Dragana Milić, (2018). *Makroekonomske determinante ekonomskog razvoja i međuzavisnost sa likvidnošću finansijskog sektora*, doktorska disertacija
- [4] Republički zavod za statistiku,
<http://www.stat.gov.rs/oblasti/nacionalni-racuni/godisnji-nacionalni-racuni/> (pristupljeno 20.02.2019),
- [5] Nacionalna služba za zapošljavanje (NSZ)
http://www.nsz.gov.rs/live/dokumenti/statisti_ki_bilteni_nsz.cid667
(pristupljeno 18.03.2019.)
- [6] Republički fond za penzijsko i invalidsko osiguranje (RFPIO)
<http://www.pio.rs/lat/godisnji-bilten.html> (pristupljeno 17.03.2019.)
- [7] *Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije*. Službeni glasnik Republike Srbije. 57 (2008).
- [8] *Akcioni plan za sprovođenje Strategije održivog razvoja za period 2011–2017*. Službeni glasnik Republike Srbije. 62 (2011)
- [9] Evropski pokret Srbija. *Strategija održivog razvoja*. (2013). Preuzeto sa
<http://www.emins.org/srpski/strategija-odrzivog-razvoja>

Ph.D. Amad Deen Abdusalam Alghwail ¹²
Elmergib University, Alkhums, Libya

Environmental ethics of water resources management

Abstract:

Scarcity and sustainability of water resources are the most important problem amongst the major problems that humaneness faces in the present and will increasingly face in the future. The current water crisis is complex and a result of several factors. Sustainable management of water resources is an imperative as water scarcity is becoming more and more a development constraint impeding the economic growth of many countries in the globe. Environmental ethics can be a valuable tool for sustainable resource management in any region in the globe.

Recognizing water as finite and vulnerable involves a holistic approach, linking social and economic with ecosystem protection, and should be applied across a whole catchments area or groundwater aquifer. This holistic approach is an important implication of the finite nature of water.

Keywords: *Water scarcity, Freshwater, Environmental ethics, Water resources management, Sustainability of water resources.*

INTRODUCTION

Water is one of the most widely distributed substances across the world's surface and is crucial for a variety of aspects of human health, development and well-being as well as for the functioning of natural ecosystems. The importance of water has continued to be recognised with the incorporation thereof into the new Sustainable Development Goals (SDGs) which are Global Goals primarily set to transform the world and part of the 2030 Agenda for sustainable development. Water has thus been continually recognised as a fundamental human right internationally and it is vital that it be managed effectively and efficiently on a global and national scale.

The main water use sectors, grouped in terms of agriculture, industrial (includes industrial activities, mining and energy) as well as municipal/domestic, recreational and environmental water use, have an influence on water availability through physical water abstraction as well as through water degradation. Global challenges in terms of water availability and water use are highlighted. Focus is placed on the availability, distribution and use of freshwater resources on a global scale.

¹² civileng_amad@yahoo.com

1. DISTRIBUTION OF WATER IN THE EARTH

About of three quarters of the Earth's surface is covered by water. The distribution of water on the Earth, based on human economic needs for freshwater, is represented in Figure 1. [1].

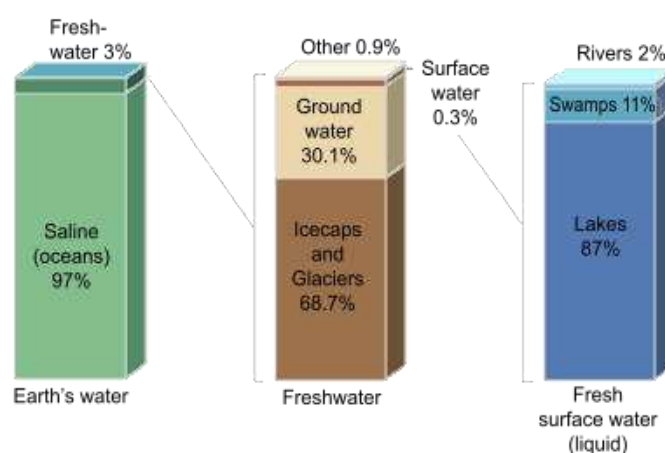
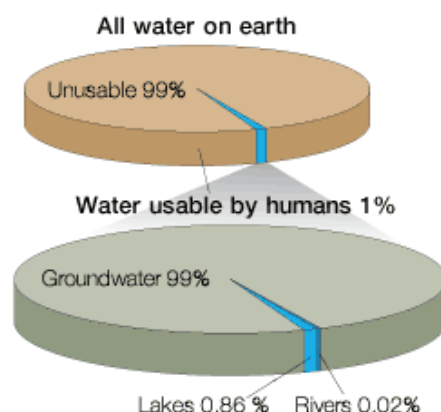


Figure 1. Earth's water distribution

The Earth's hydrosphere contains about 1386 million km³ of water. However, not all of these resources are potentially available to humans since freshwater is required by the agricultural sector, industries, and domestic and recreational users [1, 2, 3]. Figure 1 shows that approximately (3%) of the water on Earth is freshwater in different physical states liquid, gas or solid. While 30% of freshwater comes from groundwater. Only 0.3% of the freshwater on Earth is contained in river systems, lakes and reservoirs.

As clarified in Figure 2, approximately 99% of water is described as unfit or unavailable for human consumption. The remaining one percent (1%) consists mainly of groundwater, which can be difficult and costly to obtain. Only 0.0067% of the total water on Earth is fresh surface water that can be used. This leaves a total of around 2120 km³ of freshwater that is available for human use and consumption [3].

The most fundamental function of water is firstly as a prerequisite for life on Earth and secondly, as a commodity or economic resource. These two roles are constantly in conflict with each other in many areas of water usage. This has led to the exploitation of water through human activities which has in turn placed huge risks on aquatic ecosystems and the life that they support [4].



Source: www.pacificwater.org/pages.cfm/water-services/water-demand-management/water-distribution/?printerfriendly=true

Figure 2. Earth's Water Available for Human Uses

2. WATER USES AND CONSUMPTION

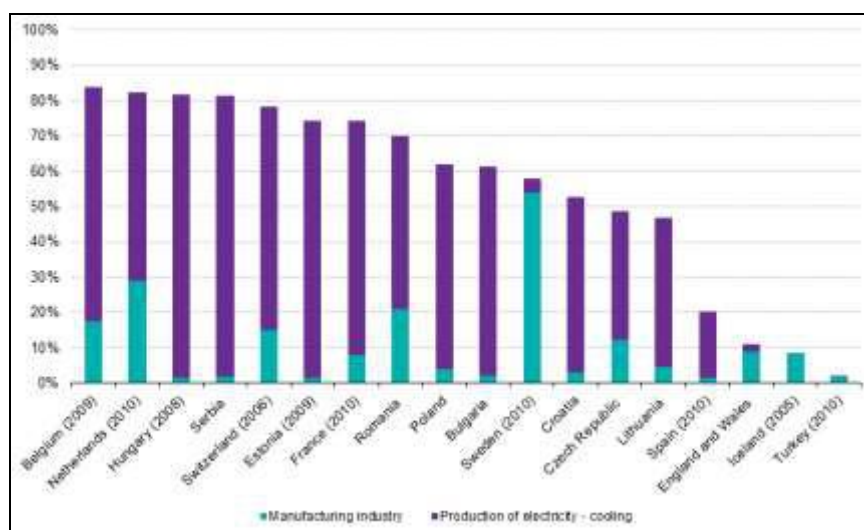
Water is used for many different purposes throughout our economies and natural ecosystems. In urban or residential settings, water is used for a wide range of daily activities, which include cooking, washing and bathing, small-scale irrigation for gardens, waste disposal, and commercial and industrial activities.

2.1. Water in agriculture

It has recently been estimated that nearly 69% of worldwide usage of water is for agriculture, mainly in the form of irrigation [2, 5, 3]. Agriculture is by far the largest user of water worldwide. Most observers put total consumptive use of water worldwide for irrigated agriculture at nearly 85% of total human consumptive use [6].

2.2 Industrial water use

Industrial water usage is the second-largest consumer of water in the world. In some industrialized nations, a substantial portion of total water withdrawals is used for the production of energy, (hydroelectric plants or cooling). In the US, 47% of total water withdrawals went to power plant cooling [7, 8]. Another example, abstractions for the manufacturing industry (including for cooling purposes electricity production) account for more than 50 % of total gross abstractions in most European countries, as shown in figure 3.



Source:

http://ec.europa.eu/eurostat/product?code=env_wat_abs&language=en&mode=view

Figure 3. Proportion of abstractions for the manufacturing and production of electricity cooling industries in Europe countries

2.3. Domestic, recreational and environmental water use

The worldwide water use for household purposes is around 15% and constitute the third-largest water consumer globally. Basic household water requirements have been estimated by [9]. at around 50 l/c/d.

Recreational water use accounts for only (1%) of the world's consumption but this percentage is increasing slowly. This type of water use is associated with reservoirs. The water is categorised as recreational if the reservoir is kept fuller for storage purposes than it would otherwise be.

Finally, environmental water usage uses the least water of all the categories mentioned previously and benefits ecosystems rather than human beings. The total water usage is increasing as a result of artificial wetlands, artificial lakes intended to create wildlife habitat, fish ladders around dams, and water releases from reservoirs timed to help fish spawn [2, 1, 10].

2.4. Groundwater use

Groundwater development has for a long time provided drinking water to urban and rural populations of developed and developing countries. Currently, groundwater is estimated to provide about 50% of the world's drinking-water supplies [11]. Moreover, groundwater is

arguably the cheapest and fastest way to achieve the United Nations Millennium Declaration goal of halving the number of people worldwide without affordable drinking water and/or malnourished by 2015 [12]. In addition, groundwater abstraction by simplified mechanisms, such as the treadle pump, together with cheap drip irrigation systems, also constitutes a plausible alternative for developing countries to overcome the poverty threshold (one dollar/person and day per capita income) [13].

3. ETHICAL ISSUES OF WATER MANAGEMENT

Different societies have different moral characters but it seems to be worldwide the importance of water, generally valued and respected in all cultures. As mentioned above, only 3% is fresh water. More than 5 million people continue dying annually from water related problems, 1,4 billion people live with no access to drinking water (25% of the world population), 2,9 billion (around 50% of the world population) don't have basic sanitary service and 6 thousand children die every day due to this problem. Table 1. illustrates key facts about drinking water as reported in World Health Organization (WHO) in 2015.

Table 1: Key facts about drinking water as reported in (WHO) in 2015

No.	Key facts about drinking water
1.	71% of the global population (5.2 billion people) used a safely managed drinking water service that is, one located on premises, available when needed, and free from contamination.
2.	89% of the global population (6.5 billion people) used at least a basic service. A basic service is an improved drinking-water source within a round trip of 30 minutes to collect water.
3.	844 million people lack even a basic drinking-water service, including 159 million people who are dependent on surface water.
4.	Globally, at least 2 billion people use a drinking water source contaminated with faeces.
5.	Contaminated water can transmit diseases such diarrhea, cholera, dysentery, typhoid, and polio. Contaminated drinking water is estimated to cause 502 000 diarrheal deaths each year.
6.	By 2025, half of the world's population will be living in water-stressed areas.
7.	In low and middle income countries, 38% of health care facilities lack an improved water source, 19% do not have improved sanitation, and 35% lack water and soap for handwashing.

From principle of human dignity and equality, all people have the right to have access to drinking water in quantities and of a quality equal to their basic needs, as claimed in the UN Universal declaration of Human Rights of 1948 and the proclamation of the 1977 UN Water Conference.

Principle of precaution in the sense of sustainable development. Should developed countries reduce their water consumption so that developing countries can develop? Should we rely on technology to save us in the future? such as, desalination of sea water or should we be more active in conservation? Indeed, it is very hard to have a global approach on any issue that concerns different realities, cultures, political structures and economic situation with these principles because the Earth is one but the World is not.

4. WATER SUSTAINABILITY

Sustainability is defined as human development that meets the needs of present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

In debating the use of water and sustainability, we should consider that protecting the water environment is an ethical imperative and we must pursue to identify the value of nature beyond anthropocentric utilitarianism. Only then will it be possible to resolve conflicts that arise in water management between present and future generations, between human and non-human users and between human competing users. We must engage a “water ethic” that will serve as a touchstone for the evaluation of the environmental action and policy. Society must first ensure that appropriate prioritization of water access is put in place which allows humanity’s essential needs to be met as well as those of our ecosystems [14]. Accepting the problem is the first step towards an international pact that will act on sustainability and a social equality. In this way, we will be able to manage the water supply in a sustainable way and adjust this ethical challenge to its political and economical dimension, as an instrument of development and cooperation between nations.

Overall, water as a resource to be managed carefully, sustainably, and equitably has only emerged as an international topic in the last two decades; water has moved from becoming a significant topic to becoming a topic worthy of its own genre of ethics.

CONCLUSION

The goals of water ethics are equity and sustainability. They are intended not as a final status but as a continuous process to be carried out in the management of this resource in the future. In this direction many organizations have discussed (Working Group on the Use of Fresh Water Resources, UNESCO, 1998; World Commission on the Ethics of scientific knowledge and Technology (COMEST, Oslo, 1999); United Nations Conference on Environment and Development; Dublin Statement on Water and Sustainable Development, ICWE 1992).

Water is limited in its amount on Earth. While this fact is not ethical, its implications are ethical as this understanding is absolutely fundamental to how we manage our use of water and is thus a principle deserving of specific discussion. Factors of population growth, lifestyle affluence, habitat destruction, land use, pollution, and the implications of climate change mean water can no longer be treated as an inexhaustible resource. Due to these factors, together with spatial and temporal variations in water availability, water is becoming relatively scarcer. The limited but renewable nature of water, its geographic distribution, and its variability in annual and seasonal availability condition water use and human activity.

REFERENCES

- [1] Lui J, et al. (2011). Water ethics and water resource management. Ethics and Climate Change in Asia and the Pacific (ECCAP) Project. *Working Group 14 Report. UNESCO Bangkok*.
- [2] Kibona D, Kidulile G, Rwabukambara F. (2009). Environment, climate warming and water management. *Transit Stud Rev*, vol. 16, p. 484–500.
- [3] Cassardo C, Jones JAA. (2011). Managing water in a changing world. *Water*, vol. 3, 618–628.
- [4] Pimentel D, et al. (2010) Will limited land, water, and energy control human population numbers in the future. *Hum Ecol*, vol. 38, p. 599–611.
- [5] Rosegrant MW, Ringler C, Zhu T. (2009). Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annu Rev Environ Resour.*, vol. 34, p. 205–222.
- [6] UN Food Agric. Organ. (2002). FAOSTAT AQUASTAT database, from www.fao.org.
- [7] Solley WB, Pierce RR, Perlman HA. (1998). Estimated Use of Water in the United States. US Geol. Surv. Circ. 1200. Denver, CO.
- [8] Eur. Environ. Agency. (1999). Sustainable Water Use in Europe. Copenhagen, Den.: EEA.

-
- [9] Gleick P. (2006). The world's water: the biennial report on freshwater resources. Island Press, Washington.
 - [10] UN (United Nations). (2012). The United Nations World Water Development Report vol. 4, p. 1–3.
 - [11] UN United Nations. (2003). Water for people, water for life: UNESCOWWAP, Paris.
 - [12] Llamas, M. R., and Martinez Cortina, L. (2002). Groundwater irrigation and poverty alleviation. Proc. *IWRA Regional Symposium: Water for Human Survival*, 27–30 November, New Delhi, Central Board for Irrigation and Power, vol. 2, p. 134–143.
 - [13] Polak, P. (2004). Water and the other three revolutions needed to end rural poverty. *Invited paper in the World Water Week*, Stockholm 15–20 August, Preprint, Stockholm International Water Institute, Stockholm.
 - [14] Selborne, Lord, A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento; Brasília; UNESCO, 2001.

Dr Miodrag Kovačević¹³

Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin

Dr Ivan Tasić¹⁴

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

Zelena energetika Republike Srbije

Green energy of the Republic of Serbia

Rezime:

Prema odredbama Ugovora o osnivanju energetske zajednice koji je stupio na snagu 2006. godine Republika Srbija je preuzela obaveze da poštuje ali i ugrađuje elemente evropskog energetskog prava u sve zakonodavne okvire Republike Srbije, u planska i strateška dokumenta. Preuzeta je obaveza da se do 2020. godine poveća učešće obnovljivih izvora energije sa 21,2% na 27% u bruto potrošnji finalne energije i da se obezbedi najmanje 10% učešća obnovljivih izvora energije u vidu biogoriva u sektoru saobraćaja. Akcioni plan Republike Srbije za upotrebu obnovljivih izvora energije predstavlja deo pravnog okvira za realizaciju nacionalne strategije u oblasti energetike i zelene energetike i predstavlja osnovu za realizaciju visokih ciljeva u sektoru električne energije. Prema Zakonu o energetici Republike Srbije i Direktivi 2009/28/ EZ, energija iz obnovljivih izvora je energija iz nefosilnih obnovljivih izvora i to: energija vetra, solarna, aerotermalna, geotermalna, hidrotermalna, energija okeana, hidroenergija, biomasa, deponijski gas, gas iz postrojenja za obradu otpada i biogas.

Ključne reči: zelena energetika, obnovljivi izvori energije, akcioni plan, strategija

Abstract:

Pursuant to the provisions of the Treaty establishing the Energy Community, which came into force in 2006, the Republic of Serbia undertook to respect and integrate the elements of the European energy law into all legislative frameworks of the Republic of Serbia in planning and strategic documents. The obligation was to increase the share of renewable energy from 21.2% to 27% in gross final energy consumption by 2020 and to provide at least 10% of the share of renewable energy sources in the form of biofuels in the transport sector. The Action Plan of the Republic of Serbia for the use of renewable energy sources is part of the legal framework for the implementation of the national strategy in the field of energy and green energy and represents the basis for the realization of high goals in the electricity sector. According to the Law on Energy of the Republic of Serbia and Directive 2009/28 / EC, renewable energy is energy from non-fossil renewable sources: wind energy, solar, aerothermal, geothermal, hydrothermal, ocean energy, hydropower, biomass, landfill gas from a waste treatment plant and a biogas.

Keywords: green energy, renewable energy, action plan, strategy

¹³ miodrag.kovacevic@vts-zr.edu.rs

¹⁴ tasici@tfzr.uns.ac.rs

Uvod

Pojam obnovljivih izvora energije (OIE), se odnosi na primarnu energiju koja je sa inženjerske tačke gledišta (vremenskog okvira) neiscrpna. Obnovljiva energija se kontinualno proizvodi iz tri izvora energije – solarna energija, geotermalna energija i energija plime i oseke. Ova tri izvora energije proizvode širok spektar energenata usled raznih oblika konverzije energije prisutnih u prirodi. Razvoj i primena tehnologija za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora omogućava diversifikaciju snabdevanja energijom i uvodi stabilne izvore energije u državni portfolio i doprinosi lokalnom održivom razvoju i zapošljavanju [1].

Razvoj energetske tehnologije donosi i dodatne ekonomske koristi usled manjih operativnih troškova u odnosu na tehnologije bazirane na fosilnim i nuklearnim gorivima i efekte od povećanja energetske efikasnosti. Integrisanje OIE u državne strategije razvoja energetike i održivog razvoja je od ključnog značaja za kvalitet životne sredine. U Republici Srbiji, koja još uvek predstavlja zemlju u tranziciji, koja želi i ima potencijal da razvija poljoprivredu, privredu i industriju, potražnja za energijom će biti u konstantnom porastu. Povećanu potražnju u današnjim uslovima nije moguće zadovoljiti samo dodatnom potrošnjom (uvozom) fosilnih goriva, nego je potrebno ulagata značajna sredstva u zelenu energetiku odnosno u OIE. Republika Srbija poseduje značajan potencijal za upotrebu OIE, prema procenama i scenarijima do 2040. godine ovaj potencijal može da odgovori na gotovo polovinu državnih potreba za primarnom energijom. Primena sistema za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora je danas tehnički zrela opcija, koja je u stanju da pruži rešenja za izazove visoke potražnje i sprečavanja opasnosti od klimatskih promena.

1. STANJE ZELENE ENERGETIKE U REPUBLICI SRBIJI

Prema procenama navedenim u energetske bilansu Republike Srbije za 2019. godinu energija iz obnovljivih izvora energije (OIE) treba da obuhvati proizvodnju i potrošnju električne energije iz velikih i malih vodenih tokova, energije sunca, vetra, biogasa, kao i proizvodnju i potrošnju toplotne energije iz geotermalne energije i biomase (ogrevno drvo, pellet i briket). U 2019. godini planom je predviđeno povećanje proizvodnje primarne energije iz vetra, sunca i biogasa i manje korišćenje hidropotencijala u odnosu na 2018. godinu. Ukupna planirana proizvodnja primarne energije iz OIE – zelene energije u 2019. godini iznosi 1,997 Mtoe, što je za 3,5% manje od procenjene proizvodnje u

2018. godini, koja je iznosila 2,069 Mtoe. U strukturi planirane ukupne domaće proizvodnje za 2019. godinu, obnovljivi izvori energije učestvuju sa 18,9%, dok je procenjena vrednost za 2018. godinu 19,49% što predstavlja smanjenje za 3% manje [2].

Tabela 1: Pregled strategija koje se odnose na zelenu energetiku

Naziv strategije (godina poslednjeg ažuriranja)	Ciljevi koji su značajni za energetske efikasnost	Ciljani sektori
Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine („Službeni glasnik“ Republike Srbije, broj 101/15)	Primarna pažnja je posvećena racionalnoj upotrebi kvalitetnih energetskih izvora i povećanju energetske efikasnosti u proizvodnji, distribuciji i korišćenju energije od strane krajnjih korisnika do 2025. godine	Svi sektori proizvodnje, transformacije, prenosa i finalne potrošnje energije
Nacionalna strategija održivog razvoja („Službeni glasnik“ Republike Srbije, broj 57/08)	Obezbeđivanje sigurnog snabdevanja energijom kroz povećanje efikasnosti energetskih kompanija i privrede	Svi sektori
Strategija i politika razvoja industrije Republike Srbije od 2011. do 2020. godine („Službeni glasnik“ Republike Srbije, broj 55/11)	Obezbeđivanje sigurnog snabdevanja energijom kroz povećanje efikasnosti energetskih kompanija i privrede u periodu od 2011. do 2020. godine	Privredni sektor
Strategija razvoja javnih nabavki u Republici Srbiji za period od 2014. do 2018. godine („Službeni glasnik“ Republike Srbije, broj 122/14)	Zeleni kriterijumi u javnim nabavkama	Javni sektor

U toku 2019. godine upotreba sunčeve energije je predviđena u iznosu od 14,376 GWh, ovaj planirani iznos je za 9% viši od iznosa energije koja je planirana za 2018. godinu od 13,215 GWh. Upotreba biogasa u 2019. godini za proizvodnju toplotne i električne energije je na

istom nivou kao i u 2018. godini i iznosi 0,0095 Mtoe. Iskorišćenje energije vetra u 2019. godini je planirano u iznosu od 1.230,321 GWh, za razliku od 2018. godine kada je procenjena vrednost bila 144 GWh uočava se povećanje od skoro devet puta, u toku 2019. godine planira se otvaranje novih vetroparkova ukupne snage od 370 MW. Upotreba geotermalne energije na istom procenjenom iznosu i u 2018. i 2019. godini i iznosi 0,0053 Mtoe. Geotermalna energija se isključivo koristi za zagrevanje prostora, tople potrošne vode i industrijskih procesa. Ovim podacima nisu obuhvaćena istraživanja geotermalne energije kroz upotrebu toplotnih pumpi[2].

2. VAŽNOST ZELENE ENERGETIKE

Razvijanje energetskog sektora u cilju povećane upotrebe OIE predstavlja svakako jednu od najvažnijih i najcelishodnijih odluka u strategiji razvoja energetike koju neka zemlja može doneti, a posebno ako je reč o nerazvijenim ili zemljama u razvoju. Pored dugoročnih dobrih posledica ovakvih odluka strateškog razvoja navedenih zemalja kojima pripada i Republika Srbija, postoje i kratkoročne koristi, čiji se efekti mogu meriti na mesečnim i godišnjim nivoima, kao što su osvajanje novih proizvodnih i energetskih tehnologija, otvaranje novih radnih mesta i ostvarivanja većeg pristupa energiji iz OIE i energije uopšte.

Mogu se predstaviti četiri ključna razloga za upotrebu energije dobijene iz OIE:

1. Ekonomski razvoj
2. Klimatske promene
3. Energetska bezbednost
4. Zdravlje.

Energija iz OIE se može prirodnim putem regenerisati. Energija dobijena iz OIE se može upotrebiti na tri načina:

1. za proizvodnju električne energije: OIE se koriste za proizvodnju električne energije koja se kasnije distribuira u On-Grid ili Off-Grid sistemima za stambene, komercijalne i industrijske potrebe;
2. za proizvodnju toplotne energije: za zagrevanje objekata kolektivnog ili individualnog stanovanja, pripremu potrošne vode ili u industrijske svrhe i
3. proizvodnja goriva za transport: goriva za motorna vozila u privatnom vlasništvu, javnom prevozu i za industrijsku i komercijalnu upotrebu (bioetanol, biodizel i sl.).

Zakon o energetici Republike Srbije je u delimično usklađen sa Direktivom o obnovljivoj energiji EK. Tokom perioda izveštavanja prema

sporazumu o pristupanju Republike Srbije u EU, Republika Srbija je usvojila nekoliko podzakonskih akata. Još uvek predstoji usvajanje podzakonskog akta o biogorivima. Novi model sporazuma o otkupu električne energije je uticao na manje povećanje investicija, dok su dodatni projekti vetrogeneratora instalisane snage 483 MW u planu. Republika Srbija još uvek nije na putu da postigne svoj cilj od 27% potrošnje finalne energije iz OIE. Republika Srbija je usvojila svoj treći akcioni plan u oblasti energetske efikasnosti u decembru 2016. godine. Do kraja 2015. godine, Republika Srbija je ostvarila 49% naspram svog cilja od uštede 9% u finalnoj potrošnji energije za period od 2010 – 2018. godine. U junu 2017. godine, Republika Srbija je podnela prvi godišnji izveštaj u okviru Direktive o energetskej efikasnosti EK. Postojeće zakonodavstvo o efikasnom korišćenju energije i o energetskim svojstvima zgrada su delimično usklađeni sa relevantnim Direktivama EU. Usaglašavanje sa pravnim tekovinama EU koje se odnose na energetske efikasnost je nastavljeno usvajanjem nekoliko podzakonskih akata, ali je primena i dalje na kritično niskom nivou. Republici Srbiji nedostaje sistem održivog finansiranja za mere energetske efikasnosti [3].

3. ZELENE INOVACIJE ZA CIRKULARNU EKONOMIJU

Iako je Republika Srbija prilično energetske nezavisna (uvozi se samo 27,6% ukupne potrošnje energije), ne možemo doći do zaključka da generišemo dovoljno energije unutar granica naše države, budući da su industrijske aktivnosti i dalje veoma slabe. Povećanje industrijskih aktivnosti bi potencijalno dovelo do povećanja upotrebe energije; s obzirom da srpski privrednici trenutno ne vode preterano računa o energetskej efikasnosti, sasvim je očekivano postepeno povećanje energetske potrebe. Sa druge strane, samo 25-30% obnovljivih resursa je iskorišćeno za generisanje energije, dok profil korišćenja energije pokazuje nizak procenat korišćenja energije iz OIE (oko 21%). Time se ostavlja veliki prostor za unapređenje poslovanja na tom tržištu koje ima dve vidljive koristi:

1. Povećanje energetske nezavisnosti države i
2. Povećanje energetske kapaciteta uz obezbeđivanje čistije proizvodnje.

Konkretno, blizu 40% hidro kapaciteta je neiskorišćeno, dok potencijal biomase premašuje 80% neiskorišćenog kapaciteta. Proizvodnja energije iz vode i biomase su definisani kao nacionalni prioriteti, čiji udeo u generisanju električne energije iz OIE treba da bude povećan.

Herstatt i dr. (2012) u svojim radovima su se bavili istraživanjem zelenih inovacija i održivim razvojem kroz sveobuhvatan pregled literature i istraživanja o ovoj temi, u različitim interpretacijama akademske zajednice i raznih autora iz privrednog okruženja. Identifikovali su šest kritičnih aspekata:

1. Identifikacija inovativnih objekata, tj. proizvoda, usluga ili procesa;
2. Tržišna orijentacija;
3. Ekološki aspekt;
4. Faza u životnom veku objekta, tj. proizvoda, usluga ili procesa;
5. Impuls - stepen usaglašenosti u operacijama realizacije proizvoda, usluga ili procesa sa vizijom i strategijom zelenih inovacija preduzeća i
6. Nivo investicija na koji je kompanija spremna da uloži u istraživanje i razvoj novih tehnologija i uspostavljanju zelenih standarda.

Saunila i dr. (2018) analizirali su šta pokreće investicije i eksploataciju zelenih inovacija u pogledu održivosti, i njihov teoretski doprinos je sledeći:

1. Istraživali su na šta se oslanjaju kompanije - na ekonomsku, institucionalnu ili socijalnu održivost, odnosno cirkularnu ekonomiju. Utvrđeno je da primena principa cirkularne ekonomije povećava verovatnoću da će kompanije biti spremne da investiraju u istraživanje, razvoj i implementaciju zelenih inovacija u svom poslovanju;
2. Zabeleženi su veći finansijski efekti i povećanje institucionalne i finansijske održivosti organizacija, koje su spremnije da iskoriste zelene inovacije;
3. Procena održivosti životne sredine nije bila u korelaciji sa stopom ulaganja u eksploataciju zelenih inovacija. Organizacije su najviše spremne da ulažu u zelene inovacije ako time doprinose zaštiti životne sredine.
4. Aspekt koji se pokazao značajnim u postizanju zelenih inovacija je element društvenog priznanja. Utvrđeno je da su preduzeća spremna da plate ostvarivanje brenda eko-frendly za svoje proizvode, usluge ili procese.

Zaključak

Problem ostvarivanja dovoljne količine energije, uz hranu, vodu i sirovine za proizvodnju, i u budućnosti će predstavljati jedan od ključnih

problema čovečanstva. Značenje energije za razvoj privrede i društva doprinelo je da se razvojna energetska politika u svakoj zemlji usmeri u pravcu obezbeđenja sigurnih i dovoljnih količina energije, uz što niže troškove, kako bi se omogućio predviđeni održivi društveni razvoj.

U radu se razmatrane mogućnosti i potrebe razvoja energetike Republike Srbije na kraju druge decenije XXI veka sa posebnim naglaskom na racionalno i efikasno korišćenje energije prilikom izrade proizvoda, pružanja usluga ili ostvarivanja procesa.

Cirkularna ekonomija predstavlja dobar instrument za realizaciju ciljeva održivog razvoja i podrazumeva dugoročno ulaganje u sirovinsku i energetska efikasnost, uz smanjenje štetnih emisija, zamenu fosilnih goriva energijom dobijenom iz OIE i proizvodnju i trgovinu održivim proizvodima, čime se zatvara krug „proizvod – otpad - proizvod“. Preporuke koje su usvojene na vodećim naučnim, stručnim i privrednim forumima u Republici Srbiji prenose se lokalnim zajednicama, predstavnicima industrije, studentima, učenicima i građanima kako bi, u skladu sa svojim mogućnostima, usvojili i primenili modele održive proizvodnje i održive potrošnje.

Srpska privreda je izašla iz recesije, te se usmerava više ka podsticaju preduzetništva uz rast BDP-a u 2018. godini od 4,4%, polako opada stopa nezaposlenosti. Važno je napomenuti da je još uvek primetan manjak strukovno obrazovanih radnika u Republici Srbiji. Rast ukupnih investicija beleži pozitivan trend u poslednjih pet godina, međutim, strateško opredeljenje za unapređenje savremenih sistema uglavnom ne postoji. Ne postoji infrastruktura za kreiranje podsticajnog okruženja, koja promovise investicije u zelene tehnologije, upravljanje otpadom, kao ni ulaganja u proizvodne sisteme koji generišu energiju iz obnovljivih izvora energije (OIE).

LITERATURA

- [1] *Obnovljivi izvori energije* (2013), United Nations Development Programme, Democratic Governance, Group Bureau for Development Policy, New York, NY, USA
- [2] *Odluka o utvrđivanju energetskog bilansa Republike Srbije za 2019. godinu* (2018) "Službeni glasnik RS", broj 105 od 29. decembra 2018. godine
- [3] Evropska komisija (2019) *Izveštaj za 2018. godinu* – Republika Srbija
- [4] Mitrović, S. (2017). *Cirkularna ekonomija kao šansa za razvoj Srbije*, Retrieved on 15. 4. 2019, from <https://www.osce.org/sr/serbia/292311?download=true>

Dr Miodrag Kovačević¹⁵

Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin

Dr Ivan Tasić¹⁶

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

Internet stvari i energetska efikasnost Internet of Things and Energy Efficiency

Rezime:

U cilju primene mera za poboljšanje energetske performansi zgrada, pored poboljšanja karakteristika termičkog omotača zgrade i integracije sistema obnovljivih izvora energije, posebno su važne mere za unapređenje efikasnosti koje se fokusiraju na efikasnost upravljanje sistemima grejanja, hlađenja, klimatizacije, ventilacije, električnih instalacija, vodovoda, kanalizacije, itd.). U planovima za povećanje energetske efikasnosti objekata primenjuju se nove tehnologije pod nazivom internet stvari (engl. Internet of Things), stvaraju se zanimljive i neočekivane mogućnosti i tehnička rešenja u cilju smanjenja potrošnje energije i poboljšanja energetske i ekološke karakteristike objekata. U radu je predstavljena analiza stanja tehnike za primenu koncepta internet stvari koji se primenjuju za upravljanje tehničkim sistemima koji su ugrađeni u zgrade. Posebno su istaknute funkcije koje se mogu pratiti, kontrolisati i koristiti a pomoću kojih se mogu postići pozitivni rezultati u smislu povećanja udobnosti upotrebe i uštede energije.

Ključne reči: internet stvari, pametne zgrade, kućna automatizacija, pametni uređaji, energetska efikasnost zgrada

Abstract:

In order to implement measures to improve the energy performance of buildings, in addition to improving the thermal characteristics of the building and integrating the renewable energy system, measures to improve the efficiency that focus on the efficiency of heating, cooling, air conditioning, ventilation, electrical installation, water supply, sewage, etc.). In plans to increase the energy efficiency of buildings, new technologies called Internet of Things are being applied, interesting and unexpected possibilities and technical solutions are created in order to reduce energy consumption and improve the energy and environmental characteristics of the facilities. The paper presents an analysis of the state of the art for applying the concept Internet of things that are used to manage the technical systems that are built into buildings. Especially prominent are features that can be monitored, controlled and used to achieve positive results in terms of increasing the comfort of using and saving energy.

Keywords: Internet of things, Smart building, Home automation, Smart appliances, Energy efficiency of buildings.

¹⁵ miodrag.kovacevic@vts-zr.edu.rs

¹⁶ tasic@tfzr.uns.ac.rs

UVOD

Termin Internet of Things (IoT) je u internet tehnologije uveo i osmislio britanski inženjer Kevin Ešton (*engl. Kevin Ashton*), prema njegovom shvatanju internet stvari mogu biti vodeća tema u Industriji 4.0. Početkom XXI veka je polagao temelje za ono što će postati internet stvari (IoT) u MIT-ovoj AutoID laboratoriji. Uvođenje pojma *internet stvari* odnosi se na logičko povezivanje različitih fizičkih objekata putem lokalnih mreža ili interneta, kako bi digitalnim putem razmenjivali podatke i reagovali prema potrebama i zahtevima korisnika. Ešton je jedan od pionira koji je osmislio ovaj pojam dok je tragao za načinima na koje bi mogao da poboljša poslovanje određenih kompanija, povezujući RFID informacije sa internetom. Koncept je bio jednostavan, ali moćan. Ako su svi objekti u svakodnevnom životu opremljeni identifikatorima i bežičnom povezanošću, ovi objekti mogu međusobno komunicirati i njima mogu upravljati računari. U članku iz 1999. za časopis RFID, Ešton je napisao: „Da smo imali računare koji su znali sve o stvarima - koristeći podatke koje su prikupili bez ikakve pomoći od nas - mogli bismo sve da pratimo i brojimo, i uveliko smanjimo pojave otpada, gubitaka i troškova. Znali bismo kada bi stvari trebalo zameniti, popraviti. Potrebno je osnažiti kompjutere sopstvenim sredstvima prikupljanja informacija, tako da oni mogu da vide, čuju i osećaju svet za sebe. RFID i senzorska tehnologija omogućavaju kompjuterima da posmatraju, identifikuju i razumeju svet - bez ograničenja podataka koje unose ljudi“ [1], (ovo su ujedno i ciljevi cirkularne ekonomije). U toku 2018. godine u Republici Srbiji je realizovana i predstavljena **najsavremenija infrastruktura namenjena internet stvarima i njihovim rešenjima** – LoRa mreža. **LoRa mreža omogućava povezivanje i međusobnu komunikaciju** ogromnog broja najrazličitijih uređaja i senzora, i predstavlja osnovu za razvoj internet stvari i njihovog ekosistema, tačnije digitalizaciju i digitalnu transformaciju Republike Srbije u celini.

1. SISTEMI AUTOMATIZACIJE ZGRADA

Minimalna potrošnja energije prolazi iz inteligentnog upravljanja opremom, sposobnom da obezbedi najbolji ekonomski, ekološki i energetska komfor i bezbednosne uslove. Na ovaj način se ostvaruju maksimalne vrednosti efikasnost resursa, zahvaljujući sposobnosti da se izvrši povezivanje uslova životne sredine (kao realnih faktora) i stvarnih potreba (kao željenih vrednosti). U ovom okviru, sistemi automatizacije zgrada (*engl. Building Automation Systems - BAS*) pokazuju da su

posebno efikasni, njihova potražnja je kontinualna i stalno raste. Revolucija velikih mreža povezivanja putem interneta, kontrolisana pametnim telefonom svaki dan doprinosi da se broj povezanih objekata stalno uvećava. Ukupan broj povezanih objekata bi trebalo da poraste na 26 milijardi jedinica instaliranih u 2020. godini, što predstavlja porast od skoro 30 puta u odnosu na 0,9 milijardi u 2009. godini, od kojih je većina u stambenim zgradama [2].

Internet stvari - uređaji mogu biti integrisani u svim segmentima energetske opreme (sistemi za klimatizaciju, električni prekidači i utičnice, osvetljenje, uređaji u domaćinstvima, vodovod, itd.) ili u elementima termičkih omotača zgrade kao što su vrata i prozori, nudeći korisnicima mogućnost optimizacije energetske efikasnosti, obezbeđenja povoljnih mikroklimatskih uslova i bezbednosti. Sve zgrade koje budu izgrađene ili rekonstruisane u EU posle 2020. godine moraju imati nulti ili veoma nizak nivo potrošnje energije i to iz obnovljivih izvora. EU u ovome vidi smanjenje zavisnosti od uvoza energenata za šta je u 2012. godini potrošila 400 milijardi €. Direktiva EU o energetskim karakteristikama zgrada predviđa da najpre državni organi vlasti moraju da renoviraju tri odsto svojih zgrada godišnje kako bi stimulisali tržište i dali primer drugima, ovaj model je preuzet i u oblasti zgradarstva u Republici Srbiji.

Sistem energetskog menadžmenta u Republici Srbiji danas pretstavlja sistem organizovanog upravljanja energijom na takav način da obveznici sistema energetskog menadžmenta izvršavaju zakonom i pravilnicima propisane obaveze sa ciljem da se postigne što racionalnije korišćenje energije a da ostvareni troškovi budu minimalni. Obveznici navedenog sistema energetskog menadžmenta trenutno su:

1. privredna društva koja koriste više energije u odnosu ne količine koju propiše Vlada Republike Srbije;
2. organi državne uprave i drugi organi Republike Srbije;
3. organi autonomne pokrajine Vojvodine;
4. jedinice lokalne samouprave sa više od 20.000 stanovnika i
5. javne službe koje koriste objekte u javnoj svojini.

Navedeni subjekti imaju obavezu da izvrše realizaciju planiranih ciljeva uštede energije koji propisuje Vlada preko nadležnog Ministarstva za rudarstvo i energetiku Vlade Republike Srbije. Neophodno je da dostavljaju godišnje izveštaje o uštedama i potrošnji energije. Za efikasan rad potrebno je obezbediti:

1. adekvatan broj energetskih menadžera;
2. programe i planove energetske efikasnosti,

3. akcione planove za sprovođenje mera za efikasno korišćenje energije,
4. izveštaje o ostarivanju ciljeva sadržanih u programu i planu energetske efikasnosti, obezbeđuju sprovođenje energetskih pregleda najmanje jednom u pet godina (obveznici sistema iz javnog sektora najmanje jednom u 10 godina), koje dostavljaju ministarstvu nadležnom za poslove energetike i
5. preduzimanje drugih aktivnosti i mera u skladu sa zakonom [3].

Svi ostali korisnici energije mogu izraditi sopstvene planove za primenu mera energetske efikasnosti.

U Odseku za unapređenje energetske efikasnosti Ministarstva rudarstva i energetike Vlade Republike Srbije obavljaju se poslovi koji se odnose na:

1. stvaranje regulatornih i podsticajnih uslova za racionalnu upotrebu energije i energenata i povećanje energetske efikasnosti;
2. pripremu i realizaciju programa i praćenje efekata mera za racionalnu upotrebu energije i povećanje efikasnosti pri proizvodnji, distribuciji i korišćenju električne i toplotne energije i prirodnog gasa;
3. realizaciju projekata koji za cilj imaju povećanje energetske efikasnosti;
4. osmišljavanje i sprovođenje promotivnih aktivnosti i obrazovnih aktivnosti u oblasti energetske efikasnosti;
5. pripremu i realizaciju aktivnosti u vezi sa radom Budžetskog fonda za unapređenje energetske efikasnosti;
6. aktivnosti na uspostavljanju i praćenju sistema za organizovano upravljanje energijom;
7. učešće u ostvarivanju međunarodne saradnje u oblasti podsticanja racionalne upotrebe energije i povećanja energetske efikasnosti;
8. normativno-pravne i upravne poslove za potrebe Odseka i
9. drugi poslovi iz delokruga Odseka [3].

Važni ciljevi za smanjenje potrošnje energije u sektoru zgradarstva koji je Evropska unija (EU) utvrdila od 2020. godine je realizacija zgrada sa skoro nultom potrošnjom energije. Dobavljači energije imaju obavezu da ostvare mere za uštedu od 1,5% godišnje pa moraju da primenjuju mere energetske efikasnosti kako bi to postigli. Države članice i države koje su u postupku pregovora o pristupanja EU

treba da sačine strategiju i mere za smanjenje energetske potrošnje u postojećim zgradama za 80% do 2050. godine. Najveći problem je kako obezbediti finansijska sredstva da bi se zgrade učinile energetske efikasnim. Prema procenama, da bi Evropa uštedela 20 odsto energije samo u zgradama u narednoj deceniji potrebno je uložiti iznos od oko 70 milijardi €. Jedan od načina je zajedničko ulaganje državnog novca i privatnih investitora, a drugi je unapređenje novih tehnologija u koje svakako spadaju i internet stvari.

2. INTERNET STVARI – MOGUĆNOSTI ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADARSTVU

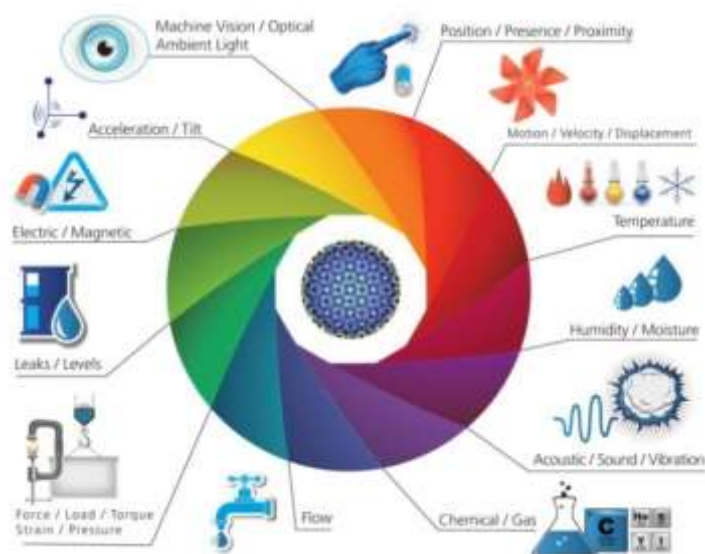
Pored izgradnje integrisanih sistema za automatizaciju pri realizaciji koncepta pametnih zgrada ili zgrada sa skoro nultom potrošnjom energije nove generacije jeftinih i dostupnih senzora priključenih na internet je sada na raspolaganju za planske aktivnosti smanjenje potrošnje energije u zgradama. Posebno su interesantne, dostupne, jednostavne i jeftine platforme kao što su: ARDUINO, PINGUINO, NETDUINO i slične platforme. Ovi sistemi su primenljivi na bilo koji tip zgrade i mogu inteligentno pratiti parametre životne sredine unutrašnjosti zgrade i njene bliže okoline ili potrošnju energije pojedinačnih uređaja ili svake pojedinačne električne utičnice, koje korisnicima pruža informacije u realnom vremenu bez obzira na njihovu lokaciju. Navedene usluge mogu obuhvatiti i slanje poruke putem elektronske pošte ili SMS notifikacije, sa eventualnim upozorenjima o mogućnostima, opasnostima, alarmu ili kvaru opreme. Pored čitanja podataka, neki od ovih sistema dozvoljavaju operacije u realnom vremenu. U domaćinstvima je moguće uključivati i isključivati opremu i uređaje programiranjem njihovog rasporeda rada ili prilagođavanje nivoa aktivnosti prema potrebi korisnika. Objekti postaju prepoznatljivi (poseduju sopstvene identifikacione kodove), stiču inteligenciju zbog sposobnosti da komuniciraju sa mrežom i prikupljaju informacije o sebi i pristupaju sakupljenim informacijama iz drugih uređaja sa kojim su povezani.

Cilj internet stvari je da se napravi elektronski svet, potrebno je nacrtati mapu stvarnog sveta, dajući elektronski identitet stvarima i mestima iz fizičkog okruženja. Objekti i mesta opremljena (RFID) ili QR kodovima već razmenjuju informacije na mreži ili ih dostavljaju na mobilne uređaje kao što su pametni telefoni. Ovakav razvoj ove tehnologije je doneo i interesovanja najvećih informatičkih kompanija kao što su Apple i Google. Cilj je da se postigne "svesna kuća", koja kroz

digitalni život i internet stvari, otvara digitalni i multimedijalni svet, da pomogne korisnicima u kući i utiče na smanjenje potrošnje energije.

3. INTERNET STVARI – SISTEMI ZA MONITORING ŽIVOTNE SREDINE

U sisteme za monitoring životne sredine ugrađeni su uređaji koji omogućavaju daljinski informacijski protokol, trenutno su dostupni uređaji na tržištu, koji pružaju podatke u realnom vremenu o značajnim parametrima životne sredine kao što su: temperatura, vlažnost i kvalitet vazduha, koncentracija CO, koncentracija CO₂, nivoa jačine svetlosti i buke, UV indeks sunčevog zračenja, intenzitet direktnog ili difuzionog sunčevog zračenja i sl, postoji mogućnost dostavljanja predloga aktivnosti korisniku u slučaju ostvarivanja nepoželjnih uslova u cilju njihove eliminacije. Instaliranjem jednog od ovih uređaja u kući ili kancelariji, moguće je dobiti tačne i pravovremene informacije o unutrašnjoj mikroklimi, povezujući subjektivno stanje pojedinca sa objektivnim uslovima okoline, na ovaj način se postižu uslovi za ostvarivanje optimalnog komfora za korisnike objekata.



Slika 1. Internet stvari – senzori i aktuatori [4]

Posle 20 godine od kako smo ušli u eru internet stvari, koju karakteriše mnoštvo inteligentnih objekata koji su sposobni da komuniciraju međusobno putem odgovarajućih protokola, bilo je neophodno da se izrade protokoli za komunikaciju. Sa ovom

sposobnošću i interakcijom između objekata i potreba pojedinaca (dizajn interakcije) možemo smanjiti potrošnju energije u zgradama uz poboljšanje uslova životne sredine. Internet stvari bi se mogle pokazati posebno korisnim u vreme maksimalne potrošnje energije, sa sposobnošću upravljanja racionalnijom potrošnjom energije. Unutar zgrada, svi uređaji mogu međusobno komunicirati putem mreže i generisati informacije o količini utrošene energije ili drugim značajnim podacima koji su postavljeni u protokolarnim parametrima komunikacije P2P ili M2M. Kada se jednom prikupe informacije mogu se koristiti za donošenje raznih odluka kako bi se bolje upravljalo ukupnim sistemom - zgradom. Pametni kućni aparati mogu samostalno donositi odluke o tome kada treba započeti radni ciklus na osnovu informacija koje dostavlja mreža, kada su kapaciteti mreže slobodniji i ima više energije, ili je energija dostupna po nižim cenama, što značajno utiče na ukupne energetske troškove i opterećenje potrošnje finalne energije objekta na godišnjem nivou. Proizvodnja energije i monitoring obnovljivih izvora energije mogu se uskladiti sa snabdevanjem i potrošnjom koja se očekuje od korisnika, kao što je punjenje/ pražnjenje električnih vozila povezanih sa zgradom. Posebno je interesantna informacija u perspektivi mobilnosti proizvedene energije u objektu, koji omogućava razmenu energije između zgrada i vozila, kojima je cilj smanjenje potrošnje energije. Zgrada može iskoristiti energiju akumulatora u vozilima kada je napajanje električnom energijom u skupljoj tarifi a da ih napuni kada energija košta manje, i objekat se snabdeva energijom u nižoj tarifi cena električne energije.

Potrebno je rešiti značajne probleme, počevši od komunikacije između različitih aplikacija i različitih uređaja koje proizvode različita preduzeća, da bi se došlo do definicije zajedničkih standarda na međunarodnom nivou. U tu svrhu nedavno su osnovana tri različita neprofitna konzorcijumi: All Seen Alliance (Microsoft, Qualcomm, LG, Sharp, Panasonic), industrijski konzorcijum Internet - IIC (AT & T, Cisco, GE, IBM) i Open Interconnect Consortium - OIC (Atmel, Dell, Broadcom, Intel, Samsung i Vind River). Cilj ovih konzorcijuma je da definišu zahteve bežičnog povezivanja internet stvari i da se obezbedi interoperabilnost između sistema, bez obzira na oblik, operativni sistem ili dobavljača. Izvorne platforme će omogućiti za sve proizvode različitih proizvođača da međusobno komuniciraju nezavisno bez obzira na brend, i ne vrstu platforme (Wi-Fi, Bluetooth, Wi-Fi Direct, Zigbee, ZVave i Ant +)[2].

Zaključak

Tehnologija internet stvari nije više nezamisliva budućnost o kojoj smo mogli samo da maštamo, ona danas postaje realnost koja se veoma brzo razvija. Ova tehnologija će poboljšati kvalitet naših života, ali i izmeniti način razmišljanja i načine na koji obavljamo poslove. Biće potrebno da usvajamo nova znanja i veštine kako bismo odgovorili izmenjenim zahtevima tržišta, zbog ovih razloga svako od nas će biti prinuđen da se menja, dodatno da se obrazuje i usavršava.

LITERATURA

- [1] Ashton, K. (2009) That 'Internet of Things' Thing, *RFID Journal*, 22. June 2009.
- [2] Cassini, M. (2014) *Internet of things for Energy efficiency of buildings*, *International Scientific Journal Architecture and Engineering*, vol. 2, no. 1,
- [3] *Informator o radu Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije*, februar 2019. godine
- [4] <https://www.postscapes.com/trackers/video/the-internet-of-things-and-sensors-and-actuat>

Dr Željko Eremić¹⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin

Aleksandra Felbab¹⁸

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

Arduino i multitasking

Arduino and multitasking

Rezime:

Arduino ploče tipično koriste samo jednu petlju za izvršenje aktivnosti. Kada je potrebno imati više petlji izvršenja potrebno je izvršiti određena prilagođavanja. Ovo je postignuto korišćenjem ARTe (Arduino proširenje za radu u realnom vremenu), proširenja Arduino radnog okvira koje podržava multitasking i prioritetno raspoređivanje u realnom vremenu. Na ovaj način umesto da koristimo više Arduino ploča, jedna ploča može da podrži više petlji izvršavanja. Na ovaj način se štede resursi potrebni za izradu Arduino hardvera i izbegava kasnije stvaranje elektronskog otpada. Ovo je i ekološki prihvatljivo, i u skladu je sa ciljevima cirkularne ekonomije da se uz minimalna ulaganja u materijalne resuse postigne maksimalno iskorišćenje proizvedenih resursa.

Ključne reči: Arduino, ARTe, Multitasking, Ekologija.

Abstract:

Arduino boards typically use only one loop to perform activities. When it is necessary to have more loops of execution it is necessary to make certain adjustments. It is achieved by using ARTe (Arduino Real-Time extension), an extension to the Arduino framework that supports multitasking and real-time preemptive scheduling. In this way, instead of using more Arduino boards, one board can support more loops of execution. In this way, the resources needed to create Arduino hardware are saved and avoids the creation of electronic waste later. This is also ecologically acceptable, and is in line with the goals of the circular economy to achieve the maximum utilization of the produced resources with minimal investment in material resuscitates.

Keywords: Arduino, ARTe, Multitasking, Ecology

Uvod

Poslednjih godina Arduino platforma je stekla veliku popularnost. Neki od faktora koji su na to uticali je lako učenje bez potrebe za detaljnim poznavanjem hardvera, mnoštvo biblioteka za rad sa hardverom, velika zajednica koja pruža mnoštvo primera, kao i mogućnost za brz razvoj prototipa. Jedna od mogućnosti za kojom se često javlja potreba, a koja standardno nije podržana, je mogućnost da se izvršava više ciklusa naredbi, pri čemu bi intervali pokretanja ciklusa bili

¹⁷ zeljko.eremic@vts-zr.edu.rs

¹⁸ aleksandra.unija@gmail.com

različiti. U ovom radu se predstavlja jedno moguće rešenje ovog nedostatka, a kao posledica se javlja podrška cirkularnoj ekonomiji, jer se sa manje uložених resursa dobija isti rezultat.

1. Pozadina problema i dosadašnja istraživanja

Arduino ploče dolaze u više verzija, što je prikazano na [1]. Arduino radni okvir, pored hardvera, obuhvata i integrisano okruženje za razvoj IDE. Takođe postoji mnoštvo biblioteka za podršku rada specifičnom hardveru. Programski model koji se koristi kod Arduino radnog okvira je vrlo jednostavan i podrazumeva da postoje dve osnovne funkcije: `setup()` koja se pokreće jednom na početku rada i `loop()` koja se nakon toga stalno ponavlja. U većini situacija ovaj jednostavni model je dovoljno dobar. Ali šta je sa situacijama kada imamo više procesa koji se odvijaju istovremeno, i sa različitim vremenima ponavljanja ciklusa? U narednim poglavljima ovog rada se predstavlja jedno od mogućih rešenja.

Jedan od pristupa po imenu FreeRTOS-Arduino [2] se zasniva na FreeRTOS jezgri, ima za cilj da se koristi kao Arduino biblioteka. Ovaj pristup zahteva dosta napredna znanja u vezi sa paralelnim programiranjem i sa FreeRTOS API, što je znatno komplikovanije od programskog modela na koji je tipičan Arduino korisnik navikao. Dalje primećeno je znatno veće korišćenje memorije i vremena izvršenja.

Qduino [3] je pristup gde je Arduino radni okvir proširen jezgrom realnog vremena i novim API. Ovde postoji podrška samo za x86 platforme, ne podržava se veliki deo Arduino ploča, i zahtevaju se takođe napredna znanja za njegovo korišćenje.

2. Cirkularna ekonomija

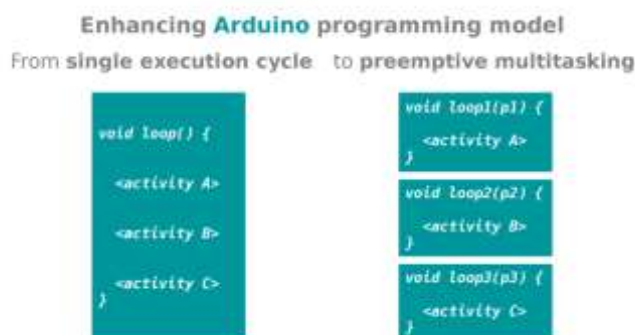
Pojam cirkularne ekonomije posmatra se kao jedan veoma značajan i kompleksan pojam u savremenom poslovnom svetu. Fokus koji se stavlja na privrednu cirkularnu ekonomiju odnosi se na minimalna ulaganja u određene resurse koje preduzeće samo proizvodi uz maksimalno iskorišćenje tih proizvedenih resursa. Na ovaj način se u znatnoj meri može podići efikasnost poslovnih procesa a samim tim raste i produktivnost poslovanja što rezultuje većom profitabilnošću preduzeća.

Cirkularna ekonomija podrazumeva proizvodnju proizvoda sa dužim vekom trajanja u cilju ostvarenja dugoročnih prihoda uz povećanu celokupnu profitabilnost poslovanja. Čitav koncept cirkularne ekonomije

bazira se na maksimizaciji vrednosti proizvedenog proizvoda ili plasirane usluge a minimizaciji upotrebljenih resursa. Potrebno je razvijati ovu strategiju na svim nivoima u državi ciljano uvoditi novine i poslovanje bazirati na inovacijama koje će unaprediti mnoge proizvodne cikluse. Ovaj način poslovanja osigurava mnoge prednosti kako za samo preduzeće tako i za celokupnu društvenu zajednicu gde se pri tome na ovaj način unapređuje i konkurentnost regiona. Uvođenje inovacija u poslovanje usmerava proizvodne aktivnosti na efikasnije iskorišćenje resursa. Fokus se stavlja na istraživanje i razvoj uz smanjenje ukupnih troškova praćenih optimizacijom i efektivno upravljanje resursima. Veoma je značajno napomenuti da cirkularna ekonomija podrazumeva ciklus vraćanja proizvoda na kraju njegovog životnog veka u novi proces kako bi stvorili sasvim novu vrednost. U okviru cirkularne ekonomije stvaraju se sasvim novi proizvodi ali mnogo veće upotrebne vrednosti. Prednosti koje donosi primena ovog koncepta su mnogobrojne, a jedna od njih odnosi se i na unapređenje ekonomskih procesa.

3. ARTe

"ARTe (Arduino Real-Time extension) je proširenje Arduino okvira koji podržava multitasking i prioritetno raspoređivanje u realnom vremenu. Zahvaljujući ARTe-u, korisnik može lako da odredi i pokrene višestruke paralelne petlje na različitim brzinama, pored pojedinačnog ciklusa izvršenja koje obezbeđuje standardni Arduino okvir." [4]. Proširenje ARTe je zamišljeno sa idejom da podrži istovremene periodične aktivnosti u realnom vremenu, a da pri tome istovremeno sačuva jednostavnost dosadašnje programske paradigme, te da zahteva manje hardverskih resursa u odnosu na klasičan pristup. Osnovna ideja je data na slici 1.

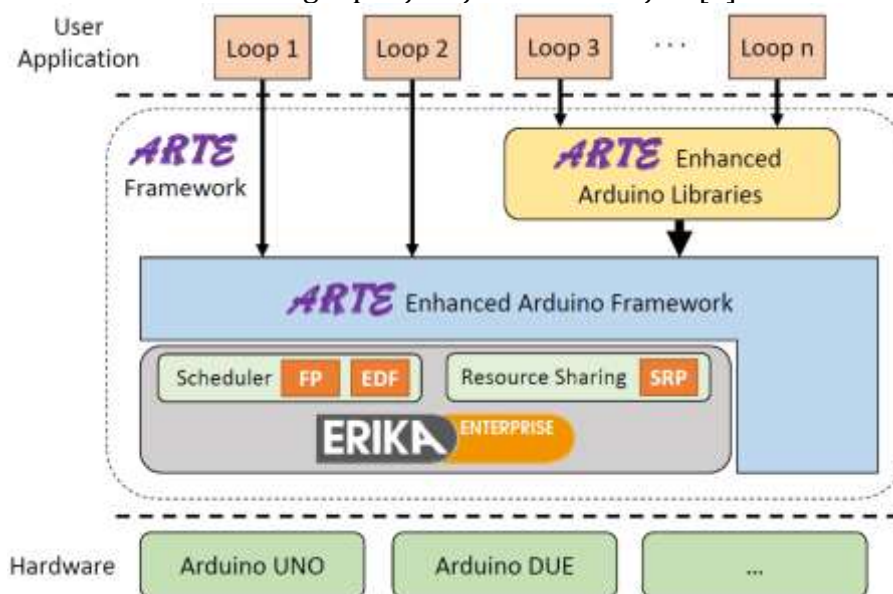


Slika 1. Unapređeni Arduino programski model od jednog ciklusa izvršenja do prioritetnog multitaskinga [4]

Na slici 2 je prikazana ARTE arhitektura. Hardverska platforma podrazumeva korišćenja neke od podržanih Arduino ploča. Prema [4] trenutno podržane ploče su Arduino DUE, Arduino Uno, Arduino Nano i Arduino Mega 2560. Istovremenost izvršenja većeg broja petlji i njihov vremenski raspored izvršavanja je omogućeno korišćenjem ERIKA Enterprise jezgra. U petljama se mogu koristiti standardne Arduino biblioteke koje su unapređene tako da omogućavaju međusobno isključenje prilikom pristupa deljenim strukturama podataka.

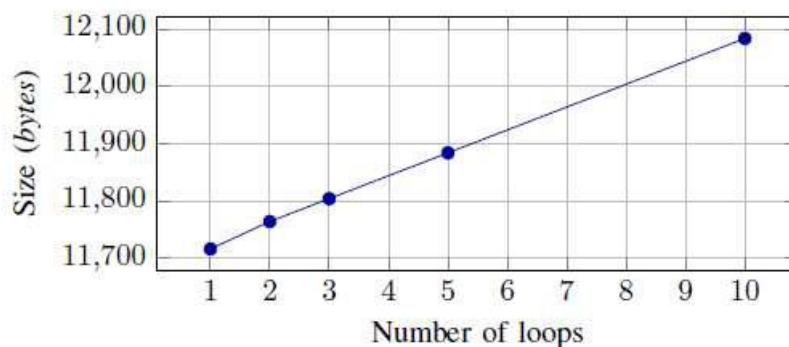
ERIKA je jezgro otvorenog koda koje dozvoljava visoko predvidljivu kontrolu vremena pri čemu ne dolazi do bitnog povećanja potrošnja memorije ili drugih resursa. Ovo je postignuto na taj način što su svi RTOS objekti statički. Pruža podršku za peridične i neperodične zadatke i odgovarajuća rešenja u pogledu međusobnog isključenja (mutex). ERIKA podržava dva tipa mehanizama za rukovanje prekidima i to jedan brzi (fast ili Type 1) za brze i hitne I/O operacije i sigurni (safe ili Type 2) koji se za razliku od prvog poziva izvršava u skladu sa rasporedom izvršavanja.

Na slici 2 se vidi da je ARTE arhitekturom podržano n petlji koje se paralelno izvršavaju. „Kao i u originalnom Arduino modelu, setup() funkcija je takođe dostupna u okviru ARTE sa istom sintaksom i semantikom. Slično tome, originalna funkcija loop() se takođe može koristiti pod ARTE, nudeći programeru mogućnost izvršenja aktivnosti u pozadini kada nema drugih petlji koje se izvršavaju.“ [5]



Slika 2. ARTE arhitektura [2]

Na slici 3 se može videti da zauzeće memorije raste linearno u zavisnosti od broja petlji. Ovo je pokazatelj koliko je ARTe sposoban da podnese veliki broj paralelnih izvršavanja.



Slika 3. Zauzeće memorije u zavisnosti od broja ciklusa [5]

4. Primer poređenja pristupa standardnog Arduino i ARTe

U nastavku je dat jednostavan primer gde postoje tri led diode koje se pale u intervalu od 3, 7 i 11 sekundi. Primer je preuzet sa [5]. U (a) se, uz pomoć brojača svake sekunde, vrše matematički proračuni ispunjenosti uslova paljenja svake od led dioda.

```
int led1 = 13;
int led2 = 14;
int led3 = 15;
int count = 0;

void loop() {
  if (count % 3 == 0)
    digitalWrite(led1);

  if (count % 7 == 0)
    digitalWrite(led2);

  if (count % 11 == 0)
    digitalWrite(led3);

  if (count == 3 * 7 * 11)
    count = 0;

  count++;
  delay(1000);
}
```

(a) Arduino sketch

```
int led1 = 13;
int led2 = 14;
int led3 = 15;

void loop1(3000) {
  digitalWrite(led1);
}

void loop2(7000) {
  digitalWrite(led2);
}

void loop3(11000) {
  digitalWrite(led3);
}
```

(b) ARTe sketch

Slika 4. Primer višestrukih trepćućih led dioda [5]

U (b) se može videti da je problem rešen na mnogo jednostavniji način korišćenjem tri petlje koje imaju različite intervale ciklusa. Već na

ovom jednostavnom primeru se može videti koliku kompleksnost unosi klasični pristup rešavanja problema koji zahteva postojanje više paralelnih obrada.

Zaključak

U radu je predstavljen jedan mogući pristup da se na efikasan način rešavaju problemi višestruke obrade kod Arduino sistema. Dat je prikaz problematike, i neka dosadašnja rešenja. Dat je osnovni opis cirkularne ekonomije. ARTe proširenje je takođe prikazano zajedno sa ERIKA jezgrom. Dat je i jedan primer rešavanje problema korišćenjem standardnog Arduino i ARTe. Iz svega navedenog se može videti da je moguće da jedna Arduino ploča izvršava više paralelnih zadataka, koje bi zbog kompleksnosti inače moralo da izvršava više Arduino ploča. Na ovaj način se štede i sirovine za izradu Arduino ploča i komponenata, kao i električna energija potrebna za njihovo napajanje.

LITERATURA

- [1] *Arduino Products*, <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>, pristupljeno 16.03.2019.
- [2] *Freertos port for arduino*. <https://github.com/greiman/FreeRTOS-Arduino>, pristupljeno 16.03.2019.
- [3] Z. Cheng, Y. Li, and R. West. Qduino: *A multithreaded arduino system for embedded computing*. In Proceedings of the 36th IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS 2015), San Antonio, Texas, December 2015.
- [4] *Real-Time extension for Arduino - ARTe*, <http://retis.sssup.it>, pristupljeno 16.03.2019.
- [5] Buonocunto, Pasquale & Biondi, Alessandro & Pagani, Marco & Marinoni, Mauro & Buttazzo, Giorgio. (2016). *ARTE: arduino real-time extension for programming multitasking applications*. 1724-1731. 10.1145/2851613.2851672.

Borivoj Novaković, M.Sc. ¹⁹

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

Dr Ljiljana Radovanović

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

Mića Đurđev, M.Sc.

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

Uticaj savremenih metoda pripreme proizvodnje na optimizaciju proizvodnih procesa

The influence of modern methods of production preparation on the optimization of production processes

Rezime:

Autori rada su se kroz sam rad bazirali na optimizaciji procesa proizvodnje primenom inovativnih CAD/CAM softvera u kombinaciji sa savremenim CNC glodalicama. Problem koji se generalno pojavio na svetskom tržištu jeste da se ispune ciljevi koje diktira savremeno doba, a ciljevi se ogledaju u kvalitetu, vremenskom domenu i samoj kompleksnosti nekog proizvodnog procesa. Uvođenjem savremenih CNC glodalica u upotrebu teži se ka ostvarivanju maksimalne optimizacije proizvodnje, najviše sa aspekta vremenskog perioda obavljanja procesa, gde se kroz taj domen javljaju indirektni faktori koji utiču na sveukupnu optimizaciju, dok ovakvo određenu vrstu optimizacije prate softverski sistemi koji su se razvili za potrebe lakše pripreme proizvodnje i konačnog cilja a to je ekonomski faktor koji se ogleda kroz indirektno faktore. Rad je fokusiran na stvaranju jasne slike stanja o značajnosti savremenih sistema u odnosu na nekadašnje sisteme koji su se koristili u iste svrhe.

Glavne reči: Inovativni, CAD/CAM, CNC, proizvodnja, optimizacija.

Abstract:

Through the paper, authors focused on the optimization of production processes using innovative CAD / CAM software in the combination with CNC milling machines. The problem that has generally emerged on the world market is to fulfill goals dictated by the contemporary era which are reflected in the quality, time domain, and the very complexity of a production process. By introducing modern CNC milling machines, it is aimed at maximizing production optimization mostly from the aspect of the time period of the process, where indirect factors affecting the overall optimization occur through this domain, while such a type of optimization is accompanied by software systems developed for easier production preparation and its ultimate goal which is an economic factor reflected through indirect factors. The paper focuses on creating a clear picture of the status of significance of modern systems in comparison to former systems that were used for the same purposes.

Keywords: Innovative, CAD / CAM, CNC, production, optimization

¹⁹ novakovicborivoj1812@gmail.com

Uvod

Razvoj savremenih informacionih tehnologija u prvoj deceniji 21.veka dostigao je visok nivo, a sa sobom povukao i razvoj mnogih drugih tehnologija, u raznim granama industrije. Jedan od prvih segmenata koji je osetio razvoj, indirektnim uticajem IT tehnologija jeste elektronika sa širokim opsegom primena u svim granama industrije, od mašinstva, elektrotehnike, građevine. Odraz razvoja informacionih tehnologija na industrijske procese u oblasti mašinstva najviše se ogleda u samoj automatizaciji sistema, robotizaciji i primeni sve više softverskih alata pri projektnom mašinstvu, koje za krajnji cilj imaju određenu vrstu racionalizacije proizvodnje kroz optimizaciju proizvodnih procesa u svim segmentima proizvodnje gde je to moguće [1]. Za smisleno uvođenje modernih koncepata pri konstruiranju kao npr. simultano ili konkurentno inženjerstvo pretpostavka je da se konstruktoru već u ranoj fazi predoče mogućnosti i zahtevi za izradu nekog novog produkta [2].

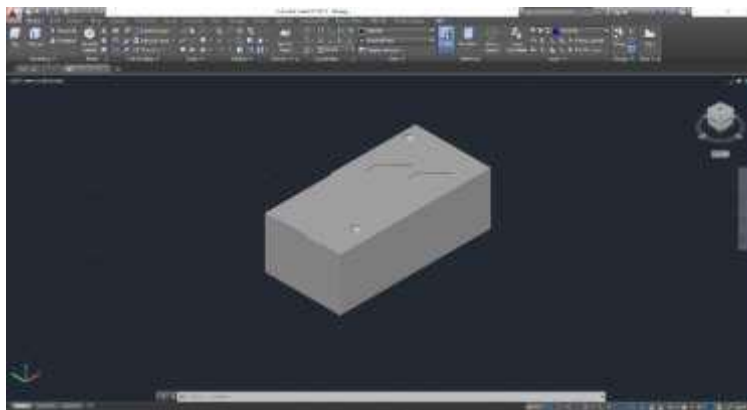
Konkurencija na globalnom tržištu se stalno povećava i zahteva znanje, stalnu edukaciju, kao i primenu inovacija u iznalaženju novih ili unapređenju postojećih proizvodnih rešenja koja mogu da zadovolje potrebe i očekivanja kupaca. Oni proizvodni sistemi koji nisu spremni da se prilagode promenama neće biti u stanju da opstanu na tržištu [3].

1. Primena savremenih softverskih paketa za pripremu proizvodnje

Savremene tehnologije prate savremene sisteme, tako se izbegavaju tradicionalne tehnike koje u velikoj meri usporavaju proces proizvodnje i njene pripreme. Za konstrukcionu pripremu proizvodnje kod CNC tehnologija uglavnom se koristi nešto od novih softverskih paketa, poput AutoCAD-a, Catie, SolidWorks-a, Invertora, ProEngeenira, i sličnih paketa. Navedeni softverski paketi su uvedeni kako bi olakšali konstrukcionu pripremu, najviše sa vremenskog aspekta, ali se ispostavilo i sa aspekta kvaliteta izrade konstrukcionog plana pripreme.

U ovom radu, od savremenih softverskih paketa korišćen je AutoCAD 2016 i Catia V5, i u njema je odrađena celokupna priprema proizvodnje sa strane konstrukcionog dela. Najviše se ovakvi sistemi koriste za projektovanje, modelovanje, konstruisanje i kao test softveri. CAD i CAM sistemi su uglavnom kombinacija softvera, gde je CAD kompjutersko konstruisanje, a CAM kompjuterska izrada konstruisanog predmeta [4].

Na slici 1. prikazan je 3D model prizmatične spojnice kreiran u okruženju AutoCAD,

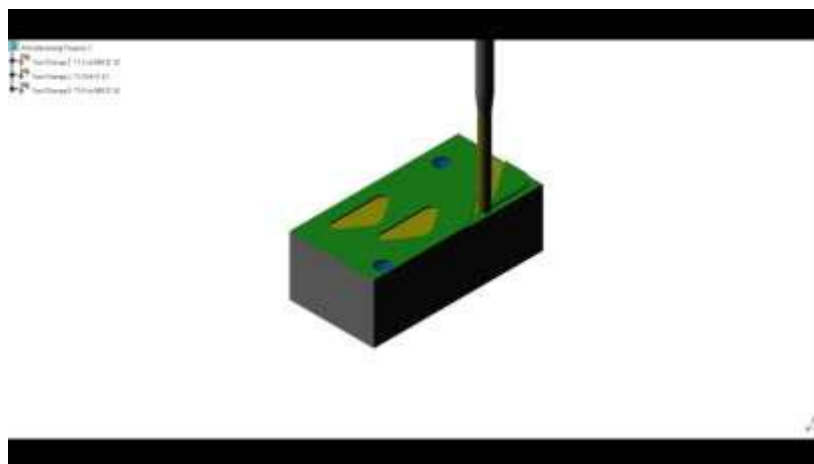


Slika 1. 3D prikaz prizmatične spojnice

Softverski alat Catia V5 služila je kao program za dizajniranje i implementaciju simulacije obrade koja se javlja na primer prizmatične spojnice kao konstrukcionog elementa na kom se ispituje prime savremenih sistema i sveukupna optimizacija. Potrebni koraci koji se moraju odraditi u softverskom alatu Catia V5 za projektovanje procesa obrade na primenjenim CNC glodalicama su sledeći:

1. Određivanje odgovarajućeg geometrijskog BODY SET za delove od poliestera, zatim kreirati 3D modela radnog predmeta,
2. Kreiranje radne verzije predmeta koji se obrađuje sa dozvoljenim tolerancijama,
3. Prelazak na mašinski mod CAD/CAM sistema i postavljanje parametara alata koji će obraditi pripremak,
4. Definisane operacije koje će se vršiti na predmetu, postavljanje osnovnih parametara obrade (brzina, broj obrtaja, posmak,...),
5. Dodatna podešavanja za ostale alate koji će se koristiti, uglavnom za dodatno oblikovanje i dodatnu obradu,
6. Postavka i skladištenje svih alata koji se koriste u procesu obrade glodanjem,
7. Sistem mora ispunjavati ISO standarde (CNC program, alati, kontrolni sistem CNC-a)[5,6].

Na slici 2. dat je prikaz simulacije koja je odrađena u softverskom alatu Catia V5.



Slika 2. Simulacija obrade na CNC glodalici

Na prethodnoj slici dat je primer simulacije obrade na CNC glodalici, gde se u softverskom paketu Catia V5 u posebnom segmentu Part, Machining, Prismatic Machining, definiše proces obrade i daju određene smernice, takozvani G- kodovi putanje alata pri obradi priprema na glodalici. Alat kreira automatski G kod prema tehničkom crtežu koji je prethodno importovan iz softverskog alata AutoCAD-a. Ovaj alat najveću primenu nalazi kod savremenih CNC sistema gde se automatski kod može prepoznati na mašini i ona zatim sama odraditi predmet. Kod mašina na kojima je rađena prizmatična spojnica, ovaj alat koristio je u inspeksijske potrebe, kako bi se svaki korak i kod vizuelno iskontrolisao i na taj način ubrzalo unošenje i izrada predmeta.

Ako se posmatra sa aspekta pripreme proizvodnje, zapravo najveći doprinos novih tehnologija jeste u delu pripreme proizvodnje koja se odnosi na konstrukcijsku pripremu, gde spada tehnička priprema, odnosno izrada 2D modela i 3D modela crteža. Drugačije, ovaj segment se naziva projektovanje proizvodnje. Najveći pokazatelj unapređenja pripreme proizvodnje novim generacijama tehnologije, jeste vremenski aspekt izrade tehničkih crteža, jer se savremenih softverima, poput AutoCAD-a, Catie, SolidWorks-a, Invertora, u velikoj meri skraćuje vreme izrade. Ako se gleda indirektan uticaj, onda se vreme odražava kroz ekonomske aspekte, tako što se skraćanjem vremena sa aspekta projektovanja, skraćuje i radno vreme inženjera koji se bavi time, što u ukupnom zbiru smanjuje interne troškove.

2. Prikaz značajnosti primene CAD/CAM sistema u proizvodnim procesima

Ako se uzme u razmatranje uporedna analiza tradicionalnih i savremenih tehnologija, koja je rađena na primeru na kom se bazira ovaj rad, to jeste na glodalici CNC EMCO F1, dobijaju se sledeći podaci.

Tabela 1: Podaci o vremenu pripreme proizvodnje [7]

<i>Savremene tehnologije</i>	<i>Vreme (min)</i>	<i>Tradicionalne tehnologije</i>	<i>Vreme (min)</i>
Izrada tehničkog crteža	13±2	Izrada tehničkog crteža	20±2
Plan obrade	15	Plan obrade	15
Plan stezanja	3	Plan stezanja	3
Karakteristične tačke	14	Karakteristične tačke	-
Programski list	30	Programski list	-
Operacioni list	12	Operacioni list	12
Plan alata	5	Plan alata	5
$\Sigma 92$		$\Sigma 55$	

U tabeli 1. su dati podaci o vremenima pripreme proizvodnje kroz sve uporedne aspekte. Ako se pogledaju dobijena vremena, grubom analizom može se zaključiti da je vreme pripreme proizvodnje kod savremenih tehnologija duže od vremena pripreme proizvodnje kod tradicionalnih tehnologija za 37 minuta. Ukoliko se analiza produbi, i sagleda realno stanje vremena, vremena koja nisu popunjena u tabeli kod tradicionalnih tehnologija, poput karakterističnih tačaka, programskog lista, zapravo se dolazi do drugačijih zaključaka, gde se dolazi do rezultata da je vremenski aspekt pripreme proizvodnje kod tradicionalnih tehnologija duži za odnos 15-20% vremena od ukupnog vremena proizvodnje. Zašto ukupnog vremena proizvodnje?

Dva segmenta za koje ne postoje vremena u tabeli, a to su programski list i karakteristične tačke, moraju se odrađivati u toku same proizvodnje, što vremenski traje mnogo duže nego što traje kada se kod savremenih ta priprema obavlja pre proizvodnje, a postoji i rizik od pojava grešaka u toku same izrade plana obrade.

Kada se kod savremenih tehnologija odradi celokupna priprema proizvodnje kao što je ovde data u tabeli 1., proveru se vrši softverski, gde u segmentima najvećeg rizika od grešaka, kao što je programski list, odnosno kod tradicionalnih tehnologija ovaj segment se zove plan izrade, program je moguće softverski proveriti, i ukoliko postoji greška moguće

se je otkloniti. Zapravo, softverska provera ide tek posle ručne provere, dok kod tradicionalnih tehnologija, ovakva mogućnost ne postoji, pritom se priprema samog plana izrade uglavnom radi na samoj mašini.

Velike prednosti kod pripreme proizvodnje savremenim tehnologijama, nalaze se u konstrukcionom delu, gde je pored 2D modela, moguće izraditi 3D model, i na taj način olakšati operaterima koji izrađuju sam deo na mašini [7].

Zaključak

Tradicionalne tehnologije pronalaze odgovarajuću primenu i u savremenom dobu, ali zahtevi svetskog savremenog tržišta znatno su se izmenjali razvojem novih tehnologija. Danas, u 21. veku, veku savremenih informacionih tehnologija, razvijaju se i sve ostale grane, najviše istaknut segment razvoja jeste u oblasti automatizacije sistema i proizvodnje. Ono što savremeno tržište nameće jeste kratak vremenski period kreiranja proizvoda i visok kvalitet izrađenog proizvoda. Problematika tradicionalnih tehnologija nije u kvalitetu, već u vremenskom domenu, gde je stepen tehnološkičnosti ovih tehnologija vrlo nizak, zapravo sa aspekta vremenskog perioda ne ispunjavaju se zahtevi tržišta, iz razloga što ove tehnologije nisu predviđene za proizvodnju kvalitetnih, a serijskih proizvoda.

Da bi se zahtevima savremenog tržišta moglo odgovoriti, postojala je potreba za primenom malo praktičnijih tehnologija, sa većim stepenom produktivnosti, tehnološkičnosti, ekonomičnosti, a kako bi se svi ovi faktori mogli ispuniti i uklopiti u celinu neophodno je bilo uvođenje odgovarajućeg stepena automatizacije tehnologije. Automatizacija tehnologije odnosi se na automatizaciju celokupnog sistema proizvodnje, od početnih faza, odnosno pripreme proizvodnje, sa aspekta konstrukcije i tehnološke pripreme, do same proizvodnje i svih sekundarnih faza koje se nalaze uz proces proizvodnje.

Literatura

- [1] Novaković, B., Đurđev, M., Radovanović, Lj., Speight, G. J. (2018) *Optimization of manufacturing processes using modern automated CNC milling machines*. Applied Engineering Letters, Vol 3., No. 4. (pp. 124-128). Srpski Akademski Centar, Novi Sad.
- [2] Milojević, Z. (2013). *Metoda za poboljšanje kvaliteta i održivosti procesa obuke za CNC tehnologije*. 40. Nacionalna konferencija o kvalitetu (pp. 296.-306.). Kragujevac: Asocijacija za kvalitet u standardizaciju Srbije

-
- [3] Lukić, D. (2012.). *Razvoj opšteg modela tehnološke pripreme proizvodnje*. Novi Sad: Fakultet Tehničkih Nauka.
 - [4] Letić, D., Desnica, E. (2011.). *Inženjerska grafika I*. Zrenjanin: Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin".
 - [5] R. Dubovska., *The quality control of machining process with CAD/CAM system support*, in: 8th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering, Tallin, Estonia, 2012, pp. 27–32.
 - [6] Jambor, J., Majerik, J., *Hard Die&Mould Milling Process with CAD/CAM System Catia V5R18 Support*, in: Annals of DAAAM for 2009&Proceedings of the 20th International DAAAM World Symposium Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Theory, Practice and Education: World Symposium, ISSN 1726-9679. Vienna University of Technology, Vienna, Austria, 2009, pp. 1465–1466.
 - [7] Novaković, B. (2018.). *Optimizacija tehnološkog postupka glodanjem spojnice od poliestera u fazi pripreme proizvodnje* (Master rad). Zrenjanin: Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“

Dr Dušan Jovanić²⁰

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Određivanje uticaja elektromagnetnog polja aparata za mag zavarivanje na bezbednost i zaštitu zdravlja

Determination of the mag welding machine electromagnetic field effect on health safety and protection

Rezime:

U radu je prikazan uticaj zračenja MAG aparata za zavarivanje na bezbednost zavarivača i mere bezbednosti i zaštite zdravlja. Razmatran je uticaj svetlosnog, infracrvenog i ultraljubičastog zračenja, kao i uticaj i veličina elektromagnetnog zračenja na pojedine delove tela zavarivača, u toku zavarivanja i u praznom hodu i različitim režimima zavarivanja pri elektrolučnom zavarivanju u aktivnom zaštitnom gasu ili gasnoj mešavini sa topljivom punom elektrodnom žicom (135).

Ključne reči: MAG zavarivanje, Elektromagnetno zračenje.

Abstract:

In this paper the influence of the MAG welding machine based welding apparatus radiation on the welders safety as well as the security and the protection measures have been presented. The influence of light, infrared and ultraviolet radiation as well as the impact of the electromagnetic radiation on the certain parts of the welder body during welding and idling have been considered where the different welding conditions in Metal active gas welding with solid wire electrode (135).

Keywords: MAG Welding, Electromagnetic radiation.

Uvod

Zavarivanje je u pogledu bezbednosti i zaštite zdravlja radnika visoko rizičan posao. Procesi zavarivanja praćeni su različitim opasnostima i štetnostima kao što su mehaničke opasnosti, opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije- požar, eksplozija, električni luk ili varničenje, hemijske štetnosti, pare, gasovi, prašina i dimovi, fizičke štetnosti- buka i vibracije, štetni uticaji zračenja- toplotnog, svetlosnog, ultrazvučnog elektromagnetnog, ergonomija- nefiziološki položaj tela. Prema direktivi o mašinama opasnost od elektromagnetnog zračenja spade u rizike od drugih opasnosti.

Osnovni zadatak u pogledu bezbednosti i zaštite zdravlja je da se otklone ovi opasni uticaji zavarivanja. Zbog toga se preduzimaju

²⁰ dusan.jovanic@vts-zr.edu.rs

odgovarajuće mere sigurnosti, koje su propisane zakonima i pravilnicima. Svaki zavarivač ima pravo i obavezu zaštite prema tim propisima. Osnovna podrška radnicima data je u dokumentu *Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu* gde je definisano da poslodavac mora da donese *Pravilnik o zdravlju i bezbednosti na radu*, sa kojim se uređuju prava, obaveze i odgovornosti i sprovodi bezbednost i zdravlje na radu lica koja učestvuju u radnom procesu. Uputstvo o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini propisuje da se procenjivanje rizika vrši se za svaku prepoznatu, odnosno utvrđenu opasnost ili štetnost.

Britanski nacionalni savet za radiološku zaštitu National Radiological Protection Board je preporučio za EM polja ispod 100 Hz vrednosti intenziteta E polja od 12 Kv/m i 2 μ T za intenzitet magnetne indukcije, kao vrednosti kojima se čovek može trajno izložiti [5]. Internacionalni komitet za nejonizujuće zračenje je preporučio 10 Kv/m i 0,5 μ T za radne prostore i 5 Kv/m ili 0,1 μ T za javne prostore [6].

Vršena su ispitivanja uticaja EM polja na pojavu malignih bolesti eksponovanih osoba. Nađena je povećana smrtnost od svih oblika leukemije i akutne leukemije kod odraslih hronično izloženih EM polju preko 0,3 μ T. Utvrđena je veća pojava karcinoma (preovladavaju tumori pluća, faringisa, digestivnog trakta, respiratornih sinusa, tiroidne žlezde, tumori nervnog sistema, limfomi i melanomi očiju i kože) kod radnika čije je zanimanje vezano za rad sa električnom strujom [6].

1. Opasnost od zračenja

Za sprečavanje opasnosti od elektromagnetnih zračenja (EMF) na radnom mestu koristi se Direktiva 2013/35/EU, koja je u EU postala obavezna 01.07.2016. Direktiva zahteva od poslodavca, da izvrši procenu o izloženosti radnika elektromagnetnom polju. U novoj direktivi vodiće se računa o ručno elektrootpornom zavarivanju, indukcionom zagrevanju predmeta i ispitivanju pomoću magnetnih čestica.

Sa pregledom radnog mesta i izvođenjem procene rizika menjaju se mere i određuju dozvoljene emisije za sve prepoznate rizike na radnom mestu. Pri zavarivanju se postavljaju granice za sve prepoznate rizike, koji se dele na:

- 1) mehaničke opasnosti, koje se pojavljuju korišćenjem opreme za rad, korišćenje opasnih sredstava za rad, koja mogu proizvesti eksplozije ili požar (boce za gas pod pritiskom)
- 2) opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije,

- opasnost od direktnog dodira sa delovima električne instalacije i opreme pod naponom,
 - opasnost od indirektnog dodira,
 - opasnost od toplotnog dejstva koje razvijaju električna oprema i instalacije (pregrevanje, požar, eksplozija, električni luk ili varničenje i dr.),
- 3) štetnosti koje nastaju ili se pojavljuju u procesu rada, kao što su:
- hemijske štetnosti, prašina i dimovi,
 - fizičke štetnosti (buka i vibracije),
 - štetni uticaji zračenja (toplotnog, jonizujućeg ili nejonizujućeg)
- 4) štetnosti koje proističu iz psihičkih i psihofizioloških napora koji se uzročno vezuju za radno mesto- nefiziološki položaj tela.

U toku procesa zavarivanja javljaju se svetlosni, infracrveni i ultraljubičasti zraci. Vidljiva svetlost je talasne dužine od 380 do 780 nm i ona je deo optičkog zračenja, a optičko zračenje je talasne dužine od 100 do 1000 nm i ono je deo elektromagnetnog zračenja, pored rentgenskog zračenja i radio talasa. Bela svetlost je mešavina različitih talasnih dužina, koje predstavljaju različite boje (ljubičasta, plava, zelena, žuta, crvena).

2. Analiza rizika i mere za smanjenje

Da bi se odredilo koji su rizici na pojedinim poslovima zavarivanja i koje se mere mogu preduzeti za smanjenje rizika neophodno je napraviti akt o proceni rizika u kome će se izvršiti procena rizika na radnim mestima i u radnoj okolini. Na sl. 1 prikazana je analiza rizika. Mere za sprečavanje, otklanjanje ili smanjenje rizika poslodavac utvrđuje polazeći od procenjenog rizika prema SRPS EN ISO 14121-1: Bezbednost mašina - Ocena rizika, jednom od metoda (Kinny metoda, Metoda 5 x 5, Singapurski model 3 x 3).

 Viteška tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu	Procedura br.: MIG01	
	Autor : dr Dušan Jevančič, dipl. inženjer	
Broj revizije:	Datum revizije:	Br. stranica: 2

UPOZORENJE! Mašine sme upotrebljavati samo sertifikovani zavarivači ili osobe u prisustvu stručnog osoblja !!!

Oprema/Marka:	MIG/MAG aparat za zavarivanje
Proizvođač/Model:	Kempu Fast MIG 250
Raspon upotrebe mašine:	mašine industrijska, profesionalna, hobi, kućna
Namena:	Zavarivanje topljenjem električnom u zatvorenoj atmosferi inertnih ili aktivnih gasova
Slika:	 izvor: https://www.kempu.com/

Potencijalne opasnosti
Električni udar, zračenja, mehaničke opasnosti, požar, buka, padanje, ispuštanje, eksplozija, toplotna, opasne materije (gasi, metalne pruge)

					
Opasnost od požara ili eksplozije	OPASNOŠĆ od električnog udara	OPASNOŠĆ zračenja	Opasnost od pada i udarca	Opasnost od električnog udara	Opasnost od eksplozivne atmosfere
☐	☐	☐	☐	☐	☐

					
Opasnost od udaraca	Opasnost od reza	Opasnost od pregrevanosti površina	OPASNOŠĆ od pokretne površine	OPASNOŠĆ od udaraka	Opasnost od padajućih predmeta
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Lična zaštitna oprema (LZO)

				
Obavezna zaštitna ruku	Obavezna zaštitna očala	Obavezna zaštitna pokrivenost lica	Obavezna zaštita glave	Obavezna zaštitna oprema ušima
Art. X B1	Art. B2	Art. B3	Art. B4	Art. B5
☐	☐	☐	☐	☐
				
Obavezna opremljena zaštitna obuća	Obavezna opremljena oprema	Obavezna opremljena oprema za rad u visini	Obavezna opremljena zaštitna oprema	Obavezna opremljena zaštitna oprema
☐	☐	☐	☐	☐
				
Opasnost od udaraka	Obavezna opremljena oprema za rad u visini	Obavezna opremljena oprema za rad u visini		
☐	☐	☐		

Slika 1. Analiza rizika

Opšte mere koje se utvrđuju za sprečavanje, otklanjanje ili smanjenje rizika su: održavanje u ispravnom stanju i vršenje pregleda i ispitivanja sredstava za rad, obezbeđivanje propisanih uslova za bezbedan i zdrav rad u radnoj okolini, osposobljavanje zaposlenih za bezbedan i zdrav rad, obezbeđivanje sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu, njihovo održavanje i ispitivanje, upućivanje zaposlenih na prethodne i periodične lekarske preglede u skladu sa ocenom službe medicine rada [9].

Posebne mere koje se koriste su: upotreba sistema za odsisavanja, prilagođavanju parametara zavarivanja, zamena tehnologije zavarivanja (potrošni materijal, postupak zavarivanja).

Kod zavarivačkih radova upotreba lične zaštitne opreme je propisana. Lična zaštitna oprema zavarivača su:

- za oči (zaštitna maska) prema SRPS EN 169: Lična zaštita očiju - Filtri za zavarivanje i srodne tehnike,
- za glavu (naglavna maska i zaštitna kaciga) prema SRPS EN 175: Lična zaštita - Oprema za zaštitu očiju i lica tokom zavarivanja i srodnih postupaka,
- za disanje (respiratori),
- za uši (ušni čepovi, antifoni),
- za ruke (različite rukavice) prema SRPS EN 12477: Zaštitne rukavice za zavarivače,
- za telo (različite vrste odeće, kožne kecelje) prema SRPS EN ISO 11611: Zaštitna odeća koja se upotrebljava prilikom zavarivanja i srodnih procesa,
- za noge i stopala (kamašne, cipele sa ojačanjima),

3. Uslovi i analiza rezultata eksperimenta

Eksperiment je rađen na MAG Migatronic 350 V aparatu za zavarivanje (sl. 2). Kao osnovni material upotrebljen je čelik S235 JRG2 (SRPS EN 10025/03) dimenzije: $\varnothing 8 \times 40 \times 250$ mm. Potrošni material je žica prečnika 1,2 mm. Spoj je ugaoni- FW u položaju- PB, dok je vrsta struje DC+. Korišćen je zaštitni gas CO₂ (oznaka C1 prema EN ISO 14175: Potošni materijali za zavarivanje- gasovi i gasne mešavine za zavarivanje topljenjem i srodne postupke) protoka 12 l/min.



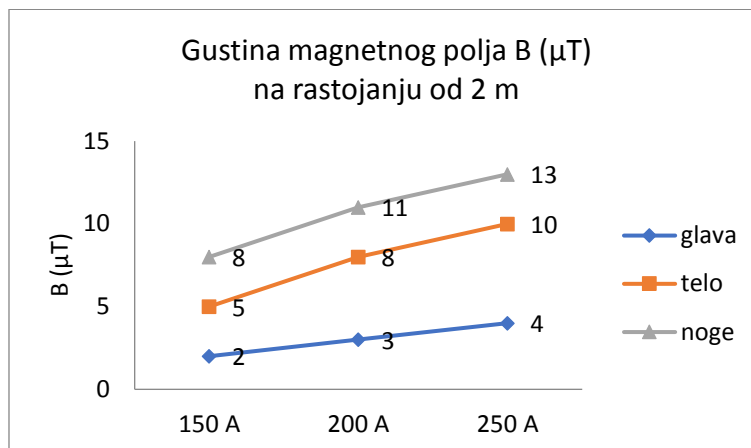
Slika 2. MAG aparat za zavarivanje

Kao merni instrument korišćen je merač elektro magnetnog zračenja EMF-828 EMF TESTER. U tabeli 1 prikazane su jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1 m i 2 m od aparata za zavarivanje.

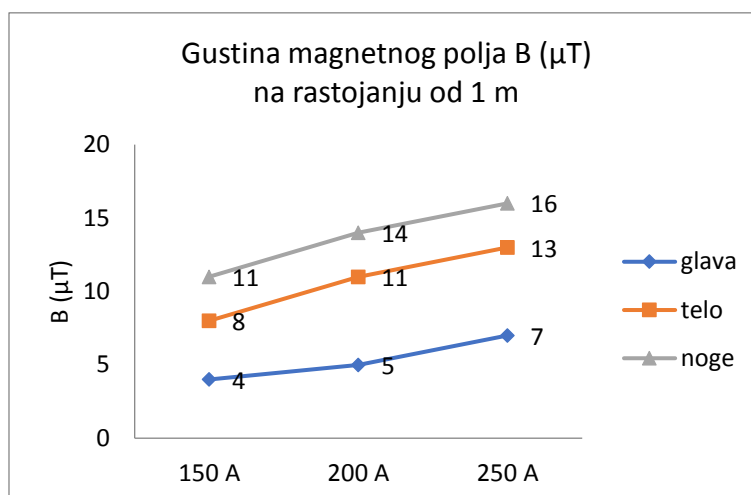
Tabela 1: Gustina magnetnog polja B (μT)

Parametri zavarivanja		Deo tela	Gustina magnetnog polja B (μT)	
Jačina struje I (A)	Napon U (V)		Rastojanje 1 m	Rastojanje 2 m
150	21.5	glava	4	2
		telo	8	5
		noge	11	8
200	24	glava	5	3
		telo	11	8
		noge	14	11
250	26,5	glava	7	4
		telo	13	10
		noge	16	13

Na sl. 3 i sl. 4 su prikazane promene gustine magnetnog polja B (μT) na udaljenosti od 1 m i 2 m od aparata za zavarivanje za pojedine delove tela.



Slika 3. Promena gustine magnetnog polja B na udaljenosti od 2 m za pojedine delove tela



Slika 4. Promena gustine magnetnog polja B na udaljenosti od 1 m za pojedine delove tela

Zaključak

Na osnovu svega navedenog možemo zaključiti da sva zračenja koja se javljaju u procesu zavarivanja mogu izazvati štetne posledice po bezbednost i zdravlje zavarivača. Svetlosno, infracrveno i ultraljubičasto zračenje se može sprečiti i uspešno otkloniti njihov štetan uticaj korišćenjem adekvatne lične zaštitne opreme.

Što se tiče elektromagnetnog zračenja uočljivo je da je ono kod MAG zavarivanja veće od normalnog nivoa (oko $0,5 \mu\text{T}$) ali

elektromagnetna polja padaju brzo (obrnuto proporcionalno) sa udaljenošću od izvora.

Takođe je uočljivo da je jačina elektromagnetnog polja oko 3 puta veća na nogama zavarivača u odnosu na glavu, koja je i najosetljivija na elektromagnetna zračenja, odnosno centralni nervni sistem.

Upoređujući postupke zavarivanja primetno je da je elektromagnetno zračenje veće kod MIG/MAG postupka u odnosu na REL postupak zavarivanja.

LITERATURA

- [1] www.osha.gov- Occupational Safety and Health Administration
- [2] *Pravilnik o bezbednosti mašina* ("Sl. glasnik RS", br. 13/2010)
- [3] *Machinery Directive* 2006/42/EC 1/3
- [4] *Pravilnik o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona*, Sl.glasnik RS 13/2010
- [5] Jones AL, Oatway WB, Hughes JS, Simmonds JR. *Review of trends in the UK population dose*. J Radiol Prot 2007; 27(4):381-90.
- [6] Jovica Jovanović, Boris Đinđić, Dušan Sokolović, Dejan Krstić, Dejan Petković, Petar Babović and Ivana Marković - *The damaging effects of exposure to extremely low frequencies of electromagnetic fields*, Acta Medica Medianae 2010, Vol.49(1)
- [7] EN 60974-1:2012- *Arc welding equipment. Welding power sources*
- [8] *Pravilnik o obezbeđivanju oznaka za bezbednost i zdravlje na radu*, "Sl. glasnik RS", br. 95/2010
- [9] *Uputstvo o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini* (Sl. glasnik RS, br. 72/2006 od 29.08.2006. godine i 84/2006 od 02.10.2006.godine-ispr.)
- [10] *Pravilnik o proceni rizika*, Službeni glasnik RS, br. 72/2006
- [11] EN 60974-10:2008 *Arc-welding equipment - Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

Dr Dušan Malić ²¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Smanjenje rizika pojave stanja "u otkazu" tehničkog sistema primenom razvijenog softvera za menadžment podmazivanja

Reducing the risk of "failure" of technical systems using developed software for management of lubrication

Rezime:

U radu je predstavljen softver kreiran za menadžment podmazivanja sastavnih elemenata tehničkih sistema. Dat je model baze podataka razvijenog softvera, kao i svi raspoloživi meniji softvera. Kreirani softver predstavlja alat za lakše, efektivnije i efikasnije planiranje i upravljanje aktivnostima podmazivanja, upravljanje ljudskim resursima i praćenje svih potrebnih vrsta i količina maziva za podmazivanje.

Ključne reči: Inženjerstvo, menadžment, održavanje, podmazivanje, softver.

Abstract:

The paper presents the software created for the management of the lubrication the component elements of the technical systems. A database model of the developed software is provided, as well as all available software menus. Created software is a tool for easier, more effective and efficient planning and management of lubrication, management of human resource and monitoring of all required types and quantities of lubricants for lubrication.

Keywords: Engineering, management, maintenance, lubricating, software.

Uvod

Proizvodna organizacija je sistem koji predstavlja deo šireg sistema društva, a organizacija kao oblik uređenosti odnosa između elemenata tog sistema nastala je sa industrijskim načinom proizvodnje.

Elementi koji čine proizvodnu organizaciju kao sistem su, pre svega, čovek, predmet rada i sredstva rada. Pored ovih klasičnih elemenata proizvodnog sistema, moramo uključiti i informacije kao nezamenljiv medijum u savremenim industrijskim organizacijama pomoću kojih se vrši upravljanje procesima.

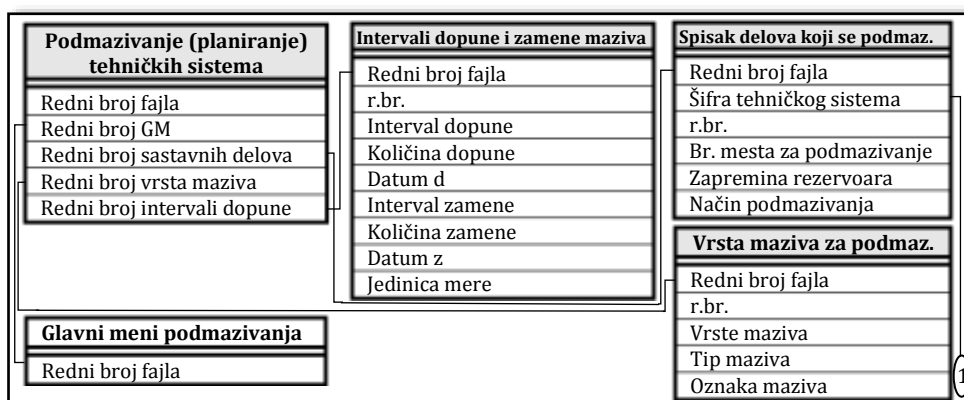
Rizik od pojave stanja „u otkazu“ kod tehničkog sistema se može umanjiti sprečavanjem i kontrolom. U proizvodnom sistemu sprečavanje nastanka stanja „u otkazu“ tehničkog sistema najpoželjnije je sredstvo za upravljanje rizikom kod pojave stanja „u otkazu“ jer ako se mogućnost

²¹ dušan.malic@outlook.com

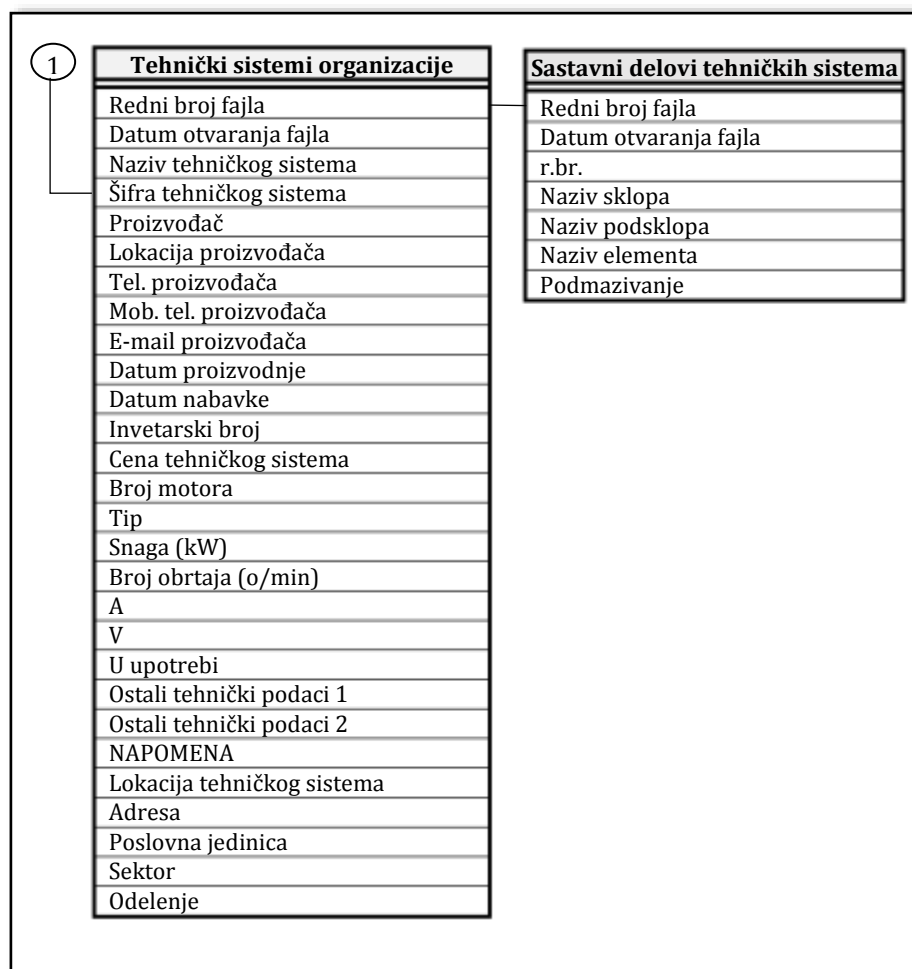
gubitka potpuno eliminiše, eliminisao bi se i rizik, dok se umanjeње rizika kontrolom može realizovati primenom zakona velikih brojeva. Menadžment podmazivanja tehničkih sistema, tj. sastavnih elemenata istih ima jako veliku važnost u smanjenju rizika pojave stanja „u otkazu“ tehničkog sistema i uspešan rad proizvodno poslovnog sistema u globalu.

1. Model baze podataka razvijenog softvera za menadžment podmazivanja tehničkih sistema

Podmazivanje je deo procesa brige o tehničkom sistemu. Menadžment podmazivanja tehničkog sistema, možda liči zastrašujuće, ali upotrebom računara i adekvatnog softvera za planiranje i upravljanje aktivnostima podmazivanja sastavnih delova tehničkog sistema, iste se mogu realizovati vrlo kvalitetno što će za posledicu imati povećanje efikasnosti, bezbednosti i profitabilnosti proizvodne organizacije. Grafički prikaz modela baze podataka za menadžment podmazivanja tehničkih sistema kreiranog softvera predstavljen je na slici 1-a i slici 1-b [5].



Slika 1-a. Model baze podataka za menadžment podmazivanja tehničkih sistema



Slika 1-b. Model baze podataka za menadžment podmazivanja tehničkih sistema

2. Prikaz menija razvijenog softvera za menadžment podmazivanja tehničkih sistema

Ova baza podataka preuzima podatke iz operativne baze podataka i potom kreira za svaki registrovani tehnički sistem u proizvodnom sistemu, listing sastavnih delova koji se podmazuju, kao i opciju za način podmazivanja koji ćemo primeniti, zapreminu rezervoara maziva i broj mesta za podmazivanje. Iz operativne baze podataka ova baza podataka preuzima i osnovne informacije o lokaciji tehničkog sistema u okviru proizvodnog sistema, kao i njegov naziv.

Na slici 2. je dat glavni meni razvijenog softvera, a na slici 3. je dat meni za unos podataka o sastavnim delovima tehničkih sistema koji se podmazuju [5].



Slika 2. Glavni meni baze podataka

Glavni meni

Spisak sastavnih delova tehničkog sistema koji se podmazuju

Redni broj fajla: 1 Datum otvaranja fajla: 27.03.10

Naziv tehničkog sistema: NC 3000 M333 Šifra tehničkog sistema: NC-M-333

Lokacija tehničkog sistema: Zrenjanin Adresa: Slavka Munčarsa 43/A

Poslojna jedinica: proizvodnja Sektora: A Odeljenje: A3

Novi fajl (F1)
Dupliraj fajl (F2)
Obriši fajl (F3)
Stampa fajala (F4)
Pretraga baze podataka
Izlaz iz moda pretrage
Izveštaji

r.br.	Naziv sklopa	Podmazivanje
1	sklop 1	
	Naziv podsklopa	
	podsklop 1-1	
	Naziv elementa	
	element 1-1-1	da
2	sklop 1	
	Naziv podsklopa	
	podsklop 1-1	
	Naziv elementa	
	element 1-1-2	da
3	sklop 1	
	Naziv podsklopa	
	podsklop 1-1	
	Naziv elementa	
	element 1-1-3	ne
4	sklop 1	
	Naziv podsklopa	
	podsklop 1-2	
	Naziv elementa	
	element 1-2-1	da
5	sklop 2	
	Naziv podsklopa	
	podsklop 2-1	
	Naziv elementa	
	element 2-1-1	da
6	sklop 3	

r.br.	Br. mesta za podmazivanje
1	12-1
	Zapremina rezervoara /cm3/
	1
	Način podmazivanja
	ručno
2	12-2
	Zapremina rezervoara /cm3/
	10
	Način podmazivanja
	ručno
3	-
	Zapremina rezervoara /cm3/
	0
	Način podmazivanja
	-
4	12-3
	Zapremina rezervoara /cm3/
	13
	Način podmazivanja
	automatski
5	12-5
	Zapremina rezervoara /cm3/
	12
	Način podmazivanja
	ručno
6	-

Slika 3. Meni za unos podataka o sastavnim delovima tehničkih sistema koji se podmazuju

Mogućnost evidentiranja tipa maziva, vrste maziva i oznake maziva za svaki element tehničkog sistema koji se podmazuje omogućen nam je u meniju koji je predstavljen slikom 4 [5].

Evidentiranje intervala dopune sa količinom dopune maziva, intervala zamene sa količinom zamene maziva, datumom dopune mazivom i datumom zamene maziva za svaki element tehničkog sistema koji se podmazuje omogućeno nam je putem menija koji je predstavljen slikom 5 [5].

Proračun godišnjeg broja intervala dopune mazivom, godišnje potrebne količine dopune maziva, godišnji broj intervala zamene maziva, godišnje potrebne količine zamene maziva i ukupne godišnje potrebne količine maziva za svaki element tehničkog sistema koji se podmazuje dat je u meniju predstavljenom na slici 6 [5].

Vrste maziva za podmazivanje sastavnih delova tehničkog sistema

Glavni meni

Redni broj fajla: 1 Datum otvaranja fajla: 27.03.10

Naziv tehničkog sistema: NC stroj M333 Šifra tehničkog sistema: NC-M-333

Lokacija tehničkog sistema: Zrenjanin Adresa: Slavka Munčana 45/A

Poslovna jedinica: proizvodnja spojnice Sektor: A Odeljenje: A5

Novi fajl (F1)
Dupliraj fajl (F2)
Obriši fajl (F3)
Štampa fajala (F4)
Pretraga baze podataka
Izlaz iz moda pretrage
Izveštaji

r.br.	Naziv sklopa	r.br.	Vrsta maziva
1	sklop 1	1	mast
	Naziv podsklopa		Tip maziva
	podsklop 1-1		grafitna
	Naziv elementa		Oznaka maziva
	element 1-1-1		15-A-15
	Podmazivanje		
	da		
2	sklop 1	2	mast
	Naziv podsklopa		Tip maziva
	podsklop 1-1		grafitna
	Naziv elementa		Oznaka maziva
	element 1-1-2		15-A-15
	Podmazivanje		
	da		
3	sklop 1	3	
	Naziv podsklopa		Tip maziva
	podsklop 1-1		
	Naziv elementa		Oznaka maziva
	element 1-1-3		
	Podmazivanje		
	ne		
4	sklop 1	4	mast
	Naziv podsklopa		Tip maziva
	podsklop 1-2		mašinska
	Naziv elementa		Oznaka maziva
	element 1-2-1		25-S-A-55
	Podmazivanje		
	da		
5	sklop 2	5	ulje
	Naziv podsklopa		Tip maziva
	podsklop 2-1		polusintetičko
	Naziv elementa		Oznaka maziva
	element 2-1-1		10-40W
	Podmazivanje		
	da		

Slika 4. Meni za unos podataka o vrstama maziva za podmazivanje sastavnih delova tehničkih sistema

File Edit View Create Browse Window Help

Glavni meni

Intervali dopune i zamene maziva sastavnih delova tehničkog sistema

Redni broj fajla: 1 Datum otvaranja fajla: 27.03.10

Naziv tehničkog sistema: NC stroj M333 Sifra tehničkog sistema: NC-M-333

Lokacija tehničkog sistema: Zrečanić Adresa: Slavka Muncana 45/A

Poslovnna jedinica: Sektor: A Odeljenje: A3

Novi fajl (F1)
Dupliraj fajl (F2)
Obrisi fajl (F3)
Stampa fajala (F4)
Pretraga baze podataka
Izlaz iz moda pretrage
Izveštaji

r.br.	Naziv sklopa	Interval dopune /dan/	Količina dopune	r.br.
1 sklop 1	Naziv podsklopa	Interval zamene /dan/	Količina zamene	Jedinica mere
1.1	podsklop 1.1	Datum d Datum dopune	Datum z Datum zamene	grama
Naziv elementa	Podmazivanje	10-10-10	24-11-10	10-10-10
element 1-1-1	da			15-01-11
2 sklop 1	Naziv podsklopa	Interval zamene /dan/	Količina zamene	Jedinica mere
1.1	podsklop 1-1	Datum d Datum dopune	Datum z Datum zamene	grama
Naziv elementa	Podmazivanje	15-02-11	14-06-11	15-02-11
element 1-1-2	da			14-07-11
3 sklop 1	Naziv podsklopa	Interval zamene /dan/	Količina zamene	Jedinica mere
1.1	podsklop 1-1	Datum d Datum dopune	Datum z Datum zamene	grama
Naziv elementa	Podmazivanje	0	0	0
element 1-1-3	ne			16-01-01
4 sklop 1	Naziv podsklopa	Interval zamene /dan/	Količina zamene	Jedinica mere
1.2	podsklop 1-2	Datum d Datum dopune	Datum z Datum zamene	grama
Naziv elementa	Podmazivanje	01-06-11	01-07-11	01-06-11
element 1-2-1	da			31-07-11
5 sklop 2	Naziv podsklopa	Interval zamene /dan/	Količina zamene	Jedinica mere
2.1	podsklop 2-1	Datum d Datum dopune	Datum z Datum zamene	mililitara
Naziv elementa	Podmazivanje	03-11-11	11-02-12	03-11-11
element 2-1-1	da			12-03-12

Slika 5. Meni za unos podataka o intervalima dopune i zamene maziva za podmazivanje sastavnih delova tehničkih sistema

File Edit View Create Browse Window Help

Glavni meni

Godišnja potrošnja maziva za podmazivanje sastavnih delova tehničkog sistema

Redni broj fajla: 1 Datum otvaranja fajla: 27.03.10

Naziv tehničkog sistema: NC stroj M333 Sifra tehničkog sistema: NC-M-333

Lokacija tehničkog sistema: Zrečanić Adresa: Slavka Muncana 45/A

Poslovnna jedinica: Sektor: A Odeljenje: A3

Novi fajl (F1)
Dupliraj fajl (F2)
Obrisi fajl (F3)
Stampa fajala (F4)
Pretraga baze podataka
Izlaz iz moda pretrage
Izveštaji

r.br.	Naziv sklopa	Jedinica mere	Godišnja suma
1 sklop 1	Naziv podsklopa	Godišnji br. intervala dopune	God. potrebna količina dopune
1.1	podsklop 1.1	Godišnji br. intervala zamene	God. potrebna količina zamene
Naziv elementa	Podmazivanje	3.65	36.5
element 1-1-1	da		
2 sklop 1	Naziv podsklopa	Godišnji br. intervala dopune	God. potrebna količina dopune
1.1	podsklop 1-1	Godišnji br. intervala zamene	God. potrebna količina zamene
Naziv elementa	Podmazivanje	6.08333333333333	304.166666666667
element 1-1-2	da		
3 sklop 1	Naziv podsklopa	Godišnji br. intervala dopune	God. potrebna količina dopune
1.1	podsklop 1-1	Godišnji br. intervala zamene	God. potrebna količina zamene
Naziv elementa	Podmazivanje	0	0
element 1-1-3	ne		
4 sklop 1	Naziv podsklopa	Godišnji br. intervala dopune	God. potrebna količina dopune
1.2	podsklop 1-2	Godišnji br. intervala zamene	God. potrebna količina zamene
Naziv elementa	Podmazivanje	12.1666666666667	121.666666666667
element 1-2-1	da		
5 sklop 2	Naziv podsklopa	Godišnji br. intervala dopune	God. potrebna količina dopune
2.1	podsklop 2-1	Godišnji br. intervala zamene	God. potrebna količina zamene
Naziv elementa	Podmazivanje	2.80769230769231	140.384615384615
element 2-1-1	da		
6 sklop 2	Naziv podsklopa	Godišnji br. intervala dopune	God. potrebna količina dopune
		0	0

Slika 6. Meni proračuna godišnje potrošnje maziva za podmazivanje sastavnih delova tehničkih sistema

Zaključak

Svi tehnički sistemi koji se koriste u proizvodnji imaju sastavne elemente koje moramo podmazivati određenim mazivima u određenim vremenskim intervalima. Razvijeni softvera za menadžment podmazivanja tehničkih sistema omogućava nam da definišemo koje se sve vrste maziva koriste za koji sastavni deo tehničkog sistema u proizvodnom sistemu, definišemo intervale dopune i zamene maziva na istim i proračunamo potrebne godišnje količine maziva za podmazivanje.

Softver je fleksibilan za planiranje potrebnih aktivnosti podmazivanja sastavnih elementa raspoloživih tehničkih sistema, upravljanje aktivnostima podmazivanja i praćenje ostvarenih učinaka podmazivanja. Posebno se težilo razvojem softvera da on bude lak za upotrebu, tj. da nam za njegovu potpunu eksploataciju ne trebaju samo vrhunski stručnjaci informatičkih tehnologija, kao i da se njegovom eksploatacijom ne pretvore radnici održavaoci u administrativne radnike.

LITERATURA

- [1] Adamović, Ž. (1998). *Tehnologija održavanja*. Zrenjanin: Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu.
- [2] Adamović, Ž. i Golubović, D. (2000). *Totalno održavanje tehničkih sistema*. Beograd: Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet "M. Pupin" u Zrenjaninu i DP "Pronalazaštvo" Beograd.
- [3] Cvijanović, J. (2004). *Organizazione promene*. Beograd: Ekonomski institut.
- [4] Malić, D., Adamović, Ž., Meza, S., Stojiljković, P., i Spasić, D. (2016). *Menadžment rizika u proizvodno-poslovnim sistemima*. Beograd: Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije.
- [5] Malić, D. (2012). *Mogućnost unapređenja efikasnosti funkcije održavanja primenom lean koncepta – pristupa četvrte generacije sistema održavanja*. Doktorska disertacija. Univerzitet "Union - Nikola Tesla" Beograd, Fakultet za menadžment Sremski Karlovci.
- [6] Pantelić, T. (1995). *Industrijska logistika*. Kruševac: ICIM-Istraživački centar za industrijski menadžment, Viša tehnička škola za industrijski menadžment Kruševac.
- [7] Regodić, D.B. (2011). *Tehnički sistemi*. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- [8] Levi Jakšić, M., Marinković, S. i Petković, J. (2012). *Menadžment inovacija i tehnološkog razvoja*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.

Dr Dušan Malić²²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Model baze podataka za menadžment preventivnog održavanja u funkciji reinženjeringa istog

Model of data base for the management of preventive maintenance in the function of reengineering the same

Rezime:

Informacioni sistemi za upravljanje održavanjem funkcionišu danas na multi platformama, korišćenjem main-frame, klijent/server ili brouzer tipa aplikacija. Pošto neki moćni paketi mogu biti pokrenuti i pomoću samo jednog PC računara ili umreženog PC-a bez podrške servera, učinjeno je da linija jaza između malih i velikih softverskih sistema danas bude zamagljena. Softveri se danas, uglavnom, kreiraju na modularnom principu. U tim slučajevima možemo se posvetiti kreiranju onih modula koji nam najviše trebaju u početku rada računarskog sistema za menadžment održavanja. U ovom radu je predstavljena baza podataka za modul preventivnog održavanja.

Ključne reči: Inženjerstvo, menadžment, preventivno održavanje, softver.

Abstract:

Maintenance management information systems work today on multi platforms, using a main-frame, a client / server, or a browser-type application. Since some powerful packages can be started with only one PC or networked PC without the support of the server, the gap between the small and large software systems has been blurred today. Today, software is mainly created on a modular basis. In these cases, we can devote ourselves to creating those modules that we need most in the beginning of the maintenance management computer system. In this paper is presented a database for the preventive maintenance module.

Keywords: Engineering, management, preventive maintenance, software.

Uvod

Ispravno funkcionisanje i raspoloživost tehničkih sistema, zahteva primenu odgovarajuće menadžment strategije koja se bazira na primeni novih metoda i principa rada u procesu održavanja.

U takvom kontekstu, značajnu, ako ne i presudnu ulogu, treba da obavi funkcija održavanja tehničkih sistema – sredstava za rad, u svim njenim oblicima, a koji obuhvataju monitoring sredstava za rad i preventivno održavanje [1]. Terminiranje preventivnog održavanja treba da bude fleksibilno, tj. treba da je omogućeno da se za svaki tehnički sistem može izvršiti definisanje posebnog profila koji može

²² dušan.malic@outlook.com

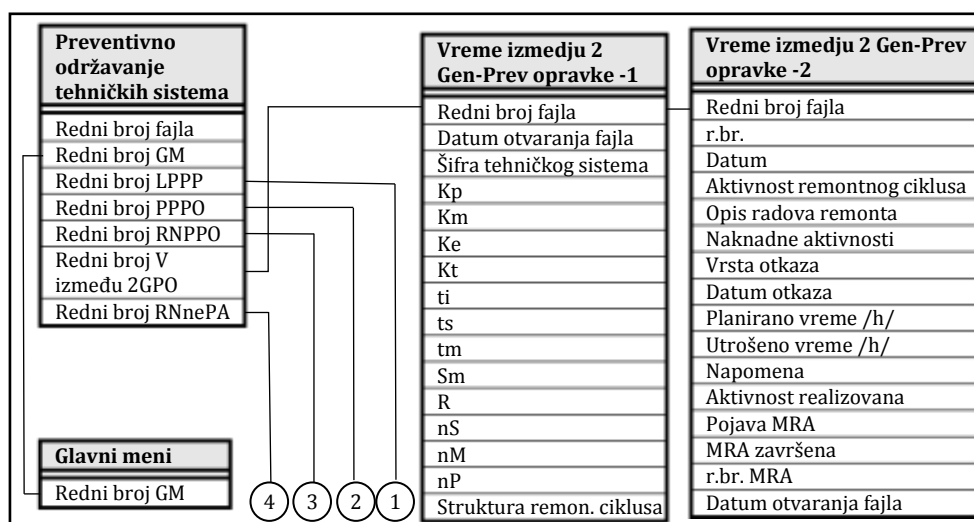
sadržati podatke o različitim terminima (periodima) opravki, potrebnom stručnom kadru, potrebnim procedurama, procenjenim potrebnim vremenima za opravkama, termine kada je tehnički sistem dostupan, itd.

1. Model baze podataka razvijenog softvera za menadžment preventivnog održavanja

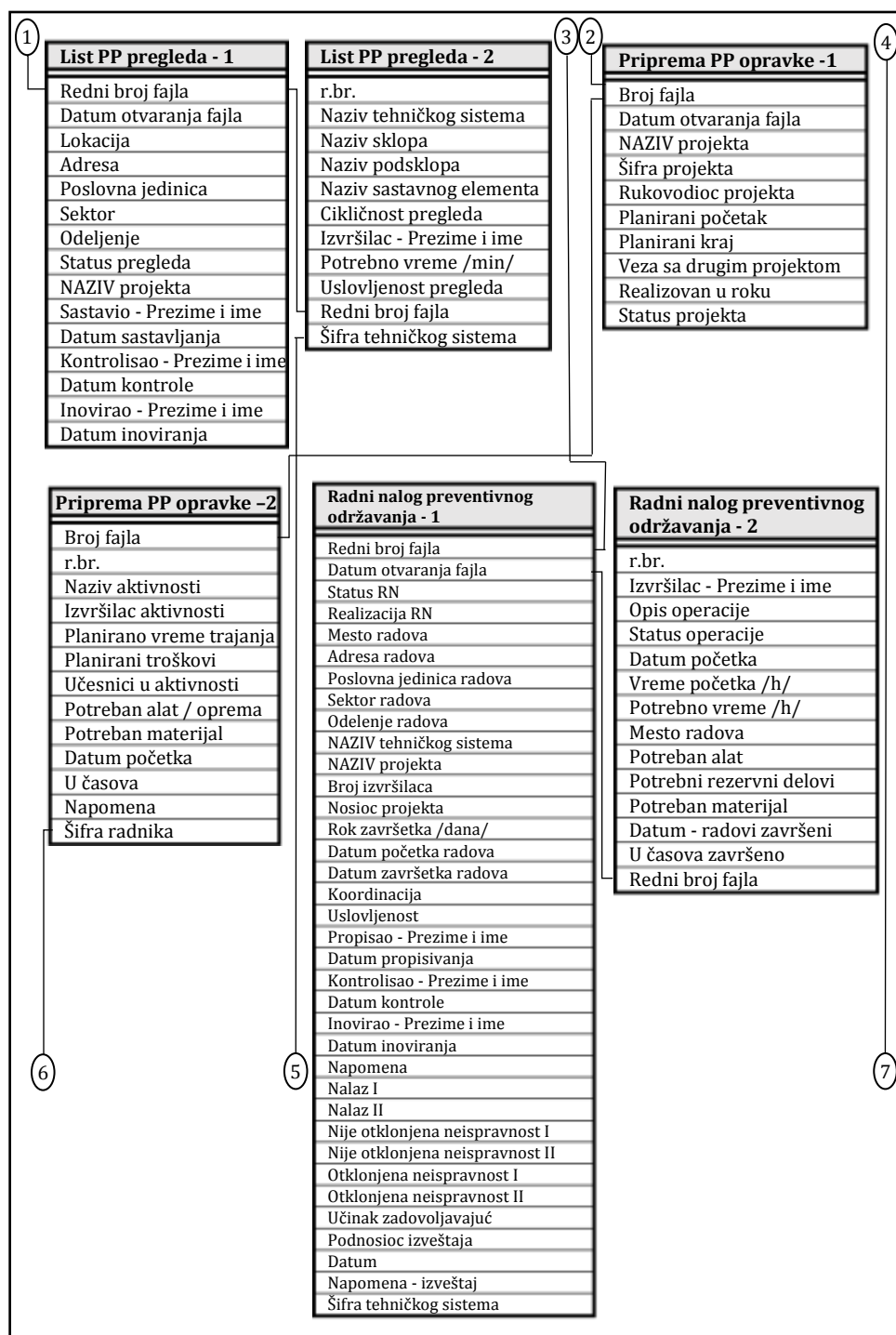
Preventivno održavanje pretpostavlja da se verovatnoća otkaza može statistički utvrditi za svaki pojedinačni tehnički sistem i njegovu/e komponentu, kao i da se komponente mogu zameniti, a podešavanja mogu izvršiti u adekvatnom vremenu, kako bi se izvršilo onemogućavanje pojave stanja „u otkazu“ tehničkog sistema.

U težnji da se bude uspešan u današnjim uslovima proizvodnje, neplanirane opravke moraju postati stvar prošlosti. Nema boljeg načina da se ovo ostvari od posedovanja dobrog programa preventivnog održavanja podržanog sa računarom.

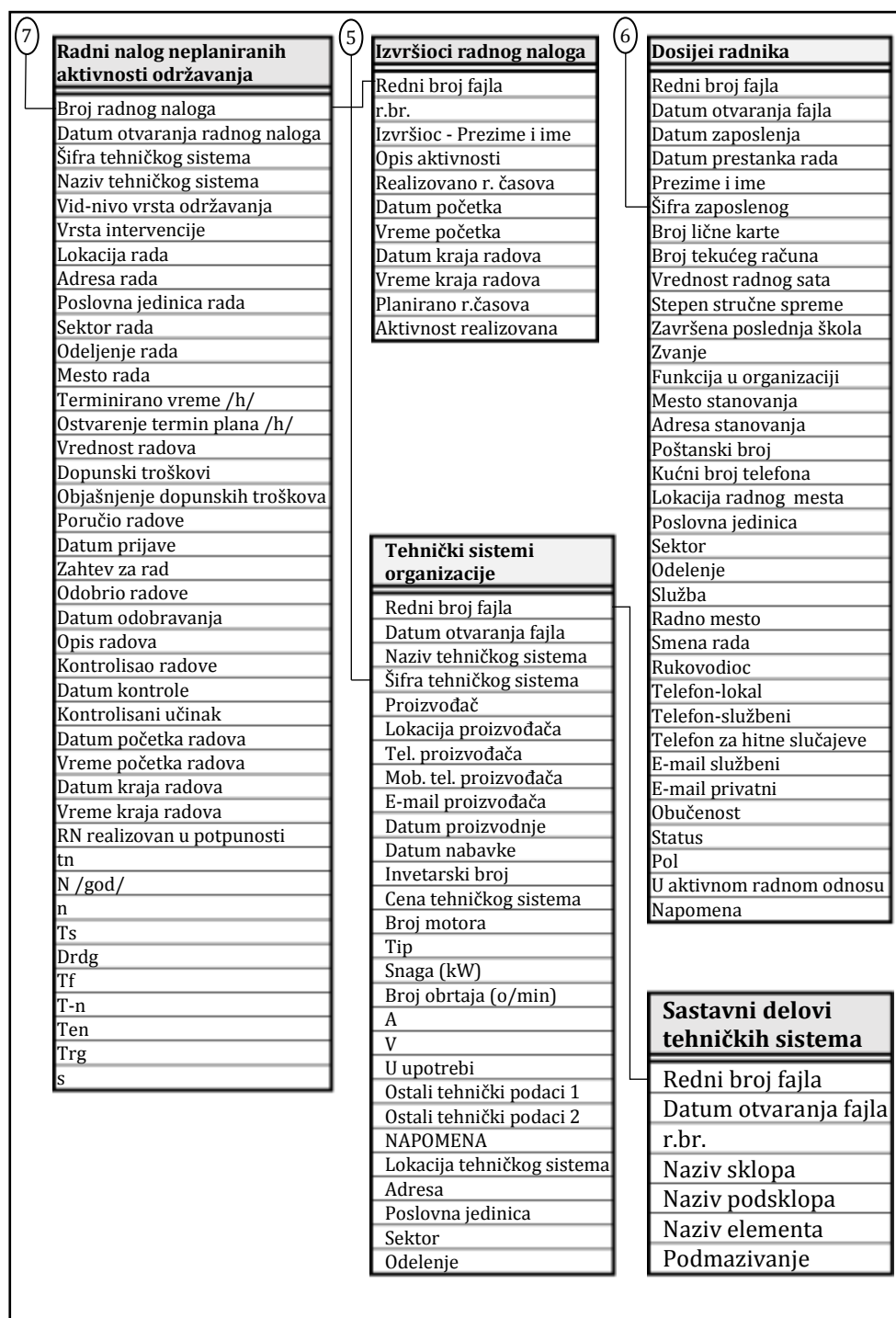
Grafički prikaz modela baze podataka za menadžment preventivnog održavanja kreiranog softvera predstavljen je na slici 1, slici 2 i slici 3 [4].



Slika 1. Model baze podataka za menadžment preventivnog održavanja – 1. deo



Slika 2. Model baze podataka za menadžment preventivnog održavanja – 2. deo



Slika 3. Model baze podataka za menadžment preventivnog održavanja – 3. deo

Uz tehnološke postupke, razradu poslova i dokumentacije, neophodno je da se odredi i koji su nam rezervni delovi i materijali potrebni za opravku, potreban broj radnika, njihova stručnost, potrebni sati za izradu i planirani troškovi. Realizaciju navedenog nam omogućava meni „Priprema preventivne periodične opravke“. Znači, da bi smo izvršili analizu resursa moramo prvo specificirati koji su nam resursi na raspolaganju.

Izvođač radova, često koristi i podatke iz lista preventivnih periodičnih pregleda kojim se podseća (daje mu se u zadatak) šta treba da uradi, a sada raspolaže detaljnim opisom svake operacije pregleda. Meni „List preventivno periodičnih pregleda“ se sastoji od podataka lokacije tehničkog sistema i njegovih funkcionalnih celina sa cikličnošću i uslovljenošću njihovog pregleda od strane održavaoca.

Osnovni nosilac informacija, o procesu sprovođenja preventivnih periodičnih pregleda, je radni nalog istih. Pomoću njega računar može da prati statuse svih radnih naloga preventivnih periodičnih pregleda, da nam ukaže koji pregledi nisu počeli, koji su u toku i koji su se završili. Takođe, pruža nam monitoring za uvid sprovođenja svake radne operacije radnog naloga, potreban alat, materijal i rezervni delovi za svaku operaciju, kao i informaciju statusa operacije (nije početa njena realizacija, u toku je ili je završena). Takođe, računar preko ovog menija prati i učinak realizacije radnog naloga, u smislu da li je projekta završen zadovoljavajuće pre roka, u roku ili sa prekoračenjem definisanog perioda vršenja radova. Sve navedeno nam omogućava meni za unos podataka „Radni nalog preventivnog održavanja“.

Automatski po otvaranju radnog naloga računar sam otvara pod istim rednim brojem, kao što je to kod radnog naloga, izveštaj o učinku za radni nalog preventivnog održavanja, u koji, podatke vezane za izveštaj o neispravnosti i učinku preventivno periodičnih radova, specijalista za pregled može da unese u računar.

Prilikom evidentiranja svakog novog tehničkog sistema (kao i već postojećih) u organizaciji, računar za svaki od njih automatski kreira i meni za proračun vremena između dve generalne preventivne opravke. Osnovne podatke o svakom tehničkom sistemu uzima iz operativne baze podataka i omogućava nam da sada samo unesemo potrebne koeficijente na osnovu kojih će biti izvršen proračun. Pošto nam računar izračuna međuremontni period, možemo definisati strukturu remontnog ciklusa. Znači, stvaramo plan koji će nas opominjati kada da počnemo sa realizacijom preventivnih opravki i omogućiće nam i da evidentiramo

rezultat njihovog učinka. Takođe, kao u prethodno opisanom podsistemu organizacije preventivnog održavanja, računar sam za svaki evidentirani tehnički sistem u operativnoj bazi podataka kreira listu strukture remontnog ciklusa i popunjava je sa osnovnim podacima o kom je tehničkom sistemu reč i gde se nalazi. Nekađ se može desiti neplanirana pojava stanja „u otkazu“ tehničkog sistema i u međuremontnom periodu. Zbog toga računar omogućava i kreiranje, po potrebi, radnog naloga neplaniranih aktivnosti održavanja. Ovaj tip radnog naloga nam je osnovni dokument kojim spajamo planirane i neplanirane poslove sa mestima troškova, kako onog ko plaća i opremu za koju se troši, tako i za onog ko izvršava postavljene zadatke. On nosi informacije o tome ko je poručio radove, ko je odobrio iste i ko je na kraju izvršio kontrolu uspešnosti njihove realizacije. Takođe, radni nalog neplaniranih aktivnosti održavanja tehničkih sistema nosi informacije o mestu izvođenja radova, vrednostima radova i ostvarenom trošku. Sada možemo veoma lako pratiti vršenje svih neplaniranih aktivnosti radova na svim tehničkim sistemima, imati uvid koje su akcije preduzete i koliko nam je radnih časova bilo potrebno da ih otklonimo, da bi smo lakše znali koliki su nam neplanirani troškovi.

Prilikom kreiranja svakog novog radnog naloga neplaniranih aktivnosti održavanja, računar sam kreira i dva podnaloga, a to su:

- podnalog za proračun potrebnog broja radnih mesta i broja radnika za opravku tehničkog sistema, kao i
- podnalog izvršioca radnog naloga neplaniranih aktivnosti održavanja koji je orjentisan ka izvođačima posla.

Oba podnaloga preuzimaju osnovne informacije iz radnog naloga neplaniranih aktivnosti održavanja o njegovom broju, nazivu i lokaciji tehničkog sistema, dok ostale podatke sami unosimo i time omogućavamo lakšu realizaciju istog.

2. Prikaz nekoliko menija razvijenog softvera za menadžment preventivnog održavanja

U ovom radu će biti predstavljena samo dva menija razvijenog softvera. Na slici 4. predstavljen je meni "Priprema preventivne periodične opravke", a na slici 5. predstavljen je meni "Izvršioci radnog naloga ne planiranih aktivnosti održavanja" [4].

File Edit View Create Browse Window Help

Glavni meni

Priprema preventivne periodične opravke

Novi fajl (F1)
Dupliraj fajl (F2)
Obriši fajl (F3)
Štampa fajala (F4)
Pretraga baze podataka
Izlaz iz moda pretrage
Izveštaji

Broj fajla: 1 Datum otvaranja fajla: 31-05-11

NAZIV projekta: Remont NC struga M333

Sifra projekta: A-GD-001 Rukovodilac projekta: Malić Dušan Planirani početak: 03-06-11 Planirani kraj: 10-06-11

Veza sa drugim projektom: ne

Suma planiranih troškova: 4,500.00 din

Šifra radnika	Izvršilac aktivnosti	Naziv aktivnosti	Planirano vreme trajanja /h/	Planirani troškovi	Učesnici u aktivnosti
1	125642152	Kokanović Aleksa	3	1,500.00 din	Malić Dušan, Petrović Dragana

Potrebni alat / oprema: Okasti ključevi 22-27, velika klešta, pokretna dizalica

Potrebni materijal: -

Datum početka: 03-06-11 U časova: 7:00 AM Datum završetka: 03-06-11

Napomena: Obratiti pažnju na bezbednosne uslove tokom rada.

Šifra radnika	Izvršilac aktivnosti	Naziv aktivnosti	Planirano vreme trajanja /h/	Planirani troškovi	Učesnici u aktivnosti
2	125642152	Kokanović Aleksa	3	3,000.00 din	Petrović Dragana

Potrebni alat / oprema: računar, kablovi za povezivanje po računara i komandne table

Potrebni materijal: adekvatan softver

Datum početka: 03-06-11 U časova: 10:30 AM Datum završetka: 03-06-11

Napomena: Po potrebi pozvati Gorana Šavića diplomiranog inženjera.

Slika 4. Meni za unos podataka za pripremu preventivne opravke

File Edit View Create Browse Window Help

Glavni meni

Izvršioi radnog naloga ne planiranih aktivnosti održavanja

Novi fajl (F1)
Dupliraj fajl (F2)
Obriši fajl (F3)
Štampa fajala (F4)
Pretraga baze podataka
Izlaz iz moda pretrage
Izveštaji

Broj radnog naloga: 1 Datum otvaranja radnog naloga: 31-05-11

Sifra tehničkog sistema: NC-M333 Naziv tehničkog sistema: NC struga M333

Vid-nivo vrsta održavanja: korektivno održavanje Vrsta intervencije: hitno

Lokacija rada: Zrenjanin Adresa rada: Slavka Muncana 45/A

Poslovna jedinica rada: proizvodnja spojica Sektor rada: A3 Odeljenje rada: A3

Ukupno planirano r. časova: 8 **Ukupno realizovano r. časova: 8**

Šifra radnika	Izvršilac - Prezime i ime	Opis aktivnosti	Datum početka	Vreme početka	Datum kraja radova	Vreme kraja radova	Planirano r. časova	Realizovano r. časova	Aktivnost realizovana
1	Petrović Dragana	Proba rada sistema1.1	31-05-11	7:00 AM	31-05-11	10:00 AM	3	3	DA
2	Kokanović Aleksa	Proba rada sistema1.2	31-05-11	10:00 AM	31-05-11	1:00 PM	3	3	DA
3	Samardžić Predrag	Proba rada sistema1.3	31-05-11	1:00 PM	31-05-11	1:00 PM	2	2	DA

Slika 5. Meni unosa podataka za listu izvršioca radnog naloga neplaniranih aktivnosti održavanja

Zaključak

U savremenim privrednim kretanjima, s pravom se može konstatovati da je osnovni zadatak menadžmenta preventivnog održavanja da inicira promene, planira ih, usmerava i institucionalizuje. Da bi u tome uspeo, menadžer preventivnog održavanja mora da integriše saradnike i usmeri ih ka ostvarivanju ciljeva. Menadžment preventivnog održavanja mora da ima strategiju razvoja, posebno u vršenju implementacije informatičkih tehnologija i maksimalnom korišćenju PC računara i odgovarajućih softvera koji se mogu koristiti u preventivnom održavanju. Za uspeh u promeni stanja u poslovnim sistemima, potrebno je problemu upravljačkih i organizacionih promena, kako materijalne proizvodnje tako i preventivnog održavanja tehničkih sredstava da pristupimo obazrivo i na drugačiji način od dosadašnjeg, tj. uz uvažavanje naučnih i stručnih postavki i dobrih iskustava drugih.

Predstavljena baza podataka može pomoći organizacijama da unaprede svoja poslovanja, ali ni jedan softver neće, uvek, u potpunosti raditi na način koji to korisnik očekuje, tako da će se morati tražiti kompromisi ili vršiti reprogramiranje softvera. Upotreba definisane baze podataka će verovatno postati kritična, kako sve više organizacija bude implementirala najbolju praksu za pobuđivanje kontinualnog unapređenja i razvoj ključnih indikatora performansi za merenje procesa. Podrška menadžmentu preventivnog održavanja i striktno definisani procesi aktivnosti preventivnog održavanja su od velikog značaja za uspeh preventivnog održavanja.

LITERATURA

- [1] Adamović, Ž. i Ilić, B. (2013). *Nauka o održavanju tehničkih sistema*. Novi Sad: Udruženje intelektualaca za razvoj nauke u Srbiji–“Srpski akademski centar”.
- [2] Adamović, Ž. i Golubović, D. (2000). *Totalno održavanje tehničkih sistema*. Beograd: Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet “M. Pupin” u Zrenjaninu i DP “Pronalazaštvo” Beograd.
- [3] Cvijanović, J. (2004). *Organizacija promene*. Beograd: Ekonomski institut.
- [4] Malić, D. (2012). *Mogućnost unapređenja efikasnosti funkcije održavanja primenom lean koncepta – pristupa četvrte generacije sistema održavanja*. Doktorska disertacija. Univerzitet “Union - Nikola Tesla” Beograd, Fakultet za menadžment Sremski Karlovci.

Dr Sanja Stanisavljev ²³

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

Dr Dejan Đorđević ²⁴

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

Dr Dragan Čočkalović ²⁵

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

Razvoj preduzetništva kod mladih – značaj i faktori uticaja

Development of entrepreneurship among young people - significance and impact factors

Rezime:

Autori u radu analiziraju značaj i neophodnost razvoja preduzetništva kod mladih, kao i faktore koji na to utiču. Konkurentna sposobnost i opstanak privrede danas u velikoj meri zavisi od prilagodljivosti velikih preduzeća konstantnim, brzim promenama na globalnom međunarodnom tržištu. Prednost imaju otvorenost, fleksibilnost, kreativnost, inovativnost, povezivanje velikih privrednih subjekata sa malim jer su upravo oni nosioci ovih karakteristika. Ključ uspeha i opstanka jeste prepoznati značaj preduzetništva, malih i srednjih preduzeća (MSP), podsticati njihov razvoj, potsticati i stimulirati studente i mlade da započnu sopstveni biznis.

Ključne reči: preduzetništvo, mladi, konkurentnost, mala i srednja preduzeća.

Abstract:

In this paper authors analyze the importance and necessity of the development of entrepreneurship among young people, as well as the factors that influence this. The competitiveness and survival of the economy today largely depends on the adaptability of large companies to constant, rapid changes in the global international market. Preference is given to openness, flexibility, creativity, innovation, linking large business entities with small ones, because they are precisely the bearers of these characteristics. The key to success and survival is to recognize the importance of entrepreneurship, small and medium-sized enterprises (SMEs), encourage their development, stimulate and stimulate students and young people to start their own business.

Keywords: entrepreneurship, youth, competitiveness, small and medium enterprises

Uvod

Današnje savremeno globalno tržište odlikuje dinamika, brojna konkurencija, brze i učestale promene, ali i velika nezaposlenost pogotovu kod mladih. Veliki broj mladih u potrazi je za zaposlenjem, a mali je broj onih koji se "usuđuju" da pokrenu i razvijaju sopstevi biznis. I pored prisutnih ideja preduzetništvo je i dalje nedovoljno razvijeno.

²³ sanja.stanisavljev@tfzr.rs

²⁴ dejan.djordjevic@tfzr.rs

²⁵ dragan.cockalo@tfzr.rs

Nedostaju pozitivna klima, podstacaj od strane države, brojni su problem sa kojima se suočavaju preduzetnici kao i faktori koji utiču na osnivanje i opstanak malih i srednjih preduzeća.

Strategije razvoja, brojni dokumenti, akti, odredbe ukazuju na neophodnost razvoja pozitivnog ambijenta za preduzetništvo uopšte, a posebno kod mladih. Ambijent gde će mladi ljudi biti stimulisani da započnu sopstveni biznis na žalost u praksi nije dovoljno razvijen u Srbiji. Neka od rešenja su obrazovanje, informisanje i podsticanje mladih da započnu i obavljaju sopstveni biznis.

Jedan od najvećih svetskih ekonomskih problema je nezaposlenost koja raste, a smanjenje je moguće otvaranjem nove mogućnosti za zapošljavanje i podsticanje pokretanje biznisa predstavljaju najizazovnijih ekonomski zadatak u budućnosti.

Na osnovu niza istraživanja potvrđeno je da je preduzetništvo ključni generator inovativnosti, zapošljavanja i ekonomskog razvoja [1].

Iz primera razvijenih zemalja možemo zaključiti da stvaranje ambijenta preduzetništva zahteva angažovanje svih učesnika, pogotovo države. Naime, država bi trebalo da je sistem u kome će svi elementi imati zajednički cilj vezan za preduzetnička ohrabrenja.

Veoma je važno obrazovati buduće preduzetnike, negovati preduzetnički potencijal, obezbediti adekvatan trening i razvoj, kao i informisanje mladih.

1. Mladi kao preduzetnici u Srbiji

Veliki problem sa kojim se Srbija suočava jeste visoka stopa nezaposlenosti, a grupa mladih posebno je pogođena ovim problemom. Zabrinjavajući je podatak Republičkog zavoda za statistiku da stopa nezaposlenosti u Srbiji za četvrti kvartal 2018. godine iznosi 47,4 %, a stopa nezaposlenosti mladih (15-24 godine) čak 32%.

Većina mladih u Srbiji nije motivisana da se bavi preduzetništvom i ne planira da ostvari svoju profesionalnu karijeru u toj oblasti. Svega 44% ispitanika studenata ispoljava težnju da nakon završetka fakulteta osnuje sopstveni biznis. [2].

Broj mladih koji žele i pokreću sopstveni biznis nije na zavidnom nivou. Brojna istraživanja govore o tome da mladima nedostaje podstrek, često znanje iz oblasti preduzetništva, informacije, podsticaj države, plaše se neuspeha, a takođe problem su i finansije. Veliki broj mladih ističe da nedostaje klima, sredina u kojoj će se oćećati sigurno i imati podstrek da svoje ideje realizuju i plasiraju na tržište.

U Republici Srbiji sprovedeno je više istraživanja u cilju dobijanja stavove mladih o preduzetništvu, započinjanju sopstvenog biznisa, razlozi za i protiv pokretanja biznisa. Ova istraživanja su veoma važna jer pokazuju određene propuste na strani države u oblasti obrazovanja, zakonodavstva i u radu institucija.

Prema istraživanju koje je imalo za cilj mapiranje prepreka za preduzetništvo mladih u Srbiji [3] pristup finansijama najvažnije je usko grlo za preduzetništvo mladih. Mladi se percipiraju kao izuzetno rizična kategorija, te su time van radara za većinu tradicionalnih finansijskih institucija. Sa druge strane, alternative za tradicionalno finansiranje, kao što su mikrofinansiranje i rizični kapital, još uvek su nedovoljno razvijene. Ključni element koji nedostaje jesu alternativni (ne-finansijski) mehanizmi koji bi povećali šanse za finansiranje iz postojećih izvora. Ovi mehanizmi mogli bi da uključuju obezbeđivanje mentorstva i podrške za mlade preduzetnike, koji bi pomogli da se ublaži rizična priroda novopokrenutih biznisa.

Rezultati istraživanje sprovedenog na teritoriji 16 gradova i opština u Srbiji [4] pokazali da anketiranim mladim-studentima privatni biznis predstavlja: rizik i neizvesnost (23.53%), mogućnosti (21,93%), zadovoljstvo(14.90%). Intervjuisani studenti se uglavnom slažu (44.90%) sa izjavom da je privatni biznis uspešniji od onog u drugim oblicima svojine i da su ljudi ovde još uvek ne znaju stvarni poslovne mogućnosti privatnih preduzeća (32.92%).

Većina mladih nema poverenja u banke i druge institucije koje nude finansijska sredstva za započinjanje biznisa, oni misle da start up krediti poslovnih banaka su preopterećeni sa visokim kamatnim stopama (80.38%) i da je dug proces za dobijanje sredstava (14.42%).

Mladi su izrazili nezadovoljstvo (78,70%) za ambijentom za podsticanje mladih za pokretanje biznisa. Najvažniji faktori koji predstavljaju prepreke koje se odnose na pokretanje biznisa su: nestabilna politička i ekonomska situacija (36.54%), duga i komplikovana procedura registracije (13.75%), kao i suviše visoke takse (1,02%).

Stopa nezaposlenosti mladih je visoka, a šanse da se mlada osoba zaposli su tri puta niže. U isto vreme, kvalitet radnih mesta onih koji jesu zaposleni često ne ispunjava kriterijume definicije "pristojnog posla". Ukupno 47,4% zaposlenih mladih osoba neformalno su zaposleni, [5].

Iako mladi imaju mnogo povoljnije obrazovne preduslove nego odrasli i imaju veći stepen interesovanja u pogledu preduzetničke aktivnosti, udeo onih koji zapravo pokrenu biznis manji je nego kod odraslih, [6]. Nedavna studija Globalnog praćenja preduzetništva (GEM)

o preduzetništvu mladih pokazala je da: "Mladi, kao grupa, pokazuju značajno veći stepen preduzetničke namere nego odrasli (1,6 puta veći). U kategoriji starijih mladih osoba, ova namera prevodi se u relativno visok stepen stvarne preduzetničke aktivnosti, dok mlađe mlade osobe pokazuju značajan pad između preduzetničke namere i preduzetničke aktivnosti, [3].

2. Obrazovanje i razvoj preduzetništva

Veoma važan faktor koji doprinosi razvoju preduzetničkog potencijala i uspešnom preduzetništvu jeste obrazovanje.

Mladima često nedostaju informacije, znanja i veštine kako bi pokrenuli sopstveni biznis i uspešno se borili sa brojnom konkurencijom na tržištu. Treba im omogućiti trenig i razvoj preduzetničkih veština i dostupnost informacija.

Izborni predmeti iz oblasti preduzetništva znatno više uticali na podsticanje preduzetničkih namera i preduzetničkih potencijala, nego što su takav uticaj imali obavezni predmeti iz iste oblasti. Grupa autora [7] na osnovu rezultata istraživanja, tvrdi u svom radu da preduzetničko obrazovanje u značajnoj meri utiče na razvoj preduzetničkog potencijala studenata. Takođe, oni sugerišu unapređenje i proširenje sadržaja iz oblasti preduzetništva kako bi studenti dobili adekvatna znanja iz ove oblasti i bili u stanju da uoče i iskoriste prilike i šanse, koje im se pružaju u okruženju te na taj način postanu uspešni preduzetnici u budućnosti.

Prema rezultatima istraživanja Centra za javnu međunarodnu politiku student su malo su informisani o preduzetništvu (62.7%), dok je 24.6% ispitanika izjavilo da ne zna ništa o preduzetništvu. Određeni broj studenata (12%) izjavio je da je veoma upućen u preduzetničke programe, a 0.7% nije odgovorilo na pitanje. Rezultati istraživanja ukazuju da studenti uglavnom ne razmišljaju o ovom načinu sticanja zarade. Razlozi za to su brojni i ne možemo se ograničiti samo na jedan: nedovoljno promovisanje ove sfere rada, demotivisanost opštom ekonomskom situacijom u zemlji, nedostatak početnog kapitala i obeshrabrenost, kao i nezainteresovanost za rad u privatnom sektoru, [8].

Lindh i Thorgren [9] tvrde u svojim istraživanjima da obrazovni programi iz oblasti preduzetništva povećavaju nivo preduzetničkog potencijala, jačaju preduzetničke namere studenata i predstavljaju temelj za razvoj preduzetništva. Veliki izbor preduzetničkih predmeta kao i unapređeno preduzetničko obrazovanje su od suštinskog značaja i neophodan su činilac u modernom svetu znanja, [10].

3. Programi za podsticaj mladih preduzetnika

Marta 2015. godine usvojena je nova strategija za podršku razvoja MSP preduzetništva i konkurentnosti za period 2015-2025 godine, [11]. Jačanje srpskih preduzeća, u dovoljnoj meri da spremno odgovore na pritisak konkurencije, na zajedničkom tržištu EU i doprinosu poboljšanja životnog standarda, bazira se na razvoju preduzetništva i konkurentnosti, zasnovanog na privatnoj preduzetničkoj inicijativi, znanju i inovativnosti. Očekivani broj MSPP do 2020. godine iznosi 350.000, a u 2013. godini je iznosio 315.412.

Strategija utvrđuje okvir mera za unapređenje MSPP i konkurentnosti u narednom srednjoročnom periodu, koji je prikazan kroz šest stubova, i to: 1) Unapređenje poslovnog okruženja; 2) Unapređenje pristupa izvorima finansiranja; 3) Kontinuirani razvoj ljudskih resursa; 4) Jačanje održivosti i konkurentnosti MSPP; 5) Unapređenje pristupa novim tržištima i 6) Razvoj i promocija preduzetničkog duha i podsticanje preduzetništva žena, mladih i socijalnog preduzetništva.

Nacionalna strategija za mlade za period od 2015. do 2025. godine takođe nastoji da reši pitanje pristupa finansijama i pristupa znanju u pogledu preduzetništva mladih. Strategija se zasniva na opredeljenju države da radi sa mladima i za mlade i teži obezbeđivanju uslova koji će omogućiti mladima da u potpunosti dostignu svoje potencijale, aktivno učestvuju u društvu, doprinoseći ne samo sopstvenom razvoju, već i razvoju društva (www.mos.gov.rs). Sve sektorske politike treba da prepoznaju mlade i njihove potrebe i potencijale i da im omoguće učešće u donošenju strateških odluka. Strategija je „garancija omladini“ od države, ali i „garancija državi“ od omladine, da će zajednički delovati na realizaciji ciljeva.

Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ u Zrejaninu je realizator dugoročnog projekta koji ima za cilj identifikovanje faktora koji utiču na opredeljenje mladih ka uključivanju u preduzetniške aktivnosti, tj. pokretanje sopstvenog biznisa. Istraživanje treba da rezultuje kreiranjem odgovarajućeg modela unapređenja primene praduženičkog koncepta kod mladih, zasnovanog na društveno-ekonomskim specifičnostima lokalne zajednice. Okviri modela treba da obuhvate nove konkurentske odnosa na domaćem tržištu, uzimajući u obzir specifičnosti tranzicije ekonomije, kao i potrebu preduzeća iz tranzicionih privreda za tržišnom orijentacijom i uključivanjem u evropske integracione tokove. Predmet ovog istraživanja jeste analiza

mogućnosti za unapređenje primene preduzetničkog koncepta kod mladih u regionu srednjeg Banata.

Zaključak

Mladi preduzetnici predstavljaju neiskorišćen resurs za razvoj nacionalnih ekonomija što je posebno značajno u periodu svetske ekonomske krize. Naime, prema statističkim podacima, nezaposlenost i nezaposlenosti mladih u EU je u stalnom porastu. Pokretanje biznisa predstavlja jedan od načina za smanjenje nezaposlenosti i oživljavanje nacionalnih ekonomija. Evropska unija je shvatila na vreme značaj podsticanja mladih da započnu sopstveni biznis, jer je počela da razvija razne programe za stimulisanje mladih da se bave preduzetništvom.

Nažalost, mladi u Republici Srbiji još uvek nisu u poziciji da veruju da je njihov početak poslovanja najbolje rešenje. Glavni razlog je nedostatak odgovarajućeg ambijenta na domaćem tržištu koje će stimulirati preduzetništvo. Problemi poput nedostatka finansijskih sredstava, suviše visoki porezi i nestabilnom političkom i ekonomskom situacijom čine prepreke sadašnjim preduzetnicima i obeshrabruju one buduće. Od izuzetne je važnosti shvatiti da mladi predstavljaju neiskorišćeni potencijal i resurs za razvoj preduzetništva i nacionalnu ekonomiju. Razvijanje preduzetničkog duha i formiranje mladih preduzetnika sa obrazovanjem i veštinama neophodnim za poslovni uspeh, veoma su važni za podsticanje ekonomskog rasta i smanjenje nezaposlenosti u Srbiji (www.nirapress.com). Stručnjaci smatraju da jedini način da se buduće generacije motiviše da razmišljaju o poslovnoj budućnosti koja zavisi samo od njihove inicijative, predstavlja sistemsko postavljanje rada sa mladim ljudima kroz sve nivoe obrazovanja, od osnovnog do visokog.

Prema evidenciji Evropske komisije, obrazovanje o preduzetništvu može pozitivno uticati na lokalno tržište rada i ekonomiju, [12]. Ulaganje u edukaciju o preduzetništvu je jedna od investicija sa najvećom stopom povraćaja na ulaganje u Evropi, gde isto istraživanje pokazuje da studenti koji se obrazuju u ovoj oblasti imaju tri do šest puta veću šansu da započnu sopstveni posao u budućnosti.

Zahvalnost

Ovaj je rad rezultat istraživačkih aktivnosti sprovedenih u okviru projekta „Unapređenje preduzetničke klime, analiza aspekata i mogućih pravca delovanja kod mladih u regionu Srednjeg Banata“, koji finansira

Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Republike Srbije, Autonomne Pokrajine Vojvodine pod brojem: 142-451-2461/2018-02.

LITERATURA

- [1] Audretsch, D.B., and Keilbach, M. (2004). *Entrepreneurship capital and economic performance*. vol. 38, no. 8, pp. 949-959.
- [2] Markov, S., i Stanković, F. (2008). Univerzitetsko okruženje i preduzetničke težnje studenata, u *Univerzitet i preduzetništvo*. Novi Sad, s.73-113.
- [3] Bobić, D. (2017), *Preduzetništvo mladih U Srbiji, Mapiranje prepreka za preduzetništvo mladih*. Beograd, Ceves, p. 12.
- [4] Bogetić, S., Đorđević, D., i Čočkalo, D. (2011). *Unapređenje zapošljavanja mladih kao faktor razvoja nacionalne ekonomije*. Ekonomski horizonti, vol. 13, no. 2, str. 107-126.
- [5] Marjanovic, D. (2016). *The transition of young women and men in the labor market of the Republic of Serbia*. Geneva, International Labour Organization, in Work4Youth publication series; No. 36.
- [6] Schøtt, T., Kew, P., and Chereghi, M., (2015). *Future potential*. GEM perspective on youth entrepreneurship.
- [7] Karimi, S., Biemans, H. J. A., Lans, T., Chizari, M., & Mulder, M. (2016). The Impact of Entrepreneurship Education: A Study of Iranian Students' Entrepreneurial Intentions and Opportunity Identification. *Journal of Small Business Management*, vol.54, no. 1, pp.187–209.
- [8] Somer A., Arsić K., Govedarica N., Nikolić K., Pavković M. i dr., (2018). *Rezultati istraživanja „Stavovi studenata Univerziteta u Beogradu o preduzetništvu mladih u Republici Srbiji“*. Beograd, Centar za međunarodnu javnu politiku, str. 5-12.
- [9] Lindh, I., & Thorgren, S. (2016). Entrepreneurship education: the role of local business. *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 28, no. 5–6, pp.313–336.
- [10] Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Lavagnino, E., Dagnino, F., Ott, M., and Mayer, I. S. (2012). Designing a course for stimulating entrepreneurship in higher education through serious games. *Procedia Computer Science*, Vol. 15, pp. 174–186.
- [11] Ministarstvo Omladine i sporta RS (2015). *Nacionalna strategija za mlade za period od 2015. do 2025. godine*. Preuzeto sa <https://www.mos.gov.rs/wp-content/uploads/download-manager-files/nacionalna-strategija-za-mlade0101-cyr.pdf>
- [12] European Commission (2012). Flash Eurobarometer 354 – Entrepreneurship in the EU and beyond, Retrieved on 10. 2. 2015, from http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_354_en.pdf

Mr Slobodanka Radanović ²⁶
ARS Studio, Gaborone, Botswana

Uticaj cirkularne ekonomije na arhitekturu u kontekstu održivog razvoja

The influence of circular economy on architecture in the context of sustainable development

Rezime:

Svijet je počeo shvatati da je nemoguće imati zdravo društvo i prosperitetnu ekonomiju koja u nekim granama vrlo destruktivno djeluje na okoliš. Ekonomski razvoj je potrebno prilagoditi sadašnjim potrebama "bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe". Proizvodimo materijale za gradnju, ugrađujemo ih u nove zgrade; kad istekne rok objektu, rušimo ga, uništavamo otpad i odlažemo na deponije. Vrlo rijetko bi se taj odloženi materijal kupovao za zidanje novih objekata, i tada, najčešće za pomoćne objekte. Razvojem svijesti o okruženju tokom posljednjih desetljeća, počinje drugačiji pristup izgradnji. Deponovani materijali se recikliraju i ponovo upotrebljavaju u izgradnji i enterijeru. Doprinos arhitekture u očuvanju izgrađenog okruženja se ogleda u građenju pasivnih kuća; održive arhitekture upotrebom solarne i geotermalne energije koja čini kuće potpuno energetske neovisnim; izgradnjom „pametnih“ kuća koje generišu dostignuća ranijih projekata, kontrolišu upotrebu resursa i minimalizuju uticaj okoline u kući. Kroz rad će se objasniti kako elementi cirkularne ekonomije mogu uticati na arhitekturu i kako se kroz arhitekturu može pomoći u očuvanju zdrave prirode.

Ključne reči: Arhitektura, cirkularna ekonomija, održivi razvoj, životna sredina

Abstract:

The world began to realize that it is impossible to have a healthy society and a prosperous economy that in some branches has a very destructive effect on the environment. Economic development needs to be adapted to current needs "without compromising the ability of future generations to meet their own needs." We produce building materials, we install them in new buildings; when the deadline for the facility expires, we demolish it, and we destroy the waste and dump it to landfills. This discarded material would be very rarely used for the construction of new buildings; mostly for less important facilities. By increasing the awareness of the environment over the past decades, a different approach to construction begins. Discarded materials are recycled and reused in construction and interior. The contribution of architecture to the preservation of the built environment is reflected in the construction of passive houses; Sustainable architecture using solar and geothermal energy that makes homes completely energy independent; smart houses that generate the achievements of earlier projects, controlling the use of resources, and minimizing the impact of the environment in the home. The paper will explain how elements of the circular economy can affect architecture and how architecture can help preserve a healthy environment.

Keywords: Architecture, Circular Economy, Sustainable Development, Environment

²⁶ slobodanka@beotel.net; slobodanka.sr@gmail.com

Introduction

Accelerated development after the first industrial revolution in the second half of the 18th century brought about the rapid expansion of cities. The desire to improve everyday life, the desire for greater economic profit and economic growth, has resulted in the expansion of production. Economic development has continued; natural resources were used without thinking about when they would be enough and whether we spend them. By increasing the production and employment of new workers, the built up area expands, the boundaries of the cultivating land are moved, and the forests are destroyed. Beside to cities, landfill sites are being formed. The poisons from these landfills drained into underground watercourses, the air is polluted, the animals are poisoned, and the poisons enter the food chain of all creatures on Earth. Facing limited resources for the production of energy, primarily with fuels, with pollutions and pollutants, developing awareness of conservation or at least the restriction of the use of natural resources and care for the nature and environment that will remain for future generations begins to develop.

1. Guidelines and recommendations for environmental protection

Consumption of natural resources, environmental neglect and climate change have resulted in discussions about how to stop the destruction and improve the conditions in which we live. Climate change (whether caused by the human factor or it is a cycle in the development of the Earth, it has not yet been established with certainty), leads to an increase in temperature and consequently to changes in the ecosystem.

At the United Nations Conference on the Human Environment (was held in Stockholm, Sweden²⁷, from June 5–16 in 1972²⁸), a Declaration was adopted that contains 26 principles on environment and sustainable development, the Action Plan with 109 recommendations and the Resolution. This conference paved the way for further understanding of climate change and made the foundation of modern ecology, leading to agreements such as the Kyoto protocol and the Paris Agreement.

²⁷ Sweden first suggested to the United Nations Economic and Social Council ECOSOC in 1968 the idea of having a UN conference to focus on human interactions with the environment

²⁸ <http://un-documents.net/unchedec.htm>

The [World Commission on Environment and Development](#) (WCED) was published in 1987 *Our Common Future*²⁹. The Commission focused its attention and analyzed the interconnection of the areas of population, food security, the loss of species and genetic resources, energy, industry, and human settlements.

"In September 2015, the United Nations General Assembly formally adopted the "universal, integrated and transformative" 2030 Agenda for Sustainable Development, a set of 17 Sustainable Development Goals (SDGs). The goals are to be implemented and achieved in every country from the year 2016 to 2030"³⁰.

2. Circular economy and Architecture

The basic question is - how do we want to live in the future? Or - how different do we want to live?

How did we work and still do? Until a few decades ago we were producing, consuming natural resources, energy, warming up and polluting the atmosphere. By perceiving the wrongness in such thinking, there are many changes in design and construction.

The construction industry is the world's largest consumer of raw materials (consume around 40% of all the energy) and one of the world's largest waste generators and yet less than one-third of construction and demolition waste is recycled or reused. The constructed objects account for 25 percent to 40 percent of the world's carbon emissions. It is estimated that 54 percent of demolition waste in Europe is still land filled. The main costs of the building are generated during its operation and maintenance. These are the facts.

This happened mostly due to the use of the linear development model followed by the construction industry, where the materials are produced, purchased, used, and after the expiry of their use are disposed. The linear economic effect the environment very negatively because it pollutes the environment and the entire eco system is endangered (high CO2 emissions, unsustainable water extraction). The UN Environment Program estimates that improvements in the construction sector can help countries to effectively reduce emissions and achieve energy savings of more than 30%.

²⁹ also known as the Brundtland Report in recognition of former Norwegian Prime Minister Gro Harlem Brundtland's role

³⁰ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

The environmental problems of the construction industry are being solved and through circular economy.

Architects, engineers, construction companies and facility managers actively participate in the protection of nature and the built environment and they are included in issues related to the circular economy and sustainability.

How do we start working? Many countries and companies are beginning to recycle and reuse materials. Is it more energy consumed for recycling or for production? Some research shows that more water and energy are spent on recycling than on producing new products. It is spent water that is a resource, fossil fuels or water for producing of energy is resources. Whether this procedure saves more or less, this is question for other branches of science to explain and investigate.

How should we work in the future? The world is increasingly considering the recommendation to deconstruct, do not demolish. When reconstructing or demolishing, it is necessary to carefully remove all the material, select it, separate what cannot be reused, and analyze whether it can be recycled into a new product and incorporate good elements into new buildings. In the deconstruction of the facility, great assistance can be provided by the emerging digital technologies: 3Dmodels for guidance, robots for the dangerous work, drones and embedded sensors - will boost productivity and improve on-site safety and environmental performance.

In order for the construction industry to follow and become involved in the circular economy, control and product transparency are needed. It is necessary to indicate on the products the composition of the building material, the way of modeling and processing, the origin of the material, the expected life cycle of the product, remanufactured, reused, social and labor conditions; the energy and water applied for production, handling and transportation; environmental pollution generated at any stage of the process, etc. These all parameters could be registered and verified through the whole value chain of any building project. All of this information would be found on the passport of materials that would be implemented through the BAMB (Buildings As Material Banks) project. The project started in September 2015 and will enable for a successful Transition to a Circular Economy in the Built Environment. Data in the passport of materials (reliable and standardized information) would enable anyone involved in building a facility to have all the information on the materials used. In order to achieve this and track information within the product value chain, it is possible to use Building Information

Modeling (BIM) and Blockchain (decentralized database that multiple parties share transparently).

The use of recycled materials in the interior is multiple: partition walls, floors, ceilings, carpets, the shifting walls, acoustic textile-plaster walls.

What we can do with things and objects that we no longer need to prevent waste: reduce, reuse, and donate.

In the circular economy, the imagination and freedom of designers can be, on the one hand, blocked by the use of materials that are available on the market, and, on the other hand, they can develop the imagination of new designs and the variety of ideas. Will this be the architecture of the poorer, and the richer will keep the current way of building only with new materials, remains to be seen in the future.

3. How architecture can contribute to the built environment

The shift from traditional thinking about urbanism and construction has brought interweaving of all design areas into one final issue - how to preserve nature from destruction and how to live in harmony. Today, it is not enough for our buildings to be beautiful, high, recognizable and fascinating. Through spatial and urban planning and urban design, the best locations for city construction are determined: the best insolation, the quality of the land, the protection of the space from the disasters, the supply of water and many other factors that determine a pleasant living space. A new approach to urbanism and planning protects space by planning smaller private locations and increasing the areas for gardens, shared living and outdoor activities.

In the text below are some of the most important streams of the last decades in approaching to design and construction of settlements.

Organic architecture marks the development of ecological consciousness in modern society; shows the harmony of man's living space with nature and the integration of this space and ecological ideology; it is not just the incorporation of a building into a natural environment, it is the principle of applying material and thinking about a building as one organism. The idea created in the middle of the 19th century is developed and elaborated in the 20th century and gives some of the most beautiful architectural objects.

The **Concept of Cluster housing development** as a form of human settlement has been present for centuries. Cluster housing development, also called "conservation design" (conservancy development) includes the grouping of residential buildings in the area

of available land; it allows potential savings in infrastructure costs and economic sustainability. The intention is to use less land for residential buildings to leave more free space for recreation, socializing, or for agriculture, while allowing the same number of housing units as in conventional design.

World Commission on Environment and Development in 1984 was popularized term "Smart Growth" and "sustainable development" as "development that allows people to meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"³¹. **Smart growth planning** have defined smart growth in terms of open space protection, resource preservation, and environmental justice, reduced infrastructure costs and reduced automobile dependence. This is an urban planning and transportation theory that concentrates growth in compact walkable urban centers to avoid sprawl.

Sustainable architecture (Green Design) follows the principles of sustainable development that do not exhaust non-renewable sources of goods and energy, do not endanger natural species or natural values. Such architecture is based on the selection of favourable location, selection, of quality materials, recycling, waste management, maximum use of daylight by smart building orientation, rainwater collection and use, use of renewable energy sources (biomass, solar and wind power), roof insulation and green roof installation, use of lights such as LED and CFLs, waste water recycling, reduced GHG emissions (Concrete cement emits 14% of CO₂ per ton; Preferable material for construction is modern cement with include 84%. Portland having very low emission rate of 0.9% of CO₂ per ton), improved Air Quality, landscape with plants that use less water for growth. According to US EPA statistics, buildings in the US account for 39% of total energy use, 12% of the total water consumption, 68% of total electricity consumption, and 38% of the carbon dioxide emissions³².

In order to evaluate the Green Building System, the non-profit US Green Building Council (USGBC) has developed green building certification programs **LEED** (Leadership in Energy and Environment Design). Projects may earn one of four levels of LEED certification

³¹ Chapter 2: Towards Sustainable Development, From A/42/427. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development, Pages 41 – 51

³² US EPA Green Building

(Certified, Silver, Gold or Platinum) by achieving a given number of point-based credits within the rating system³³.

“Green” roofs or living roofs - Since, due to population growth, land is being built up and closes its permeability, the necessity of renewing the green space becomes very important. One of the ways protect the environment can be the set up of “green” roofs that can provide ecological, economic and sociological benefits. The benefits of “green” roofs can be multiple: they have ability to absorb storm water and release it slowly over a period of several hours (green roof systems to retain 60-100% of the storm water they receive); they have a longer life-span than standard roofs because they are protected from ultraviolet radiation and the extreme fluctuations in temperature; reduction in energy use - by improving the thermal performance of a roof, it allows buildings to better retain their heat during the cooler winter months while reflecting and absorbing solar radiation during the hotter summer months, allowing buildings to remain cooler³⁴.

Smart City is a vision of urban development that every city develops for itself and which will respond to the needs of citizens, thus determining how much their city will be “smart.” In short, it is a city that effectively connects physical, digital and human systems in order to build and operate an environment that will contribute to improving the lives of citizens. This vision of urban development is mainly based on the use of smart grids, large scale and coordinate introduction of ICT technologies, and the Internet of Things (IoT) using M2M (Machine to Machine) communications in order to best manage city property. Smart cities integrate all functions of public services such as lighting, traffic, speeding up communication between subsystems, significantly reducing CO₂ emissions, reducing pollution of the environment through the introduction of intelligent transport systems, as well as increasing energy efficiency through the application of smart metering. These are cities that receive a large percentage of electricity and thermal energy from renewable sources, most commonly hydropower, solar energy, geothermal energy, biomass and wind energy, and then consume that energy in a super-efficient manner.

Smart house project includes the same technologies, as a smart city, to improve the convenience of tenants' lives. The smart house system integrates the heating, cooling, anti-burglary and fire protection system, home lighting, audio/video system into a unique unit that

³³ <https://new.usgbc.org/leed>

³⁴ <http://www.greenroof.hrt.msu.edu/benefits/index.html>

provides optimum energy use and comfortable house management. Smart house technology uses information-communication technology (ICT) where various components communicate through a local network. A smart house will be "smart" as much as its tenant wants and needs.

The building of **traditional materials** is used more and more: using sustainable prefabricated straw bales, soil with straw, wooden boulders... These ecological houses provide a pleasant climate inside and minimize pollution.

Passive houses provide a comfortable climate inside without the use of additional heating; they are well-insulated, sealed homes without heat losses and completely independent of the energy from the grid used for heating, cooling and ventilation.

The use of **solar energy** in environmental protection and the preservation of resources are immeasurable. Apart from installing the panels on the roofs of the building, where the energy for heating and cooling would be collected, sunlight can be collected on roofs of public buildings and used at night to illuminate public spaces (streets, parks...). Canopies with solar panels can be placed above the promenades and squares, during the day they would protect from strong sunlight and collect sunlight energy for illumination.

Vertical gardens are increasingly used to create a pleasant climate in cities and buildings, thereby saving energy. These can be elements of exterior and interior design, and also a very useful economic element because vegetables can be produced and saving space.

Conclusion

The future of cities lies in educated generations who will be aware of what cities they want to live in.

Ecological awareness is slowly growing. Architects and support professionals are strongly involved in new developments and the protection of the built environment and nature.

Individuals and each state must contribute to the process of preserving the natural environment. Progress has been recorded over the past decade, but we are still very far from achieving circular economy in a built environment.

Regardless of any regulations that oblige us to preserve and protect the environment, it is necessary that, as conscious beings, we do everything we can to protect nature from destruction or to do it as little as possible.

BIBLIOGRAPHY

- [1] www.worldgbc.org. Accessed March, 2019
- [2] <https://www.iisd.org/Topic/Sustainable-Development>
Accessed March, 2019
- [3] Brundtland Commission - World Commission on Environment and Development (WCED). Published 1987. *Our Common Future*. UN through the Oxford University Press.
- [4] United Nations Conference on the Human Environment. June 1972 *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment*. Stockholm. <http://www.un-documents.net/unchedec.htm>
- [5] Heinrich, Matias, Werner Lang. *Materials Passport- Best Practice*. PDF. <https://www.bamb2020.eu/news/publication-materials-passports/>
- [6] Magazin energetskeg portala. 2018. *Cirkularna ekonomija*. Beograd: CEEFOR Beograd
- [7] <https://www.dezeen.com/2018/01/31/guide-design-circular-economy-launches-davos-ideo-ellen-macarthur-foundation/>
- [8] Energetski portal. Septembar 2016. *Reciklaža, upravljanje otpadom, otpadnim vodama i vodama*. Beograd
- [9] <https://circulareconomy.europa.eu> Accessed March, 2019
- [10] ARUP. September 2016. *The Circular Economy in the Built Environment*. London.

Dr Maja Vrbanac ³⁵

Dr Jasmina Perišić ³⁶

Dr Marina Milovanović

Fakultet za preduzetnički biznis i menadžment nekretnina, Univerzitet "Union –Nikola Tesla", Beograd, Srbija

Ekonomski razvoj preduzetništva i uticaj cirkularne ekonomije na preduzetništvo

Economic Development of Entrepreneurship and the Impact of Circular Economy on Entrepreneurship

Rezime:

U ovom radu je dat pregled savremenih teorijskih stavova o preduzetništvu. Napominje se da preduzetništvo moramo posmatrati i kao naučnu disciplinu i kao praksu. To znači da samo preduzetništvo zahteva određena znanja iz različitih oblasti. Glavni razlog što se preduzetništvu pridaje posebna pažnja, istraživača, ekonomskih politika i medija, jeste rastuće priznanje suštinskog ekonomskog i društvenog doprinosa preduzetništva i privrede. Da bi se optimalno suočili sa svim snažnim trendovima, države, javne i privatne organizacije, jednako kao i pojedinci, sve više postaju svesni značaja preduzetništva za ekonomski razvoj jednog društva. Posebno se ističe značaj inovacija, kreacija i evolucije proizvoda i proizvodnje koja je prisutna u malim i srednjim preduzećima kao i u velikim kompanijama. Analiziraju se stavovi različitih autora koji govore o odnosu nauke i preduzetništva, kao i preduzetništva i državnih institucija. Dat je i kratak pregled cirkularne ekonomije koja je u skladu sa evropskim i svetskim stremljenjima za budućnost.

Gljučne reči: Preduzetništvo, privreda, ekonomski razvoj, cirkularna ekonomija.

Abstract:

This paper presents an overview of contemporary theoretical views on entrepreneurship. It is noted that entrepreneurship must be seen as a scientific discipline and as a practice. This means that only entrepreneurship requires certain knowledge in different areas. The main reason why entrepreneurship is given special attention, researchers, economic policies and the media is the growing recognition of the essential economic and social contribution of entrepreneurship and economy. In order to optimally face all powerful trends, states, public and private organizations, as well as individuals, become increasingly aware of the importance of entrepreneurship for the economic development of a society. Particular emphasis is placed on the importance of innovation, creation and evolution of products and production that is present in small and medium enterprises as well as in large companies. The views of various authors are discussed about the relationship between science and entrepreneurship, as well as entrepreneurship and state institutions. There is also a brief overview of the circular economy that is in line with European and global aspirations for the future.

Key words: Entrepreneurship, economy, economic development, circular economy.

³⁵ majavrbanac86@gmail.com

³⁶ jasmina.perisic52@gmail.com

Uvod

Preduzetništvo vodi u kreiranje novih poslova koji pomažu ekonomski rast a preduzetnici su uveli mnogo novih proizvoda i usluga koji su promenili naš život. Automobili Henrija Forda, šivaće mašine Isaka Singera, brijači na način Kinga Žileta, asinhroni motori i naizmenične struje Nikole Tesle, indukcion kalem Mihajla Pupina, restorani brze hrane Mek Donaldsa, kompjuterski programi Bila Gejtsa samo su neki od primera. Statistike govore da novi poduhvati proizvode nesrazmerno mnogo novih radnih mesta u poređenju sa većim, utvrđenijim firmama.

Kao primer mogu se uzeti Sjedinjene Američke Države. Pojava prave preduzetničke ekonomije. U SAD tokom sedamdesetih i osamdesetih godina XX veka smatra se kao najznačajniji i najviše obećavajući događaj u nedavnoj američkoj ekonomskoj i socijalnoj istoriji. U tom periodu se desio veliki zaokret od "menadžerske" (upravljačke) ka "preduzetničkoj" ekonomiji i došlo je do velikog porasta broja radnih mesta (oko 24 miliona). A sva ta radna mesta stvorena su u malim i srednjim organizacijama. To ukazuje na činjenicu da je sa pojavom preduzetničke ekonomije, u stvari, počela glavna tehnološka transformacija u privredi, koja više nije američki presedan već se javlja u istim ili sličnim pojavnim oblicima u celom svetu.

Zajedničko svim kompanijama koje su doprinele ekonomskom razvoju je da su one, skoro bez izuzetka, primeri "novih tehnologija", novih primena znanja u domenu ljudskog rada. Samo ta "tehnologija" nije elektronika ili genetika ili novi materijali. "Nova tehnologija" je preduzetnički menadžment koga je generisao bihevioristički okvir situiranja preduzetništva. Pojava izuzetno velikog učešća žena u stvaranju novih radnih mesta i samozapošljavanju obeležile su kasne 70-e i 80-e godine XX veka. [1]

1. Ekonomski razvoj preduzetništva

Preduzetništvo ima veze sa pojedincima, osobama koje imaju svoje lične karakteristike i određene uloge. Različite uloge preduzetnika se mogu zapaziti u poslovnom svetu. Da bi se pokazala veza između preduzetništva i ekonomskog rasta i razvoja, mogu se izdvojiti dve glavne uloge preduzetnika. Prva se odnosi na "novi pristup", a druga na "novine" uopšte. Prvo, preduzetnik je osnivač novog preduzeća, "neko ko stvara, a onda, možda, organizuje i upravlja novim biznisom čvrsto, bez obzira da li u tim aktivnostima postoji nešto inovativno." [2] Drugo,

preduzetnik generalno igra inovativnu ulogu u ekonomskom životu. Možemo govoriti o "preduzetniku kao inovatoru - onom koji transformiše izume i ideje u ekonomski održivom entitetu, stvara i upravlja firmom". Stoga, novine kroz *start-up* i inovacije su neke od najrelevantnijih faktora koji povezuju preduzetništvo sa ekonomskim rastom. Tradicionalne/početne teorije su sugerisale da preduzetništvo otežava, a ne podstiče rast. Klasična ekonomija se fokusirala na optimizaciju postojećih resursa u stabilnom okruženju i ona je tretirala poremećaje, kao kada su nove preduzetničke firme stvarale čitavu novu industriju, kao "Bogom dane" spoljašnje sile [3]. *Schumpeter* je stvorio vezu između preduzetništva, inovacije i rasta. Tek od nedavno su teorije "industrijske evolucije" direktno povezale preduzetništvo sa ekonomskim rastom. Ove teorije se fokusiraju na promene kao na centralni faktor i ističu ulogu koju igra znanje tražeći put kroz njih. Nove evolucione teorije, podržane empirijskim dokazima, navode da preduzetništvo podstiče rast iz tri razloga [4]:

- I. Zbog činjenice da podstiče konkurenciju povećanjem broja preduzeća. Iako ovo povećava rast po sebi, to je kumulativan fenomen jer konkurencija više doprinosi eksternim znanjima novim idejama nego lokalni monopoli.
- II. Preduzetništvo omogućava "prelivanje znanja" - prenošenje znanja sa "izvorišta" u druge pojedince ili organizacije.
- III. On generiše različitost i raznolikost među preduzećima na bilo kojoj lokaciji. Svako preduzeće je na neki način različito ili jedinstveno i to utiče na ekonomski rast.

2. Uloga preduzetništva na privredni razvoj

Istraživanja su pokazala, a statistika potvrdila da mali biznis nije izgubio svoju dinamiku u razvoju. Danas, u svetu ima oko 300 miliona preduzeća.[5] Od toga učešće malih firmi je preko 70%, što znači da malih preduzeća ima preko 210 miliona.[6] Samo u Evropskoj uniji, godišnje se registruje 1,2 miliona novih preduzeća. To je izuzetno veliki potencijal koji se sve više proširuje. Oko 23 miliona ljudi u Sjedinjenim Američkim Državama vodi sopstveni biznis. Od 1990. Do 2005. u Americi je otvoreno 13,5 miliona novih radnih mesta. Oko 92% posto svih preduzeća u Evropskoj uniji su mikro preduzeća sa prosekom od dva zaposlena po preduzeću. U Nemačkoj se svake godine otvara oko 90 000 novih firmi. U Finskoj, gde gotovo i nema nezaposlenosti, 96% ukupnog broja preduzeća čine organizacije malog biznisa i zahvaljujući njima nema nezaposlenih. Prema nekim statistikama 45% ljudi u Evropskoj uniji i

61% u SAD želi voditi svoj biznis. Pitanje je kuda se pomera aktivnost malih preduzeća? Pomera se prema uslugama, odnosno intelektualnim poslovima: 60% zapošljavaju intelektualne usluge, 14% proizvodnja, 4% poljoprivreda, a ostatak otpada na sve ostale privredne grane.[7] Da bi se mogla pratiti stvarna situacija stanja preduzetništva potrebno je imati dovoljno pouzdane podatke u zemlji, a koji se mogu uporediti sa sličnim sredinama. U 2010. godini istraživanje je provedeno u 59 zemalja iz svih delova sveta, te izvršena za procene preduzetničkih stavova, aktivnosti i težnji, kao i uslova koji utiču na stanje preduzetništva.[8] Rezultati GEM istraživanja se koriste kao glavni input prilikom kreiranja vladinih programa namenjenih malim i srednjim preduzećima (finansijaka podrška, regulatorni okvir, edukacija). GEM rezultati se takođe koriste i prilikom definisanja specijalnih programa usmerenih na jačanje preduzetničkih stavova i aktivnosti među posebnim grupama stanovništva kao što su mladi ljudi, žene i manjine. Važno je navesti da GEM klasifikuje i dodatno upoređuje preduzetničke aktivnosti širom sveta, te u okviru i između pojedinih geografskih regija, a dodatno se procenjuju grupe zemalja sličnih razvojnih nivoa. GEM klasifikuje zemlje učesnice oslanjajući se na tipologiju korišćenu od strane Svetskog ekonomskog foruma, na zemlje čiji je privredni razvoj zasnovan na prirodnim resursima, zemlje čiji je privredni razvoj zasnovan na efikasnosti i zemlje čiji je privredni razvoj zasnovan na inovacijama.

Kako se ekonomija razvija, produktivnost se povećava što za posledicu ima i povećanje dohotka po glavi stanovnika. To je često praćeno i migracijom radne snage između različitih sektora, na primer radna snaga može preći u proizvodni ili uslužni sektor. U ranim fazama razvoja zemalja uočen je veći postotak preduzetnika iz nužnosti. Tada potražnja za zaposlenjem u visokoproduktivnim sektorima nadilazi postojeću ponudu, te veliki broj ljudi mora stvoriti vlastite izvore prihoda. Sa daljim razvojem dolazi do većeg rasta produktivnih sektora, što povećava broj novih radnih mesta, ali vodi i do postepenog smanjenja preduzetništva iz nužnosti. Istovremeno, poboljšanje blagostanja i infrastrukture stimuliše biznise zasnovane na prilici, menjajući prirodu preduzetničke aktivnosti. Ovakvi preduzetnički poduhvati se više povezuju sa težnjama ka višem rastu, inovacijama i internacionalizaciji poslovanja, ali se ipak oslanjaju na ekonomske i finansijske institucije stvorene tokom ranijih faza razvoja. Sve dok su ove institucije sposobne da opsluže i podrže preduzetničku aktivnost zasnovanu na prilici. Inovativne preduzetničke firme mogu postati značajni pokretači ekonomskog razvoja. Ovo navodi na potrebu stalnog praćenja situacije

na terenu i trendova, ali i sofisticiranog obrazovanja kadrova u institucijama koje pružaju podršku preduzetnicima.[9]

Tabela 1: Broj preduzeća u Srbiji u 2016, 2017.

Republika Srbija	Mikro		Mala		Srednja	
2016.	84.105	24,7%	10.154	3,0%	2.263	0,7%
2017.	87.012	24,3%	10.583	3,0%	2.372	0,7%

Izvor: Republički zavod za statistiku (2016, 2017)

Tabela 2: Stopa zaposlenosti u Srbiji prema polu (2016, 2017, 2018)

Stopa zaposlenosti	2016.	2017.	2018.
Muški	50,2%	52,8%	56,4%
Ženski	35,3%	38,1%	47,3%

Izvor: Republički zavod za statistiku

Uloga preduzetništva u privrednom razvoju je mnogo veća od jednostavnog povećanja dohotka po glavi stanovnika – ona obuhvata pokretanje i uspostavljanje promene u strukturi poslovanja i čitavom društvu. Promena dovodi do rasta i povećanja proizvodnje, pa se uvećano bogatstvo deli na veći broj učesnika. [10] Smatra se da je ključ u inovaciji – ne samo kroz razvoj novih proizvoda i usluga, već i kao podsticaj interesovanja investitora za nove poduhvate. Nove investicije deluju i na ponudu i na tražnju: novostvoreni kapital proširuje kapacitet rasta (ponuda), dok nova potrošnja koja iz toga potiče koristi nove kapacitete i proizvodnju (tražnja).

Država može biti kanal preko koga će se na tržištu lansirati efekti sinteze društvene potrebe i nove tehnologije. Postupak prenosa tehnologije razvijene u laboratorijama u nove komercijalne proizvode naziva se tehnološki transfer i mnogi istraživački naponi teže upravo tome. Nasuprot ovome, veoma mali broj pronalazaka nastalih u istraživanjima naučnog karaktera koje finansiraju države stiže na tržište. Najčešće su rezultati naučnog istraživanja nedovoljno primenljivi u komercijalne svrhe, a i kada jesu, neophodne su značajne izmene da bi ih tržište prihvatilo. Iako budžeti država raspolažu dovoljnom količinom sredstava za uspešan transfer tehnologije na tržište, najčešće ne poseduje potrebne poslovne veštine – prevashodno u oblasti marketinga i distribucije. Osim toga, državna birokratija i preterana regulacija često usporavaju otvaranje novih preduzeća.

Uprkos poteškoćama, preduzetništvo je danas najefikasnija metoda premošćavanja jaza između nauke i tržišta, otvaranja novih preduzeća i snabdevanja tržišta novim proizvodima i uslugama. Preduzetničke aktivnosti imaju veliki uticaj na privredu određene države kroz formiranje ekonomske baze i otvaranje novih radnih mesta. Na većini razvijenih svetskih tržišta, upravo je preduzetništvo generator novih proizvoda i novih radnih mesta. Imajući u vidu značaj i pozitivan uticaj preduzetništva na privredu i zapošljavanje, može se reći da je sistem podrške preduzetništvu u većini (uključujući Srbiju) i dalje na znatno nižem nivou od onog koji ono zaslužuje.[11]

3. Uticaj cirkularne ekonomije na preduzetništvo

Možemo reći da srpska privreda izlazi iz recesije, te se usmerava više ka podsticaju preduzetništva i, uz rast BDP-a, polako opada stopa nezaposlenosti. Važno je napomenuti da je još uvek primetan manjak strukovnog obrazovanih radnika u Srbiji, a očigledan je i manjak poslova za klasično obrazovane kadrove. Ovaj podatak može dovesti do zaključka da se u srpskom obrazovnom sistemu kreiraju profili radnika koji ne zadovoljavaju savremene trendove poslovanja, te je, i pored visoke stope nezaposlenosti, tržište zavisno od uvoza. Rast ukupnih investicija beleži pozitivan trend u poslednjih pet godina, međutim, strateško opredeljenje za unapređenje savremenih sistema uglavnom ne postoji. [12] Tako, na primer, ne postoji infrastruktura za kreiranje podsticajnog okruženja, koja promoviše investicije u „zelene“ tehnologije, upravljanje otpadom, kao ni ulaganja u proizvodne sisteme koji generišu energiju iz obnovljivih izvora energije (OIE). Iako je Srbija prilično energetske nezavisna (uvozi se samo 27,6% energije), ne možemo doći do zaključka da generišemo dovoljno energije unutar granica države, budući da su industrijske aktivnosti i dalje veoma slabe.[13] Povećanje industrijskih aktivnosti bi potencijalno dovelo do povećanja upotrebe energije; s obzirom da srpski preduzetnici trenutno ne vode preterano računa o energetske efikasnosti, sasvim je očekivano postepeno povećanje energetske potrebe. Sa druge strane, samo 25-30% obnovljivih resursa je iskorišćeno za generisanje energije, dok profil korišćenja energije pokazuje nizak procenat korišćenja energije iz OIE (oko 21%).[14] Time se ostavlja veliki prostor za unapređenje poslovanja na tom tržištu koje ima dve vidljive koristi: povećanje energetske nezavisnosti države i povećanje energetske kapaciteta uz obezbeđivanje čistije proizvodnje.

Zabeležen je rast industrijske proizvodnje, kao i preduzetničkih aktivnosti. Rast i razvoj pretežno procesne industrije predstavlja

deklarisani cilj strategije razvoja industrije do 2020. godine i kao takav omogućava povećanje i revitalizaciju tradicionalnih poslovnih sistema.[15]

Međutim, to donekle sputava uvođenje najsavremenijih tehničko-tehnoloških sistema koji bi omogućili bržu tranziciju ka cirkularnoj ekonomiji.

ZAKLJUČAK

Ukratko, možemo utvrditi da preduzetništvo nedvosmisleno utiče na ekonomski razvoj. Prvo, proces ekonomskog razvoja predstavlja ukupan proizvod brojnih kompleksnih pojedinačnih preduzetničkih delovanja, pri čemu preduzetnici mogu doprineti ekonomskom razvoju olakšavajući preraspodelu resursa od manje do više produktivne upotrebe. Kao razvojna strategija u današnjem promennjivom ekonomskom okruženju, preduzetništvo je postalo važan faktor od početka XXI veka. Drugo, preduzetništvo se smatra važnim mehanizmom za ekonomski razvoj kroz zapošljavanje, inovacije i stvaranje dodate vrednosti. Treće, preduzetništvo je postalo u velikoj meri suštinsko za rastuće ekonomije jer njene inovacije stvaraju potražnju za novim proizvodima i uslugama koje ranije nisu bile dostupne. Zbog svega toga države tragaju za mehanizmima za unapređenje preduzetničkih aktivnosti u svojim domenima, bez obzira da li su ti mehanizmi poreska politika, finansiranje subvencija ili drugih alata.

Može se zaključiti da polako jačaju kapaciteti za implementaciju nove filozofije poslovanja; međutim, strukturne prepreke i zastarela strateška nacionalna opredeljenja donekle sputavaju cirkularnu ekonomiju koja je u skladu sa savremenim evropskim i svetskim stremljenjima za budućnost.

LITERATURA

- [1] Dover, M. A., Joseph, B. H. R. (2008). *Human needs: Overview*. In Mizrahi, T., Davis, L. E., (eds.). *Encyclopedia of Social Work*, 398-406. Oxford University Press, New York.
- [2] Naude, W. (2015). *Entrepreneurship and Economic Development: Theory, Evidence and Policy*, IZA DP no. 7507.
- [3] Kressel, H., Lento, T. V. (2016). *Entrepreneurship in the Global Economy: Engine for Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [4] Janjić, D. (2017). *New Deal Serbia ili plan preporoda Srbije – Polazne osnove strateškog plana razvoja*, Forum za etničke odnose, Beograd.

- [5] Mitchelmore, S., & Rowley, J. (2013). *Entrepreneurial competencies of women entrepreneurs pursuing business growth*. Journal of Small Business and Enterprise Development, 20(1), 125-142.
<http://doi.org/10.1108/14626001311298448>
- [6] Vossenbergh, S. (2013). *Women Entrepreneurship Promotion in Developing Countries: What explains the gender gap in entrepreneurship and how to close it?* Maastricht School of Management, 1-27.
- [7] Wahba, M. A., Bridwell, L. G. (1976). *Maslow reconsidered: A review of research on the need hierarchy theory*. Organizational behavior and human performance, 15, 212-240.
- [8] Fallis, A. (2013). Gendered Discourses of Entrepreneurship in UK Higher Education: The Fictive Entrepreneur and the Fictive Student. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [9] Van de Ven, H. (1993). *The development of an infrastructure for entrepreneurship*. Journal of Business Venturing, 8(3), 211-230.
- [10] Tanveer, M. A., Zafar S., Shafique R., Jhangir M., Rizvi S. (2013). *Motivational Factors and Students Entrepreneurial Intention in Pakistan*. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 3(4), 263-269.
- [11] Stošić, D., Stefanović, S., Predić, B. (2016). *Analysis of the start-up motives of female entrepreneurs*. Teme, 40(1), 217-228.
- [12] Geissdoerfer, M. et al. (2017), *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* Journal of Cleaner Production, Vol. 143, Pp. 757-768
- [13] Manyika, J. (2015), *The Internet of things: mapping the value beyond the hype*, McKinsey Global Institute, New York.
- [14] Morabito, V. and Hileman, G. (2017), *Business Innovation Through Blockchain: The B³ Perspective*, Springer International Publishing.
- [15] Swan, M. (2015), *Blockchain – Blueprint for a new economy*, O'Reilly, Sebastopol.

Dr Branislav Leleš³⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Održivi razvoj – izazov društva u 21. veku

Sustainable development – the challenge of society in the 21st century

Rezime:

U radu se razmatra potreba održivog razvoja kao preduslova za stvaranje održivog života u budućnosti. Da održivi razvoj postane trajno razvojno opredeljenje neophodno je da državne i administrativne strukture shvate njegovu suštinu i mogućnosti koje on pruža. Realizacija održivog razvoja mora se odvijati u skladu sa principima održivog razvoja navedenim u strateškim dokumentima. Da bi ona bila uspešna, treba poznavati urbani i ruralni razvoj, ekološke, ekonomske i društvene probleme. Zbog toga je neophodno koristiti odgovarajuće indikatore održivog razvoja, kako bi se stekao uvid u trenutno stanje i odredili pravci i prioriteti delovanja u budućnosti.

Ključne reči: održivi razvoj, principi održivog razvoja, indikatori održivog razvoja, strateški dokumenti

Abstract:

The paper considers the need for sustainable development as a precondition for creating a sustainable life in the future. In order for a sustainable development to become a sustainable development, it is necessary that the state and administrative structures understand its essence and the possibilities it provides. The realization of sustainable development must take place in accordance with the principles of sustainable development stated in the strategic documents. To be successful, urban and rural development, environmental, economic and social issues need to be known. Therefore, it is necessary to use appropriate indicators of sustainable development, in order to gain insight into the current situation and determine the directions and priorities of the action in the future.

Keywords: sustainable development, principles of sustainable development, indicators of sustainable development, strategic documents

Uvod

I pored razvoja nauke i tehnologije, brojni i vrlo složeni problemi tehnološke prirode uticali su na to da održivost ljudske civilizacije postane predmet brojnih istraživanja. Još od izveštaja Rimskog kluba iz 60-tih godina XX veka (poslat na preko 200.000 adresa uticajnih ljudi u svetu), intenzivno su se tražila rešenja održivosti u oblastima ekologije, proizvodnje energije, materijala za reprodukciju, hrane itd. Autori su imali u vidu međuzavisnost nekoliko procesa (ubrzana industrijalizacija, iscrpljivanje prirodnih resursa, nedovoljna proizvodnja hrane, ubrzan

³⁷ branislav2412@gmail.com

porast stanovništva i degradiranje okoline), koji pri konstantno ubrzanom rastu privrede moraju naići na svoje konačne granice u toku XXI veka.

Kao rezultat ovih nastojanja, pod pokroviteljstvom različitih svetskih organizacija i asocijacija promovisan je koncept održivog razvoja, čijim usvajanjem i primenom se omogućava dalji napredak ljudske populacije u pravcu harmoničnog razvoja društva. Svaka generacija ima pravo da uredi svoje okruženje prema svojim potrebama i mogućnostima, međutim, postoji i obaveza ove generacije da svojim naslednicima u narednim generacijama ostavi obogaćen, a ne upropašćen prostor [1].

Tri međunarodna događaja obeležila su evoluciju održivog razvoja:

- 1) Konferencija UN o životnoj sredini u Stokholmu 1972. godine – prvi veliki međunarodni skup posvećen negativnom uticaju ljudskih aktivnosti na životnu sredinu i dovođenje u pitanje budućnosti čovečanstva.
- 2) Konferencija UN o životnoj sredini i razvoju u Rio de Žaneiru 1992. godine – najveća od svih do tada održanih konferencija Ujedinjenih nacija. Prisustvovalo je blizu 10.000 predstavnika iz oko 150 zemalja, uključujući i 116 nacionalnih političkih lidera. Samit je po prvi put povezao pitanja razvoja i zaštite životne sredine. Usvojena je "Deklaracija o životnoj sredini i razvoju" (tzv. Rio deklaracija) i još nekoliko važnih dokumenata, među kojima je jedan od ključnih "Akcioni plan održivog razvoja za 21. vek", poznatiji kao "Agenda 21".
- 3) Konferencija u Johaneshburgu 2002. godine – svetski samit UN o održivom razvoju (Rio +10). Tada se prvi put ceo svet okupio radi jednog cilja – održivog razvoja Zemlje. Osmišljen je kao najveći samit Ujedinjenih nacija, sa učešćem više od 60.000 delegata, aktivista ekoloških organizacija, predstavnika velikih svetskih kompanija i preko 170 svetskih lidera.

Značaj ovih konferencija na globalnom nivou bio je u tome što su predstavljale institucionalizovani rezultat zahteva javnosti upućenih vladama kao rezultat rastuće krize u životnoj sredini.

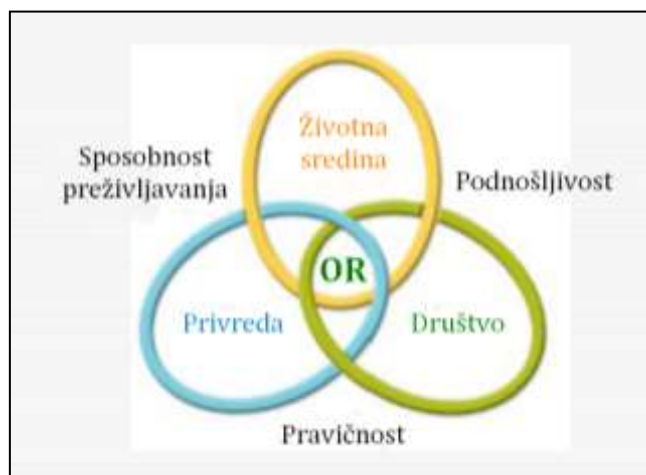
1. Pojam održivog razvoja

Najčešće navođena definicija održivog razvoja data je u knjizi "Naša zajednička budućnost", koja je nastala kao izveštaj Svetske komisije za životnu sredinu i razvoj iz 1987. godine. Po toj definiciji,

održivi razvoj je "razvoj koji izlazi u susret potrebama sadašnjice, a da ne ugrožava sposobnost budućih generacija da zadovolje svoje sopstvene potrebe" [2]. Ovo se može prihvatiti kao zvanična definicija održivog razvoja, iako postoje različita tumačenja šta je to održivi razvoj i na šta se on zapravo odnosi.

Definicija koja se najviše približava operativnom pristupu u praksi i dozvoljava da se na osnovu nje gradi strategija održivog razvoja je ona koju su zajednički razvili IUCN (Međunarodna unija za zaštitu prirode), UNEP (Program zaštite životne sredine Ujedinjenih Nacija) i WWF u poznatoj knjizi "Caring for The Earth", a koja glasi: "Održivi razvoj u svom fokusu ima ljude i njegov cilj je da se unapredi kvalitet ljudskog života. Održivi razvoj se zasniva na zaštiti, tako da je uslovljen potrebom da se uvažava koncept prirode kako bi se obezbedili resursi i usluge potrebne za život. Iz ove perspektive, održivi razvoj znači unapređenje kvaliteta ljudskog života u granicama kapaciteta podnošenja ekosistema koji ga podržavaju" [3].

Ova definicija održivog razvoja predstavlja normativni koncept koji uključuje standarde ponašanja koje treba ispoštovati ukoliko ljudska zajednica teži ka zadovoljenju sopstvenih potreba preživljavanja i blagostanja. Definicija uključuje tri osnovne komponente, a to su: ekonomska, društvena i komponenta zaštite životne sredine, koje čine temelj održivog razvoja. Sve tri komponente su međusobno povezane i međuzavisne i zbog toga zahtevaju da sve što se preduzima na polju razvoja bude u skladu sa svakom od njih posebno (slika 1).



Slika 1. Komponente održivog razvoja

Slična definicija je navedena i u brošuri Svetskog samita o održivom razvoju 2002. godine, gde održivi razvoj podrazumeva:

1. Ekonomski rast – ohrabrivanje odgovornog dugoročnog napretka, pri čemu je obezbeđeno da ni jedna nacija ili društvo ne zaostaje.

2. Čuvanje prirodnih dobara i životne okoline – zbog budućih generacija je neophodno smanjiti trošenje resursa, zaustaviti zagađenje i očuvati prirodna staništa.

3. Društveni razvoj – širom sveta, ljudima je potreban posao, hrana, obrazovanje, energija, zdravstvena zaštita, voda i kanalizacija. Svi članovi društva imaju potrebu za učešćem u kreiranju svoje budućnosti [4].

Definicija koja proširuje originalno shvatanje održivog razvoja, data je u Nacionalnoj strategiji održivog razvoja Republike Srbije, u kojoj se održivi razvoj definiše kao "dugoročni koncept ...koji... podrazumeva stalni ekonomski rast koji, osim ekonomske efikasnosti, tehnološkog napretka, više čistijih tehnologija, inovativnosti celog društva i društveno odgovornog poslovanja, obezbeđuje smanjenje siromaštva, dugoročno bolje korišćenje resursa, unapređenje zdravstvenih uslova i kvaliteta života i smanjenje zagađenja na nivo koji mogu da izdrže činioci životne sredine, sprečavanje novih zagađenja i očuvanje biodiverziteta" [5] (slika 2).



Slika 2. Mreža uzajamnih veza između ekonomije, društva i životne sredine [6]

2. Principi održivog razvoja

Kada se radi o principima održivog razvoja, odnosno kriterijumima koji se moraju ispoštovati i stalno primenjivati u socijalnoj, ekonomskoj i ekološkoj praksi, kako bi proces održivog razvoja dobio na efikasnosti, Rio deklaracija o životnoj sredini i razvoju proširila je definiciju održivog razvoja navođenjem 18 principa održivosti: ljudi imaju pravo na zdrav i produktivan život u harmoniji sa prirodom; razvoj danas ne sme ugroziti razvoj i potrebe životne sredine sadašnjih i budućih generacija; nacije imaju suvereno pravo da eksploatišu sopstvene resurse, ali bez nanošenja štete životnoj sredini van svojih granica; nacije će razvijati međunarodne zakone da pruže naknadu za štetu koje aktivnosti pod njihovom kontrolom izazivaju na području izvan njihovih granica; nacije će koristiti pristup predostrožnosti radi zaštite životne sredine. Gde postoje pretnje ozbiljne ili nepovratne štete, naučna neizvesnost neće se koristiti za odlaganje troškovno-efikasnih mera za sprečavanje degradacije životne sredine; u cilju postizanja održivog razvoja, zaštita životne sredine će činiti sastavni deo razvojnog procesa, i ne može se razmatrati izolovano od njega [7].

Kao principe održivog razvoja Džonatan Haris naveo je sledeće: smanjivanje socijalne nejednakosti i zagađivanja životne sredine, održavajući pri tome zdravu ekonomsku bazu, zaštita prirodnog kapitala je od suštinske važnosti za održivu ekonomsku proizvodnju i međugeneracijska solidarnost. Iz ekološke perspektive, kako stanovništvo, tako i ukupna potražnja resursa mora biti ograničena u meri da održava integritet ekosistema i raznolikost vrsta, dok su socijalna jednakost (ispunjenje osnovnih zdravstvenih i obrazovnih potreba), kao i participativna demokratija ključni elementi razvoja, i povezane su sa zaštitom životne sredine (8).

3. Indikatori održivog razvoja

Shvatajući neophodnost promena u sferi privrede, društva a pogotovo životne sredine, širom sveta se pristupilo izradi nacionalnih strategija održivog razvoja i podsticanju lokalnih zajednica da u okviru svojih nadležnosti i mogućnosti doprinesu njihovom ostvarenju.

Strateški dokumenti podrazumevaju definisanje, planiranje i sprovođenje ciljeva, koji se odnose na razne aspekte razvoja društvenog, političkog, ekonomskog i ekološkog života društvene zajednice. Kako su ovi ciljevi usmereni na budućnost, odnos prema ideji održivog razvoja

treba da bude ključni segment društveno odgovornog poslovanja, a odnos prema budućim generacijama ključan u razvoju ovih planova [7].

U procesu primene državne strategije održivog razvoja nezamenljiva je uloga procene ekonomske i društvene situacije i problema vezanih za životnu sredinu. Identifikaciju problema i njihovih uzroka moguće je utvrditi samo redovnim praćenjem održivog razvoja korišćenjem odgovarajućih indikatora (pokazatelja), kako bi se odredili pravci i prioriteti delovanja u budućnosti (Tabela 1).

Praćenje održivog razvoja nije odgovornost samo vlade, jednog ili dva društvena sektora, već proces koji uključuje analizu stanja, formulisanje politike i akcionog plana i redovan monitoring. Državna strategija održivog razvoja nije samo novi plan, nego je proces koji uključuje stalno prilagođavanje postojećih sektorskih strategija principima održivog razvoja [10].

Tabela 1: Indikatori održivog razvoja Komisije Ujedinjenih nacija za životnu sredinu (prema Ross S., 2006) [9]

R.br.	Društveni aspekt	Ekološki aspekt	Ekonomski aspekt	Institucije
1.	Pravičnost	Atmosfera	Ekonomska struktura	Institucionalni okvir
2.	Zdravlje	Zemljište	Potrošnja	Institucionalni kapaciteti
3.	Obrazovanje	Okeani, mora i priobalje		
4.	Stambena izgradnja	Čista voda		
5.	Bezbednost	Biodiverzitet		
6.	Naseljenost			

Zaključak

Kretanje ka održivom društvu ili održivi razvoj predstavlja pokret koji je danas prisutan širom sveta. Da bi se omogućilo ostvarivanje održivog razvoja, razvoj pojedinih segmenata društva mora biti tako osmišljen i realizovan da doprinosi smanjivanju zagađivanja životne sredine, razvoju demokratskih institucija, da omogućava porast standarda i kvaliteta života ljudi, kao i štednju prirodnih resursa. To znači potrošnju obnovljivih prirodnih resursa ali u granicama njihove obnovljivosti i ostavljanje u nasleđe budućim generacijama ne samo dobara koje je čovek stvorio, već i prirodnih dobara poput čistih izvora

vode, čistog vazduha, kvalitetne obradive zemlje, bogatstva biodiverziteta i šumskog zelenila.

Realizacija održivog razvoja mora se odvijati u skladu sa principima održivog razvoja navedenim u strateškim dokumentima. U procesu primene državne strategije održivog razvoja ključna je uloga procene ekonomske i društvene situacije i problema vezanih za životnu sredinu korišćenjem odgovarajućih indikatora, kako bi se odredili pravci i prioriteti delovanja u budućnosti.

LITERATURA

- [1] Grubić, N. (2009). *Održivi urbani razvoj i ekološka ravnoteža*, Nauka + praksa 12.1/2009, Niš, Građevinsko – arhitektonski fakultet.
- [2] United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development*, General Assembly Resolution 42/187, New York. (<http://daccess-dds>)
- [3] Đukanović, M. (1996). *Životna sredina i održivi razvoj*, Beograd, Elit.
- [4] <http://www.rgf.rs/predmet/RO/V%20semestar/Energetika%20i%20odrzi%20razvoj/Predavanja/odrzi%20razvoj%201.pdf>
- [5] Nacionalna strategija održivog razvoja Srbije, (2008). (<http://indicator.sepa.gov.rs/slike/pdf/o-indikatorima/nacionalna-strategija-odrzivog-razvoja-srbije>)
- [6] Veljković N. (2006). *Indikatori održivog razvoja i upravljanja vodnim resursima*, Beograd, Zadužbina Andrejević, 2006.
- [7] Nadić, D. (2011). *Održivi razvoj i principi održivog razvoja u strateškim dokumentima Republike Srbije*, FPN/Godišnjak br. 6, decembar 2011.
- [8] Harris, J. M. (2001). *Basic Principle of Sustainable Development Global Development and Environment Institute*, WORKING PAPER 00-04, Tufts University, pp. 21.
- [9] Jevtić, D. (2015). *Model održivog upravljanja otpadnim materijalima kao građevinskim resursom u severo-istočnoj Bosni*, doktorska disertacija, Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“.
- [10] Veljković N. (2011). *Praćenje održivog razvoja u Srbiji*, Putokaz ka održivom razvoju - nacionalna strategija održivog razvoja, Beograd, Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Marija Nedić ³⁸

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

Dr Jasmina Pekez

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

Dr Eleonora Desnica

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

Primena koncepta održivog razvoja u zaštiti životne sredine

Application of sustainable development concept in environmental protection

Rezime:

Održivi razvoj predstavlja multidisciplinarni koncept koji pokušava da poveže i objedini sve ekonomske, tehnološke ali i društvene aspekte života sa ciljem da učini život održivim, odnosno, uspostavi racionalnu potrošnju prirodnih resursa i zaštiti i unapredi kvalitet životne sredine za buduće generacije. Shodno tome, održivom razvoju se danas poklanja sve veća pažnja. Prednosti koje nam primena ovog koncept sa sobom donosi su enormne u pogledu dugoročnog napretka čovečanstva. U ovom radu će biti dat kratak pregled koncepta održivog razvoja i na koji način i kako se primena ovog koncepta odražava na životnu sredinu. Cilj ovog rada je upoznati se sa pojmom koncepta održivog razvoja i uvideti prednosti koje primena ovog koncepta ima na životnu sredinu.

Ključne reči: Održivi razvoj, životna sredina, naredak, uticaj.

Abstract:

Sustainable development is a multidisciplinary concept which tries to connect and consolidate all the economic, technological and social aspects of life with in addition to make life sustainable, or to establishing a rational consumption of natural resources and also protecting and improving the quality of the environment for the future generations. Because of that, today more and more attention is paid to sustainable development. The benefits that this concept brings with itself are enormous in terms of the long-term progress of mankind. In his paper we will give a brief overview of the concept of sustainable development and explain in which way and how the implementation of this concept is reflected on the environment. The aim of this paper is to understand the concept of the sustainable development and to see the benefits that the implementation of this concept has on the environment.

Keywords: Sustainable development, environment, progress, impact.

UVOD

Još od davnina razvoj društva uslovljen je pre svega interakcijom odnosno uzajamnoj povezanosti čoveka i prirode. Shodno svojim

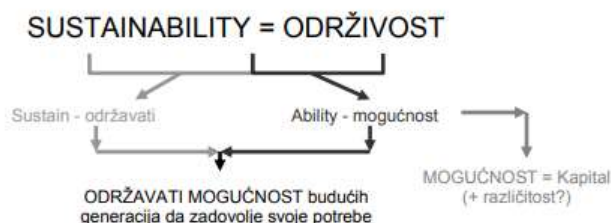
³⁸ marijanedicmn@gmail.com

potrebama čovek je koristio i crpeo resurse iz prirode i svojim aktivnostima je samim tim narušio prirodnu ravnotežu u životnoj sredini. Usled toga, velika pažnja počela je da se pridaje zaštiti životne sredine pre svega razvojem svesti o uticajima koje čovek ima na životnu sredinu. Do podizanja i razvoja ekološke svesti došlo je tek u drugoj polovini 18. veka i time se dovelo do uočavanja i prepoznavanja procesa i pojava u prirodi ali i sagledavanja ekoloških zakonitosti i organizovanja i usklađivanja ljudskog ponašanja i delovanja shodno tome. Kako bi se cela ta ideja i takav način ophođenja prema životnoj sredini održali i objedinili napravljen je koncept održivog razvoja.[1,2,3]

Osnovni koncept koji se javlja u oblasti ekonomike prirodnih resursa i životne sredine je koncept održivog razvoja. Ovaj koncept pre svega se javlja kao suštinski preduslov ali i krajnji cilj efikasne organizacije ljudskih aktivnosti na Zemlji. Svuda oko nas se već koristi pojam održivog razvoja iako je ovaj koncept pre svega još uvek u razvoju. Ovaj koncept, iako je relativno nov, uveden je s ciljem da se otklone i prevaziđu nedostaci svih prethodnih modela razvoja, pre svega modela koji su zapostavljali pitanja zaštite životne sredine. Održivi razvoj ima za cilj pre svega da uspostavi ravnotežu između društvenog, industrijskog i tehničko-tehnološkog razvoja sa jedne strane i očuvanja i zaštite životne sredine sa druge strane i na osnovu toga je ovaj koncept zadao težak zadatak budućim generacijama.[1,2]

1. ODRŽIVI RAZVOJ

Kako bismo bolje objasnili termin održivog razvoja počecemo od korena reči. Engleska reč „sustainable“, odnosno „održiv“ izvedena je iz latinskog *sus tenere*, što znači „držati uspravno“. „Održivost“ je kao termin nastala unutar ekologije, označavajući mogućnost ekosistema da vremenom održe određenu populaciju, da bi tek kasnije dodavanjem konteksta „razvoja“ i formiranjem sintagme „održivi razvoj“ fokus analize sa životne sredine prešao na društvo.



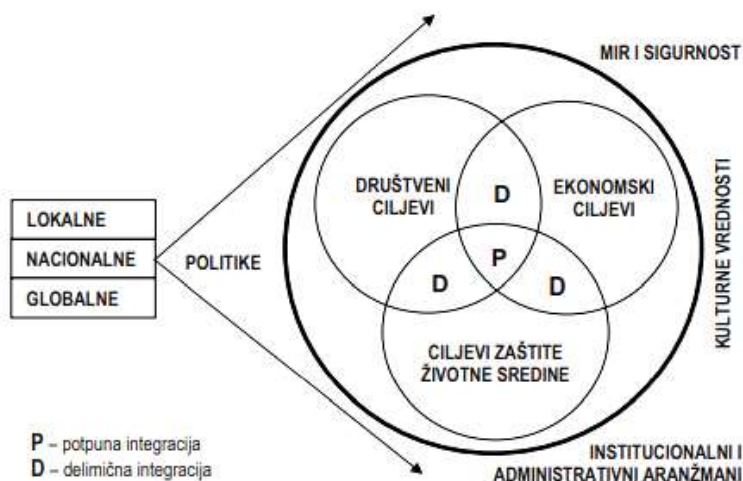
Slika 1. Leksičko i osnovno objašnjenje održivosti[6]

Danas se može reći da osnovni fokus održivog razvoja predstavlja društvo i njegova potreba da uključi brigu o životnoj sredini u sagledavanje društvenih promena, pre svega kroz promene vezane za ekonomske funkcije.[6]

Bitno je napomenuti da održivost i održivi razvoj u suštini jesu povezani ali nemaju isto značenje. U osnovi održivi razvoj opisuje proces kojim se dolazi do konačnog cilja održivosti, odnosno održivi razvoj je put kojim se ide, tj. proces kojim se ispunjavaju zahtevi nepohodni da bi se postigla održivost.

Održivi razvoj je, prema svemu prethodno navedenom, skladan odnos ekologije i privrede kako bi se prirodno bogatstvo planete Zemlje sačuvalo i za buduće naraštaje. Može se reći da održivi razvoj predstavlja generalno usmerenje, težnju da se stvori bolji svet, preko uravnoteženja socijalnih, ekonomskih i faktora zaštite životne sredine.[2]

Postoji mnogo definicija održivog razvoja ali ne postoji ni jedna jedinstvena i opšte prihvaćena definicija. Definicija koja bi mogla da obuhvati svrhu koncepta održivog razvoja bi glasila: Održivi razvoj predstavlja integralni ekonomski, tehnološki, socijalni i kulturni razvoj, usklađen sa potrebama zaštite i unapređenja životne sredine, koji omogućava sadašnjim i budućim generacijama zadovoljavanje njihovih potreba i poboljšanje kvaliteta života.[4] Koncept održivog razvoja koji je iskazan ovom definicijom predstavljen je grafički na šemi 1 sa svoje tri osnovne komponente.



Šema 1. Grafički prikaz koncepta održivog razvoja [6]

Dosadašnji model razvoja pokazao se neodrživim. Rezultat ovakvog jednog pristupa je iscrpljivanje resursa i nagomilavanje otpada. Shodno tome nešto je moralo da se promeni.

Konceptom održivog razvoja trebalo je organizovati i regulisati ljudska nastojanja da mogu da zadovolje svoje potrebe i potrebe sadašnjih generacija ali bez zatvaranja mogućnosti za buduće generacije i to je moguće postići realizacijom tri grupe ciljeva:[1,4]

1. *Postizanja održivosti u ekonomskom smislu* – gde je potrebno ostvariti kontinuirani privredni rast, bez inflacije i preterane spoljne zaduženosti;
2. *Postizanja održivosti na socijalnom planu* – eliminacijom siromaštva i svih vidova socijalne patologije;
3. *Postizanja održivosti na ekološkom planu* – očuvanjem prirodnih resursa i životne sredine.

Ove tri grupe ciljeva postali su jezgro samog koncepta održivosti i stubovi na kojim se koncept održivog razvoja gradi.

Međutim, kao što je na početku napomenuto koncept održivog razvoja predstavlja novi koncept u našem društvu. Uprkos dostignućima u poslednje tri decenije, uviđamo da su sadašnji koncepti održivosti i održivog razvoja očigledno neadekvatni da bi se pokrenula tranzicija koja je nepohodna kako bi se ljudsko društvo povezal sa ostatkom biosfere i omogućilo dugoročno blagostanje.

1.1. Principi održivog razvoja

Kako bi se koncept održivog razvoja uopšte mogao realizovati potrebno je imati i slediti sledeća četiri osnovna pristupa:[2]

1. Održavanje nepromenjenog obima potrošnje;
2. Održavanje nepromenjenih zaliha prirodnih resursa;
3. Utvrđivanje standarda bezbednog minimuma i
4. Primena operativnih ekoloških principa.

Bitno je ovde naglasiti da četvrti pristup koji je naveden ustvari treba da predstavlja princip vodilje ljudskog društva u njegovom kretanju u pravcu održivog razvoja.

Savremenom čoveku je praktično nemoguće da izbegne uticaj na životnu sredinu ali pored toga ono što je moguće uraditi jeste da se taj uticaj smanji na najmanju moguću meru uz naravno pridržavanje određenih principa koje nam koncept održivog razvoja propisuje.

Pridržavanje ovih principa pre svega omogućuje razvoj ljudskog društva uz očuvanje životne sredine. Osnovni principi održivog razvoja su: [2]

1. Integrisanost,
2. Predostrožnost,
3. Obnovljivost resursa i
4. Preventivno delovanje.

Da bismo bolje razumeli koncept održivog razvoja i to šta sve on obuhvata objasnićemo nabrojane principe pojedinačno.

Prvi princip, integrisanost, predstavlja jedan od najsveobuhvatnijih principa održivog razvoja jer se pre svega odnosi na donošenje političkih odluka u svim segmentima odlučivanja. Bitnu komponentu ovde predstavlja uključivanje celokupnog društva u brigu o životnoj sredini.

Drugi princip, predostrožnost, podstiče pre svega političke aktere da donose odluke u oblasti zaštite životne sredine i u situacijama kada ne postoje nedvosmisleni naučni dokazi o štetnosti neke aktivnosti na ljude ili ekosistem.

Treći princip, obnovljivost resursa, se uglavnom odnosi na očuvanje dovoljne količine prirodnog resursa. Ovaj princip je sadržan u velikom broju aktivnosti – od povećanja efikasnosti, odnosno iskorišćenja resursa, do povećanja ušteda smanjenjem gubitaka ili, recimo, povećanja reciklabilnosti.

Četvrti princip, preventivnog delovanja, predstavlja univerzalnu tehniku za sprovođenje svih principa održivosti i zastupljen je u celokupnoj politici Evropske unije u oblasti zaštite životne sredine.[2]

Analizom svih ovih principa vidimo da se svi oni nalaze u međusobnoj korelaciji i da je neophodno u potpunosti primeniti sva četiri ova principa kako bismo postigli ono što nam sam koncept održivog razvoja i nudi.

2. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Životna sredina predstavlja prirodne i radom stvorene vrednosti u kojima čovek živi odnosno predstavlja sve ono što nas okružuje. Kako bi se održao prirodan tok života potrebno je da se održi dovoljna količina resursa.

Međutim, nalazimo se u vremenu brzog ekonomskog rasta koji uslovljava neizostavni uticaj na okolinu i životnu sredinu. Napredovanjem i brzim rastom proizvodnje i povećanjem potrošnje resursa dovodimo do stvaranja negativnih efekta u životnoj sredini. Negativni uticaji koje te naše aktivnosti imaju na prirodu se direktno odražavaju na naš kvalitet života i ograničavaju održivu stopu rasta.

Održivost ekonomskog rasta u uslovima u kojima su sve veća iscrpljivanja čistih prirodnih resursa je sve teža i komplikovanija.

Pored navedenog, i obnovljivi izvori energije su sve više počeli da se koriste i zbog prekomerne upotrebe počeli su da se iscrpljuju. Zdrave hrane je sve manje zbog zagađenosti zemljišta pored toga zagađenost vazduha je sve veća konstantnom emisijom ugljen-dioksida u atmosferu.[4]

Akutni problem prisutan u svetu je uticaj zagađenja životne sredine na zdravlje ljudi. Brojne bolesti nastaju kao posledica izloženosti ljudske populacije delovanju toksičnih materija u životnoj sredini. Produkti zagađenja se mogu naći u zemlji, vazduhu i vodi, a u ljudski organizam dospevaju putem hrane i vazduha. Takođe, pojavljuju se i izazovi koje nam klimatske promene, očuvanje energije i zaštita životne sredine zajedno sa sobom donose u pogledu njihove zaštite. Tako se pojavljuje potreba za smanjenjem uzročnika koji dovode do ovih pojava.

Rešenja su definisana u održivim tehnologijama, održivim ekonomijama i održivom razvoju, što bi u krajnjem slučaju osiguralo održivost društva i njegovu budućnost. Globalno promatrano potrebno je eliminisati progresivno fizičko propadanje i uništavanje prirode i prirodnih procesa. Zbog toga održive tehnologije imaju jedan od značajnih uticaja u današnjem vremenu ali i ogroman problem koji moraju da reše. [5]

Budući da je održivost dinamičan koncept, a ne statičko stanje, ona zahteva fleksibilnost u donošenju odluka i spremnost na modifikovanje pristupa u skladu s promenama u okolini, ljudskim potrebama i željama ili tehnološkog napretka. Održive tehnologije koriste manje energije, ograničavaju korišćenje prirodnih resursa i direktno ili indirektno ne zagađuju životnu sredinu. [5]

Kada govorimo o zaštiti životne sredine ona obuhvata zakonodavstvo koje se odnosi na očuvanje i definisanje standarda kvaliteta životne sredine i ta oblast obuhvata veliki broj mera. Principi koji se odnose na zaštitu životne sredine su značajan korak u pravcu ostvarenja održivog razvoja jer se on zasniva na prevenciji i na principu procene uticaja na životnu sredinu.[3] Zbog toga su usvojene razne direktive i zakoni o zaštiti životne sredine.

Procena životne sredine se bazira na utvrđivanju trenutnog stanja postojanja odnosno nepostojanja rizika za životnu sredinu. Prilikom procene uticaja na životnu sredinu posebno je važno pitanje procene kvaliteta i štete koju bi određeni razvoj mogao da nanese i eventualne naknade što je u praksi jako teško postići.[3]

ZAKLJUČAK

Princip održivog razvoja nam je svima pa i budućim generacijama postavio izuzetno tezak zadatak jer je u okviru njega potrebno održati usklađenost između dva suprotstavljena interesa a to su zaštita životne sredine i ekonomski razvoj. Kako bi se ova ravnoteža uspostavila veliku pažnju je potrebno pridavati upravo proceni uticaja na životnu sredinu koje naše aktivnosti imaju jer se samo na taj način može obezbediti prosperitet.

Održivi razvoj pre svega predstavlja univerzalni poziv na delovanje radi iskorenjavanja svih faktora koji nam oneomogućavaju prosperitet i dugoročno blagostanje. Izazovi koji nam predstoje zahtevaju viziju i smelost kako bismo nastavili svoj put ka održivosti jer nam kao osnovna prepreka stoji nedovoljno razvijena svest društva.

LITERATURA

- [1] Mišković, D., Petrović, O., Babović, J., *Održivi razvoj i zaštita životne sredine*, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment (FIMEK), Novi Sad, 2013.
- [2] Štrbac, N., Vuković, M., Voza, D., Sokić, M., *Održivi razvoj i zaštita životne sredine*, Stručni rad, Časopis „Reciklaža i održivi razvoj 5“ (2012) 18-29, UDK 502.17;502.131.1.
- [3] Pajtić, B., *Održivi razvoj i procena uticaja na životnu sredinu*, Zbornik radova Prvanog fakulteta u Novom Sadu, 1/2012, (str. 409-425), doi: 10.5937/zrpfns46-2034.
- [4] Unković, M., Kordić, N., *Održivi razvoj i ekologija*, 10. Međunarodni naučni skup Sinergija 2012.
- [5] Zavargo, Z., Knjiga I, *Održive tehnologije*, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.
- [6] Milutinović, S., *Politike održivog razvoja*, Fakultet zaštite na radu, Univerzitet u Nišu, Niš, 2012.
- [7] Adams, W.M. (2006), "*The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century*", Report of the IUCN (2006), Renowned Thinkers Meeting, 29–31 January.
- [8] Pešić R., (2002), *Održivi razvoj - Nastanak koncepta održivog razvoja*, Poglavlje I, Ekonomija prirodnih resursa i životne sredine, Beograd, Poljoprivredni fakultet, str. 12-14.

Dr Dušan Aničić³⁹

Fakultet za ekonomiju i finansije, Univerzitet Union-Nikola Tesla, Beograd

Dr Olgica Nestorović⁴⁰

Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

Dr Vuk Miletić⁴¹

Visoka škola akademskih studija „Dositej”, Beograd

Mogućnosti i ograničenja koncepta cirkularne ekonomije u Srbiji

The possibilities and limitations of circular economy concept in Serbia

Rezime:

Efikasno i efektivno upravljanje ograničenim prirodnim resursima neminovno zahteva prelazak sa „linearnog modela privređivanja” zasnovanog na paradigmi: uzmi, napravi / koristi – odloži, na koncept cirkularne ekonomije, koji podrazumeva kružno kretanje materije i energije, odnosno ponovnu upotrebu, popravku i reciklažu proizvoda. Cirkularna ekonomija je instrument kojim se ostvaruju osnovni ciljevi održivog razvoja, postiže siroviniska i energetska efikasnost, više koriste obnovljivi izvori energije uz očuvanje životne sredine. U Srbiji postoje povoljni uslovi za razvoj koncepta cirkularne ekonomije i pretvaranje komparativnih prednosti njene privrede u konkurentne prednosti na razvijenim tržištima. Cilj rada je da ukaže na neophodnost primene koncepta cirkularne ekonomije u Srbiji čija bi primena dala višestruke pozitivne efekte na razvoj privrede i celog društva.

Ključne reči: cirkularna ekonomija, održivi razvoj, privredna struktura, Srbija

Abstract: Efficient and effective natural resources management inevitably requires switching from “linear model of doing business” which is based on paradigm: take, make / use – dispose, to circular economy concept which implies circular motion of substance and energy, that is reusing, repairing and recycling of products. Circular economy is an instrument by which basic goals of sustainable development are realized, raw materials and energetic efficiency is achieved, renewable energy sources are used more alongside with environment preservation. In Serbia there are favorable conditions for circular economy concept development and turning comparative advantages of its economy into competitive advantages on developed markets. The goal of the paper is to point out necessity of circular economy concept application in Serbia which would give multiple positive effects on the development of economy and whole society.

Key words: circular economy, sustainable development, economy structure, Serbia

³⁹ anicic.dusan@yahoo.com

⁴⁰ olgica.n@yahoo.com

⁴¹ yuk.miletic88@gmail.com

Uvod

Koncept održivog razvoja je postao široko prihvaćen kao neophodan uslov opstanka i napretka čovečanstva, čije nepoštovanje vodi ka neefikasnom privrednom razvoju i krizi, odnosno rasipanju resursa i energije. Zahtevi za stalnim ekonomskim rastom kreiraju snažan pritisak na životnu sredinu bez obzira na dugoročne negativne posledice koje se takvim pristupom proizvode. Prirodni resursi i životna okolina od izuzetne su važnosti i zbog toga su sve zemlje obavezne da svoj razvoj prilagode načelima životne sredine. Ekonomska cena tog prilagođavanja jeste sporiji tempo privrednog rasta, ali dugoročno posmatrano efekat je bolji jer će za rezultat imati kvalitetniji život i ekonomski razvoj.

U dosadašnjem modelu privrede glavna paradigma glasi: uzmi – napravi/koristi – odloži. To je proces u kome se prirodni resursi i materijali prerađuju, oblikuju u finalne proizvode, distribuiraju, upotrebljavaju i odlažu. Međutim, porastom broja i standarda stanovništva dolazi do prekomernog trošenja prirodnih resursa i energije i drastičnog povećanja generisanog otpada. Koncept cirkularne ekonomije se zasniva na pretpostavci upotrebe resursa u proizvodnji i korišćenju na način da se maksimizira trajanje vrednosti proizvoda ili usluge, a otpadni materijal koji ne može da se ponovo upotrebi smanji u procesu proizvodnje i upotrebe na minimalni nivo. Na taj način se maksimizira iskorišćenost resursa, a na kraju upotrebnog ciklusa proizvod ili usluga se ponovo vraćaju u proizvodni proces kako bi stvorili novu vrednost.

Evropska komisija je 2015. godine usvojila zakonski okvir koji podstiče prelaz privrede u cirkularnu ekonomiju, sa ciljem da se osnaži i modernizuje privreda Evrope, poveća njena konkurentnost i obezbedi dugoročno održiv rast. Srbija je prihvatila koncept cirkularne ekonomije koji se vidi kao šansa za dugoročno održiv privredni razvoj koji će brojne komparativne prednosti zemlje pretvoriti u konkurentske prednosti.

1. Cirkularna ekonomija kao instrument realizacije ciljeva održivog razvoja

Održivi razvoj predstavlja skladan odnos privrede i ekologije koji je preduslov da se prirodno bogatstvo naše planete sačuva i za buduće generacije. To je težnja da se stvori bolji svet balansirajući ekonomske i socijalne faktore sa zaštitom životne sredine. Stalna težnja za ekonomskim rastom vrši snažan pritisak na životnu sredinu sa

moгуćnošću izazivanja veoma negativnih posledica po budućnost čovečanstva. Kao posledica institucionalno nespremnog okruženja da odgovori savremenim izazovima, posebno u zemljama sa niskim nivoom razvoja svesti o potrebi očuvanja životne sredine i održavanja prirodnih resursa, primetan je disbalans socijalnog i ekološkog razvoja (1).

Sve zemlje postaju obavezne da svoj razvoj prilagode principima i ciljevima održivog razvoja, novim razvojnim strategijama i politikama razvoja koje će u prvi plan staviti dugoročne, celovite i uravnotežene potrebe i interese sadašnjih i budućih generacija. Glavni aspekti na kojima se zasniva koncept održivog razvoja su ravnomeran ekonomski rast (ekonomski aspekt), socijalni aspekt i zaštita i očuvanje životne sredine (ekološki aspekt). Polazna osnova koncepta održivog razvoja zasnovana je na međuodnosu razvoja i životne sredine, njihovoj međuslovljenosti, kao i komplementarnosti razvojne politike i zaštite životne sredine uz poštovanje ekoloških principa.

Prirodni resursi i zaštita životne sredine su od neprocenjive važnosti za sadašnje i buduće generacije i zbog toga sve zemlje treba da svoj razvoj prilagode principima i ciljevima održivog razvoja. Ovo prilagođavanje, kratkoročno posmatrano, može da uspori privredni rast, ali dugoročno posmatrano daje bolje efekte jer za rezultat, pored ekonomskog rasta ima i kvalitetniji život stanovništva. Zbog toga se očuvanje prirode i njenih resursa nameće kao primarni cilj svih razvojnih napora, ispred proizvodnih, ekonomskih, regionalnih i drugih (2).

Održivo korišćenje prirodnih resursa u ekonomiji treba da omogući da rast agregatne produktivnosti upotrebljenih faktora premašuje gubitke usled eksploatacije resursa, kao i njihove eventualne zamene drugim resursima usled iscrpljivanja (3). Prema Gidensu (4), održivi razvoj podrazumeva da se rast oslanja na reciklažu fizičkih resursa, uz minimalno zagađivanje sredine, pri čemu treba uspostaviti ravnotežu između ekonomskih i socijalnih ciljeva sa ciljevima zaštite životne sredine i prirodnih resursa.

Razvijene tehnologije krajem dvadesetog i početkom dvedesetprvog veka podržavaju intenzivan način proizvodnje uz preterano korišćenje prirodnih resursa čija je posledica zapostavljanje osnovnih ekoloških principa. Takvo gazdovanje resursima je dovelo do mnogih problema u zagađivanju životne sredine i pitanja šta ostavljamo budućim generacijama. Moguća alternativa takvom razvoju privrede označava se kao „održivi razvoj“ (5).

Dosadašnji model privređivanja se definiše kao „linearni model privređivanja“ u kom glavna paradigma glasi: uzmi – napravi/koristi – odloži. To je proces u kome se prirodni resursi i materijali prerađuju,

oblikuju u finalne proizvode, distribuiraju, upotrebljavaju i odlažu. Porastom broja i standarda stanovništva dolazi do rasta upotrebe prirodnih resursa i energije i drastičnog povećanja generisanog otpada. Zbog toga su reciklaža i tretiranje otpada predstavljali prvi veliki korak u promeni načina razmišljanja privrednika i kulturne orijentacije društva.

Suprotno modelu linearnog privređivanja nastao je koncept cirkularne ekonomije koji podrazumeva kruženje materijala i njegovu ponovnu upotrebu, čime se istovremeno koristi i drastično manje energije i vode - u nekim slučajevima i preko 90% (6). Zemlje koje su među prvima usvojile strategiju za implementaciju cirkularne ekonomije bile su Nemačka, Holandija i Danska, a pojedinačne programe cirkularne ekonomije sprovode Kina, Švedska, Velika Britanija, Brazil i dr.

Cirkularna ekonomija predstavlja instrument za realizaciju ciljeva održivog razvoja čija je suština dugoročno ulaganje u sirovinsku i energetska efikasnost, uz korišćenje obnovljivih izvora energije, smanjenje emisije štetnih gasova, proizvodnju i promet održivih proizvoda, čime se zatvara krug „proizvod – otpad – proizvod“. Na taj način se postiže da izvor ekonomskog rasta postaje ponovna upotreba materijala iz proizvoda koji su završili svoj „životni ciklus“, uz što manje korišćenje novih resursa. Osnovne karakteristike proizvoda postaju način na koji je dizajniran, koliko je reciklabilan, kako je proizveden i koliko je prijateljski po okolinu (6).

Koncept cirkularne ekonomije se zasniva na pretpostavci upotrebe resursa u proizvodnji i korišćenju na način da se maksimizira trajanje vrednosti proizvoda ili usluge, a otpadni materijal koji ne može da se ponovo upotrebi smanji u procesu proizvodnje i upotrebe na minimalni nivo. Na taj način se maksimizira iskorišćenost resursa, a na kraju upotrebnog ciklusa proizvod ili usluga se ponovo vraćaju u proizvodni proces kako bi stvorili novu vrednost (7). Koncept je zamišljen tako da vodi obnovi ekosistema, uz veliki broj inovacija i sa značajnim uticajem na svest i navike društva u celini.

Evropska komisija je 2015. godine usvojila zakonski okvir koji podstiče prelaz privrede u cirkularnu ekonomiju, sa ciljem da se osnaži i modernizuje privreda Evrope, poveća njena konkurentnost i obezbedi dugoročno održiv rast. Na ovaj način se postiže efikasno iskorišćenje prirodnih resursa, ostvaruju finansijski benefiti i smanjuje zagađenje životne sredine. Cirkularna ekonomija obezbeđuje da su proizvodnja, trgovina i potrošnja dizajnirani tako da se, korišćenjem obnovljivih izvora energije, na najmanju meru svodi eksploatacija glavnih resursa kao što su razne sirovine, gorivo, voda, zemlja, životna sredina. Ciljevi

Evropske komisije su da se do 2030. postigne reciklaža 70% komunalnog otpada i 80% ambalažnog, a procena je da cirkularna ekonomija može uštedeti biznisu u Evropskoj uniji čitavih 600 milijardi evra.

Cirkularna ekonomija u kojoj materija i materijali kruže i gde se teži tzv. nultom otpadu ima brojne prednosti u odnosu na linearni model kao što su (11):

- Zaštita resursa i životne sredine,
- Štednja energije,
- Smanjenje nezaposlenosti – u cirkularnoj ekonomiji kompanije koje se bave održavanjem, popravkama, recikliranjem, dizajniranjem eko proizvoda i usluga mogu u najskorijoj budućnosti da ponude interesantna i atraktivna zaposlenja,
- Promocija inovativnosti i povećanje konkurentnosti – cirkularna ekonomija zahteva kreativnost i sposobnost da se u poslovanje uvedu različite vrste inovacija, jer će u bliskoj budućnosti samo inovativna preduzeća i grupacije moći da nadžive konkurenciju.

2. Perspektive cirkularne ekonomije u Srbiji

Zaostajanje u privrednom razvoju u odnosu na zemlje EU i zemlje regiona, izraženo naročito posle velike krize iz 2008. godine, zahteva promenu ekonomske politike Srbije kako bi se stvorile pretpostavke za dugoročni održivi razvoj i povećanje konkurentnosti u regionalnim i svetskim okvirima. Polazna osnova koncepta održivog razvoja zasnovana je na međuo odnosu razvoja i životne sredine, njihovoj međuoslovljenosti, kao i komplementarnosti razvojne politike i zaštite životne sredine uz poštovanje ekoloških principa.

Vlada Republike Srbije je usvojila Strategiju održivog razvoja RS za period od 2008. do 2017. godine. Ova strategija definiše održivi razvoj kao ciljno orijentisan, dugoročan, neprekidan, sveobuhvatan i sinergetski proces koji utiče na sve aspekte života (ekonomski, socijalni, ekološki i institucionalni) na svim nivoima (10). Cilj Nacionalne strategije održivog razvoja je da dovede do ravnoteže tri stuba održivog razvoja: održivog ekonomskog rasta i privrednog i tehnološkog razvoja, održivog razvoja društva na bazi socijalne ravnoteže, i zaštite životne sredine uz racionalno raspolaganje prirodnim resursima, spajajući ih u jednu celinu podržanu odgovarajućim institucionalnim okvirom.

Kao nacionalne prioritete Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije, između ostalih, definiše i razvoj konkurentne tržišne privrede i uravnotežen ekonomski rast, razvoj infrastrukture i ravnomeran regionalni razvoj, kao i zaštitu i unapređenje životne

sredine i racionalno korišćenje prirodnih resursa. Strategija održivog razvoja predstavlja i proces traganja za vizijom i rešenjima održivosti u društvenoj zajednici (8). Iskustva evropskih zemalja su dokaz da očuvanje životne sredine ne protivureči ekonomskom razvoju, jer bez zdrave privrede nema ni zdrave životne sredine, kao i obrnuto.

Veliki razvojni izazov Srbije je što je samo mali deo privrede transformisan u novu, modernu privredu i ona zapošljava mali deo stanovništva. Podizanje kvalitetne zaposlenosti imalo bi velikog efekta na smanjenje nejednakosti i siromaštva, jer su stope nejednakosti i siromaštva među najvećim u Evropi. Srbija ima i veliki problem smanjenja broja stanovnika u zemlji, posebno mladih obrazovanih kadrova, a prisutne su i migracije iz nerazvijenih regiona zemlje ka velikim gradskim centrima. Takva kretanja ugrožavaju koncept održivog razvoja zemlje koji se zasniva na ekonomskom, ekološkom i socijalnom aspektu.

Republika Srbija prati proces implementacije cirkularne ekonomije u EU i prihvatila je sve preporuke EK o cirkularnoj ekonomiji. Na realizaciji ovog posla rade Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Privredna komora Srbije, Stalna konferencija gradova i opština, različita poslovna udruženja i organizacije civilnog društva. Uvođenjem nove institucionalne strukture stvara se mogućnost da se podrži treći investicioni ciklus u kome je zelena infrastruktura pokretač rasta, a obuhvata upravljanje otpadnim vodama, upravljanje otpadom i obnovljivim izvorima energije (6).

Srbija ima velike probleme u sektoru zaštite životne sredine, posebno u oblastima upravljanja otpadom i otpadnim vodama. U Srbiji trenutno postoji više od 3.000 divljih deponija, a reciklira se manje od 10% otpada. Cilj je da se ovaj procenat poveća na minimum 50% do 2030. godine, čime bi se stvorila šansa za otvaranje 30.000 radnih mesta. Poboljšanje stanja u ovim oblastima zahteva bolju saradnju i koordinaciju različitih nivoa donosilaca odluka (nacionalni, pokrajinski, lokalni), kao i sinergiju sa drugim politikama: ekonomskom, finansijskom, zaštitom životne sredine i dr. Uvođenje koncepta cirkularne ekonomije zahteva međusobnu podršku ekonomije i životne sredine i dovelo bi do transformacije privrede Srbije i predstavljalo bi krupan korak u procesu pregovora za članstvo u EU.

Osim unapređenja ekonomije Srbije i mogućnosti stvaranja novih radnih mesta, koncept cirkularne ekonomije je neminovan, jer je ugrađen u evropske propise koje sve države, kandidati za članstvo u EU, moraju da usaglasе i primene. Procene su da uvođenjem cirkularne ekonomije u Srbiji može da se otvori novih 30.000 radnih mesta i poveća

konkurentnost domaće privrede, posebno u sektoru reciklaže (9). Cirkularna ekonomija je usko povezana sa nekoliko EU prioriteta, među kojima su: stvaranje novih poslova i povećanje rasta, investicije, klima i energija, socijalna agenda i industrijske inovacije, ali i sa globalnim naporima na održivom razvoju.

Za brži održivi razvoj neophodne su i odgovarajuće institucije koje će stvoriti pretpostavke za razvoj preduzetništva i investicija, kao i vladavinu prava u ekonomskim odnosima. Osim toga, veliki broj razvojnih pitanja i projekata treba prepustiti lokalnim organima vlasti koje bi zbog boljeg njihovog poznavanja uspešnije rešavale od centralnog nivoa vlasti. Takođe, prioritet je i izgradnja modernog i efikasnog obrazovnog sistema koji će moći da bude oslonac buduće efikasne i konkurentne privrede zasnovane na znanju, i stvaranje novog profila radne snage koja će biti obrazovanija u oblasti cirkularne ekonomije.

Primena koncepta cirkularne ekonomije u Srbiji bi dala višestruke pozitivne efekte na razvoj privrede i društva. Između ostalog, uspostavile bi se jače veze sa međunarodnim partnerima poput UN i EU koje bi omogućile lakši pristup finansiranja projekata iz područja modernizacije proizvodnje i tržišta čime bi se omogućila veća prilagodljivost srpske privrede i mogućnost učešća u zajedničkim projektima sa državama koje primenjuju koncept cirkularne ekonomije.

Kroz koncept cirkularne ekonomije se stvaraju jače veze sa međunarodnim kompanijama koje već primenjuju načela i ciljeve održivog razvoja; time se povećavaju šanse za dostupnost najnovijih tehnologija, znanja i veština, zajednički nastup na svetskim tržištima i edukacija domaćih stručnjaka na primerima svetski uspešnih kompanija. To bi dovelo do lakše primene ISO standarda, kao i uvođenja „održivih“ i „ekoloških“ standarda i sertifikata.

Ovaj koncept bi doveo i do podizanja celokupne društvene svesti o značaju budućeg razvoja društva, kao što su pitanja održivog razvoja, uticaj javnosti na donošenje odluka, socijalna inkluzija, veće vrednovanje lokalnih proizvoda i usluga i sl. Sve bi to dovelo do kreiranja ekonomije znanja, orijentacije ka zelenoj ekonomiji, modernizacije celokupne privrede i smanjenju tehnološkog jaza u odnosu na razvijene zemlje u svetu.

Zaključak

Koncept cirkularne ekonomije prema kome se teži tzv. nultom otpadu ima brojne prednosti u odnosu na dosadašnji linearni model privređivanja, kao što su zaštita resursa i životne sredine, štednja

energije, smanjenje nezaposlenosti, promocija inovativnosti i povećanje konkurentnosti i dr. Zbog toga i Srbija prati proces implementacije cirkularne ekonomije u EU i prihvatila je sve preporuke EK o cirkularnoj ekonomiji. Osim unapređenja ekonomije i mogućnosti stvaranja novih radnih mesta, koncept cirkularne ekonomije je neminovan, jer je ugrađen u evropske propise koje sve države, kandidati za članstvo u EU, moraju da usaglase i primene.

Cirkularna ekonomija zahteva primenu novih tehnologija i modernizaciju celog društva, angažovanje privrede, državnih i lokalnih institucija, kao i civilnog sektora, promenu dosadašnjih obrazaca ponašanja i biznis modela. Ona predstavlja instrument održivog razvoja privrede i društva, uključivanja u savremene privredne tokove u EU i šire putem povezivanja sa institucijama i svetskim kompanijama koje uveliko primenjuju principe i načela održivog razvoja u svom poslovanju.

LITERATURA

- [1] Mandić, S., Mirjanić, B., Lekić, S. (2017) *Eko-socijalno-ekonomske determinante održivog razvoja*, Međunarodni naučni skup Izazovi održivog razvoja – Ekonomski i društveni aspekt, Ekonomski fakultet Univerziteta u Prištini, str. 109-119.
- [2] Pokrajac, S. (2009) *Održivi razvoj i ekološka ekonomija kao poslovne paradigme*, Škola biznisa, 4, str. 21-30.
- [3] Goodstein, E. (2003) *Ekonomika i okoliš* (drugo izdanje), Zagreb, MATE
- [4] Gidens, E. (2007) *Sociologija*, Ekonomski fakultet, Beograd
- [5] Kovačević, D., Milić, V. (2010) *Savremeni pravci poljoprivrede u funkciji održivog razvoja*, Prvi naučni simpozijum agronoma sa međunarodnim učešćem AGROSYM, 2-11, Jahorina
- [6] Mitrović, S., Radosavljević, I., Veselinov, M. (2016) *Cirkularna ekonomija kao šansa za razvoj Srbije*, Beograd
www.osce.org/sr/serbia/292311?download=true
- [7] Radivojević, A. (2018) *Cirkularna ekonomija – implementacija i primena tehnologije u njenoj funkciji*, Ekonomske ideje i praksa, br. 28, mart 2018, str. 33- 46.
- [8] Milosavljević, S., (2009) *Politika održivog razvoja*, Niš
- [9] Privredna komora Srbije, BFPE, GIZ, Centar modernih veština (2016) *Osnove cirkularne ekonomije*, Beograd
<https://bfpe.org/programs/cirkularna-ekonomija/>
- [10] Republika Srbija, (2008) *Nacionalna strategija održivog razvoja*, „Službeni glasnik RS“, br. 57/2008 od 03. juna 2008. Godine
- [11] Kalkan, D. (2018) *Cirkularna ekonomija – priča o otpadu kao resursu*,
www.industrija.rs/vesti/clanak/cirkularna-ekonomija-prica-o-otpadu-kao-resursu

Dr Dragan Čočkalović ⁴²

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

Dr Dejan Đorđević ⁴³

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

Mihalj Bakator, M.Sc. ⁴⁴

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

Preduzetništvo mladih u Srbiji i potencijal primene tehnologija Industrije 4.0

Youth entrepreneurship in Serbia and the potential of Industry 4.0 technologies

Rezime:

Ovaj rad analizira preduzetništvo mladih u Republici Srbiji. Dodatno, analizira se potencijal koji donosi četvrta industrijska revolucija (Industrija 4.0) i potencijal primene tehnologija Industrije 4.0. Preduzetništvo mladih igra značajnu ulogu u ekonomskoj razvoju zemlje. Globalizacija stvara pritisak na mala i srednja preduzeća (MSP) jer veliki deo tržišta postaje jedno veliko globalno tržište na kom je prisutan veliki broj konkurenata. Situacija za mlade preduzetnike je gora, jer pored izazova koje donosi preduzetništvo, moraju da odgovore na promene na globalnom tržištu. Tehnologije Industrije 4.0 imaju potencijal da povećaju konkurentnost MSP i da daju bolje šanse za opstanak na tržištu.

Glavne reči: preduzetništvo mladih, Industrija 4.0, konkurentnost, MSP

Abstract:

This paper analyses youth entrepreneurship in the Republic of Serbia. In addition, the potential that the fourth industrial revolution (Industry 4.0.) and the potential of Industry 4.0 technology application are addressed. Next, a thorough literature analysis is conducted in this domain. Youth entrepreneurship plays an important role in the economic development of the country. Globalization puts pressure on small and medium-sized enterprises (SMEs), as the majority of the markets are becoming one big global market. The situation for young entrepreneurs is worse, as besides the challenges of entrepreneurship they have to answer to the changes on the global market. Industry 4.0 technologies possess the potential to improve competitiveness of SMEs and give better chances for survival on the market.

Keywords: youth entrepreneurship, Industry 4.0, competitiveness, SME

Uvod

Preduzetništvo je važna komponenta ekonomskog razvoja. Mala i srednja preduzeća (MSP) predstavljaju ključne elemente ekonomskog

⁴² dragan.cockalovic@tfzr.rs

⁴³ dejan.djordjevic@tfzr.rs

⁴⁴ mihalj.bakator@uns.ac.rs

rasta. Preduzetništvo pozitivno utiče na smanjenje nezaposlenosti i podizanja životnog standarda. Još važniju ulogu u ekonomskom rastu ima preduzetništvo mladih. Naime, rast broja mladih preduzetnika smanjuje nezaposlenost među mladima. Problem kojim se susreće veliki broj zemalja je nedovoljno angažovanje mladih sa aspekta pokretanja sopstvenog preduzeća [1]. Ovaj problem nedostatka mladih preduzetnika je prisutan ne samo u Republici Srbiji nego i u Severnoj Americi i Zapadnoj Evropi. Problemi koji proizilaze iz neangažovanja mladih u preduzetničkim aktivnostima su porast nezaposlenosti, niži životni standard i nekonkurentnost države na regionalnom i globalnom nivou. Globalizacija tržišta stvara pritisak na mlade preduzetnike i preduzetnike uopšte. Naime, globalizovano tržište karakteriše jača konkurencija i veći intenzitet inovacija proizvoda [2].

U ovom radu analiziraće se preduzetništvo mladih u Srbiji kao i potencijal primene tehnologija koja je donela četvrta industrijska revolucija (Industrija 4.0, u daljem tekstu I4.0). Tehnologije u okviru I4.0 mogu doprineti razvoju preduzetništva mladih i preduzetništva uopšte u Srbiji. Neke od tehnologija I4.0 su računarstvo u oblaku ("cloud" računarstvo), Internet stvari, Internet vrednosti, Internet ljudi, napredna robotika, sajber-bezbednost, automatizacija i drugi [3]. Pomoću ovih tehnologija moguće je kreirati povoljnije uslove za MSP kao i povoljnije okruženje za pokretanje preduzeća. Pored toga, primenom jedne ili više od ovih tehnologija moguće je povećati konkurentnost preduzeća.

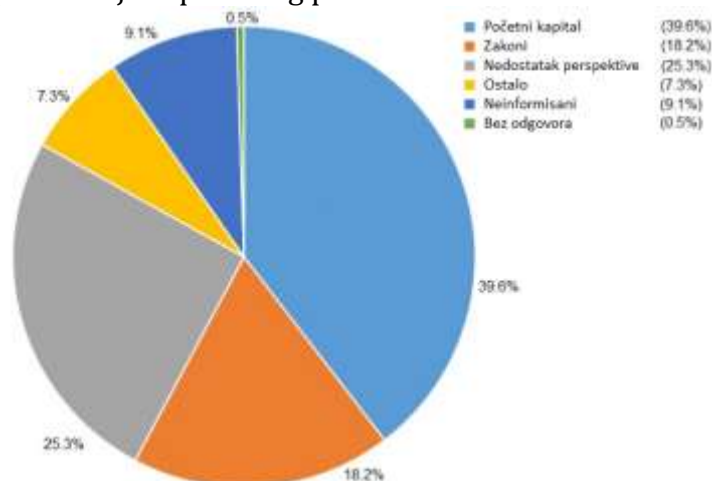
Svakako preduzetništvo mladih je važan faktor za razvoj ekonomske stabilnosti jedne zemlje. Upravo zbog toga ovaj rad se fokusira da predstavi probleme i izazove kojima se mladi preduzetnici susreću prilikom pokretanja sopstvenog preduzeća. Uz to, razmatra se i potencijal savremenih tehnologija koje oblikuju četvrtu industrijsku revoluciju. Dalje, kroz ovaj rad predstavice se stanje preduzetništva mladih u Srbiji kao i mogućnosti primene tehnologija I4.0. Takođe, date su preporuke i smernice za unapređenje preduzetništva mladih u Srbiji kroz primenu tehnologija I4.0. Smernice za dalja istraživanja predstavljene su u okviru diskusije.

1. Preduzetništvo mladih u Srbiji

Preduzetništvo se može predstaviti kao skup procesa i aktivnosti pojedinaca ili grupa koji se fokusiraju na stvaranje ekonomskih šansi i vrednosti i sve to izvan postojećih organizacija. Preduzetništvo pozitivno utiče na ekonomski razvoj države dok preduzetništvo mladih donosi

dodatne pozitivne promene kao što su smanjenje nezaposlenosti mladih, i manji intenzitet odlaska mladih u inostranstvo [5].

Jedan od najznačajnijih faktora koji utiču na razvoj preduzetništva mladih je edukacija. Problem u Srbiji javlja se upravo tu. Mladi u Srbiji smatraju da nisu informisani ili su nepotpuno informisani o preduzetništvu kao opciji zaposlenja. Pored toga studenti smatraju nedostatak početnog kapitala i nedostatak perspektive kao glavne barijere ka pokretanju sopstvenog preduzeća [4]. Istraživanje koje je sprovedla *Služba za mala i srednja privredna društva, Privredne komore Srbije i Privredni forum mladih* pokazalo je da 49% anketiranih studenata smatra da nisu informisani o tome kako da pokrenu sopstveno preduzeće dok 30% smatra da otvaranje sopstvenog preduzeća je sporo i neefikasno [6]. Na Slici 1 predstavljen je dijagram koji procentualno prikazuje mišljenja studenata o izazovima i barijerama kojima se susreću prilikom pokretanja sopstvenog preduzeća.



Slika 1. Mišljenja studenata o izazovima i barijerama kod pokretanja sopstvenog preduzeća [4]

Kao što je već pomenuto može se videti da nedostatak početnog kapitala jedan od najvećih barijera preduzetništvu mladih. Nedostatak perspektive i zakonska regulativa takođe nepovoljno utiču na preduzetništvo mladih odnosno na pokretanje sopstvenog preduzeća.

Naspram zemalja Evropske Unije i SAD-a, Srbija poseduje osrednji potencijal kada je u pitanju preduzetnička klima. Rangiranje prema određenim faktorima poslovanja Srbija je zauzela sledeća mesta: izdavanje građevinskih dozvola 10. mesto; jednostavnost vođenja poslovanja 43. mesto; pokretanje poslovanja 32. mesto; priključak za električnu energiju 96. mesto; registracija nekretnina 57. mesto; plaćanje

poreza 82. mesto; dobijanje kredita 55. mesto; međunarodna trgovina 23. mesto; izvršavanje ugovora 60. mesto [7]. Može se videti da pored lakoće dobijanja građevinskih dozvola i međunarodne trgovine, prema drugim faktorima Srbija je rangirana među prvih 30% zemalja (od 190 zemalja koja su učestvovala u istraživanju). Zašto je važno preduzetništvo mladih? Velika stopa nezaposlenosti mladih negativno utiče na kupovnu moć i na razvoj karijere. Preduzetništvo smanjuje stopu nezaposlenosti, samim tim izučavanje i unapređenje preduzetništva mladih ima veliki značaj kako za povećanje standarda stanovništva tako i za ekonomski razvoj. U nastavku predstaviće se tehnologije I4.0 i njihov potencijal sa aspekta preduzetništva mladih.

2. Tehnologije Industrije 4.0 i njihov potencijal

Četvrta industrijska revolucija ima cilj da unapredi agilnost proizvodnih procesa kako bi se povećala efikasnost i efektivnost u određenoj grani industrije [3]. I4.0 bazira se na informaciono-komunikacionim tehnologijama (IKT). Neke od karakterističnih tehnologija I4.0 su proizvodnja na daljinu, 3D štampanje, računarstvo na daljinu ("cloud"), Internet stvari, Internet vrednosti, Internet ljudi, identifikacija radio frekvencijama (Radio Frequency Identification - RFID), napredna robotika, automatizacija procesa, simulacije, vertikalne i horizontalne integracije proizvodnih i drugih sistema, sajber-sigurnost, analiza podataka i drugi [8]. Ove tehnologije mogu se primeniti u različitim industrijskim granama.

Primena ovih tehnologija zavisi od veličine preduzeća, organizacione kulture, menadžmenta, industrijske grane i delatnosti i finansijske situacije. I upravo tu nastaje problem kod primene tehnologija I4.0. Sa finansijske strane većina od navedenih tehnologija predstavlja rizik za preduzeće. Početna ulaganja mogu biti velika a poboljšanje poslovnih performansi mala. Zbog toga, preduzetnici izbegavaju implementiranje novih tehnologija. Smatraju da se ne isplati rizikovati makar to koštalo preduzeće njene konkurentnosti. Svakako, mladim preduzetnicima početnicima nije isplativo niti neophodno ulaganje u napredne i savremene tehnološke sisteme koji zahtevaju značajna finansijska ulaganja.

Međutim, postoje servisi bazirani na ("cloud") tehnologiji koji su besplatni ili zahtevaju minimalna ulaganja u infrastrukturu i uopšteno prihvatljive finansijske resurse. Naravno, pre bilo koje implementacije potrebno je sprovesti analizu marketing okruženja, identifikovati poslovne ciljeve i projektovati finansijski plan kako bi moglo da se odredi

koje rešenje, koja tehnologija može da se upotrebi u cilju ostvarivanja poslovnih ciljeva. Tehnologije I4.0 zahtevaju određenu infrastrukturu, i ta infrastruktura zavisi od veličine preduzeća, broja zaposlenih, sistema poslovanja i primene tehnologije [9].

Zašto je važno primeniti neke od tehnologija I4.0? Usled globalizacije tržišta, konkurentnost preduzeća je postao imperativ za opstanak na tržištu. Savremene tehnologije bazirane na IKT omogućavaju unapređenje poslovanja u svim industrijskim granama. Mladi preduzetnici moraju da odgovore na zahteve modernog tržišta. Kao što je navedeno da tehnologije I4.0 imaju potencijal da poboljšaju poslovne performanse. Samim tim, mladim preduzetnicima i preduzetnicima uopšte važno je da razmotre i primene neke od tih tehnologija. Da li tehnologije I4.0 rešavaju problem konkurentnosti i da li uvek donose poboljšanje poslovnih performansi? Ne. Primena nekih od ovih tehnologija zahteva prethodno uređen sistem upravljanja kvalitetom, savremene metode i tehnike menadžmenta i fokus na inovativnost. To znači, da ukoliko preduzeće krene sa implementacijom i primenom jedne ili više tehnologija I4.0 a pritom nema razvijen sistem upravljanja kvalitetom niti efikasno rukovodstvo, lako može doći do negativnih rezultata u vidu povećanja troškova, nekonkurentnosti i loših poslovnih performansi. Zato važna komponenta je planiranje i projektovanje poslovnih ciljeva kako bi se prevazišli izazovi koje donosi pokretanje preduzeća i njegovog uspešnog vođenja. U nastavku rada date su preporuke i smernice za unapređenje preduzetništva mladih kroz primenu tehnologija I4.0.

3. Preporuke i smernice za unapređenja preduzetništva mladih u okvirima Industrije 4.0

Pokretanje preduzeća nosi sa sobom niz izazova. Mladi preduzetnici, preduzetnici početnici i preduzetnici uopšte moraju da odgovore na zahteve tržišta kako bi dostigli konkurentnost i dobru poziciju na tržištu. Na putu ka postizanju konkurentnosti primena nekih od tehnologija četvrte industrijske revolucije može pozitivno uticati na dostizanje konkurentnosti preduzeća. Preporuke i smernice za unapređenje preduzetništva mladih u okvirima I4.0 su sledeće:

- informisanje o postojećim tehnologijama I4.0;
- analiza tržišta (zahtevi potrošača, konkurenti) i definisanje poslovnih ciljeva koji se žele postići;
- razmatranje optimalne tehnologije I4.0 koja može da se primeni u poslovanju i projektovanje neophodnih finansijskih resursa za primenu tehnologije I4.0;

- sagledati pozitivne i negativne strane primene jedne ili više tehnologija I4.0;
- razviti plan za primenu jedne ili više tehnologija I4.0 koja neće drastično povećati troškove;
- tokom implementacije tehnologije I4.0 potrebno je uskladiti poslovne procese kako bi se izbegla neadekvatna primena te tehnologije;
- primena tehnologije I4.0 ne treba da bude cilj već alat ka postizanju poslovnih ciljeva;
- ukoliko u datom trenutku neka tehnologija I4.0 ne stvara dodatnu vrednost preduzeću, potrebno je razmotriti da li da se nastavi njena primena ili da se ukine;
- primena tehnologije I4.0 ne treba da baci „senku” na ostale poslovne procese već da pruži podršku kako bi se one efikasnije i efektivnije sprovele;
- potrebno je sprovesti periodične evaluacije poslovnih performansi kako bi se utvrdilo da li primena određene tehnologije pomaže u ostvarivanju poslovnih ciljeva.

Primena tehnologije I4.0 zavisi od velikog broja faktora (veličina preduzeća, početni kapital, tržište, konkurenti, infrastruktura, iskustvo i znanje zaposlenih) samim tim nije adekvatno proširiti detaljima navede smernice i preporuke.

Zaključak

Preduzetništvo mladih igra značajnu ulogu u ekonomskom razvoju države i smanjenju nezaposlenosti mladih. Globalizacija tržišta stvara pritisak na postojeća mikro, mala i srednja preduzeća (MMSP) kao i na potencijalne preduzetnike. Postizanje konkurentnosti na tržištu predstavlja izazov usled globalizacije i jake konkurencije. Sistem upravljanja kvalitetom je imperativ za postizanje dobre konkurentnosti, međutim često sistem kao takav nije dovoljan. Mladi preduzetnici moraju da budu u koraku sa razvojem IKT koje su osnova četvrte industrijske revolucije. Primena nekih od tehnologija I4.0 može doprineti boljoj konkurentnoj poziciji na tržištu. Takođe, usklađivanje poslovnih ciljeva sa globalnim tržištem i razvojem informaciono-komunikacionih tehnologija povećava šanse za ostvarivanje poslovne izvrsnosti.

Ovaj rad je analizirao preduzetništvo mladih u Republici Srbiji i potencijal tehnologija četvrte industrijske revolucije (Industrije 4.0). Za buduća istraživanja preporučuje se meta-analiza podataka o preduzetništvu u regionu i u svetu. Takođe, može se sprovesti i

komparativna analiza pokazatelja konkurentnosti između Srbije, zemalja Evropske Unije i SAD-a. Ovaj predstavlja dobru polaznu tačku za ta pomenuta buduća istraživanja.

Zahvalnost

Ovaj rad je podržan od strane Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost Republike Srbije, Autonomne Pokrajine Vojvodine pod brojem: 142-451-2461/2018-02.

LITERATURA

- [1] Bollingtoft, A., Ulhoi, J. (2005). *The networked business incubators – leveraging entrepreneurial agency*. Journal of Business Venturing, 20(2): 165–290.
- [2] Huggins, R., & Williams, N. (2011). *Entrepreneurship and regional competitiveness: The role and progression of policy*. Entrepreneurship & Regional Development, 23(9-10), 907–932.
doi:10.1080/08985626.2011.577818
- [3] Lu, Y. (2017). *Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues*. Journal of Industrial Information Integration, 6, 1-10.
- [4] Somer, A., Arsić, K., Govedarica, N., Nikolić, K., Pavković, M., Subotić, L., & Todorović, M. (March 2018). *Stavovi studenata Univerziteta u Beogradu o preduzetništvu mladih u Republici Srbiji* (eng. Attitudes of students from the University of Belgrade about youth entrepreneurship in the Republic of Serbia). Centar za Međunarodnu i Javnu Politiku (eng. Center for International and Public Politics). Beograd.
- [5] Carree, M. A., & Thurik, A. R. (2010). *The impact of entrepreneurship on economic growth*. In Handbook of entrepreneurship research (pp. 557-594). Springer, New York, NY.
- [6] Služba za mala i srednja privredna društva, Privredne komore Srbije i Privredni forum mladih (2016). *Analiza rezultata istraživanja o potrebama potencijalnih i postojećih mladih preduzetnika u Republici Srbiji* (eng. Analysis of research results regarding the needs of potential and existing young entrepreneurs in the Republic of Serbia. Beograd, Privredna komora Srbije.
- [7] IBRD /The World Bank, (2018). *Doing Business*
<http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/Serbia>
- [8] Gerbert, P., Lorenz, M., Rüßmann, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0-The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. The Boston Consulting Group.
- [9] Tupa, J., Simota, J., & Steiner, F. (2017). *Aspects of risk management implementation for Industry 4.0*. Procedia Manufacturing, 11, 1223-1230

Nataša Đalić, M.Sc. ⁴⁵

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboje, Republika Srpska, BiH

Mihalj Bakator, M.Sc. ⁴⁶

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

Unapređenje donošenja odluka u preduzećima kroz primenu informacionih sistema

Improving decision making in enterprises through the application of information systems

Rezime:

Ovaj rad analizira primenu informacionih sistema u cilju unapređenja donošenja odluka u preduzećima. Kroz primenu informacionih sistema, rukovodstvo u preduzeću može unaprediti proces donošenja poslovnih odluka. Informacioni sistem u okvirima preduzeća može da se sastoji iz više poslovnih funkcija. Te funkcije su sistemi transakcione obrade podataka i poslovni informacioni sistemi. Za preduzeća važniji su poslovni informacioni sistemi koji dalje obuhvataju podsisteme prodaje, nabavke, marketinga, poslovnog planiranja, istraživanja i razvoja. U dobu globalizacije primena informacionih sistema je neophodno. Preduzeća moraju da posluju u okvirima Industrije 4.0 kako bi ostvarili ili zadržali konkurentnost na globalnom tržištu. U ovom radu analiziraće se potencijal primene informacionih sistema u cilju donošenja blagovremenih i efektivnih odluka kojima se mogu poboljšati poslovne performanse.

Ključne reči: informacioni sistemi, Industrija 4.0, donošenje odluka, MSP

Abstract:

This paper analyses the application of information systems for improving decision making in enterprises. Through the use of information systems, management in the enterprise can enhance the decision making process. Information systems within an enterprise can include several business functions. These functions are transaction data processing and business information systems. The latter is more important for enterprises as they include sub-systems for sales, purchases, marketing, business planning, research and development. In the age of globalization the application of information systems is necessary. Enterprises have to conduct business around the Industry 4.0 framework in order to achieve competitiveness on the global market. In this paper we analyze the potential applications of information systems for timely and effective decision making that could improve business performance.

Keywords: information systems, Industry 4.0, decision making, SME

Uvod

Informaciono-komunikacione tehnologije (IKT) mogu značajno dooprinesu unapređenju poslovnih performansi u malim i srednjim

⁴⁵ djalic.natasa@gmail.com

⁴⁶ mihalj.bakator@uns.ac.rs

preduzećima (MSP). U okviru IKT za MSP važni su informacioni sistemi (IS). Potrebno je naglasiti da je primena IKT u MSP u formi informacionih sistema (IS). IS su sistemi koji obuhvataju niz funkcija unutar preduzeća i kao takvi direktno su povezani sa svim poslovnim aktivnostima. Njihova primena donosi niz prednosti za preduzeća ali isto tako ima i negativne strane. Putem IS moguće je povećati efektivnost i efikasnost poslovanja. Pored toga, primena IS može značajno uticati na unapređenje konkurentnosti [1]. U dobu globalizacije tržišta, gde vladaju konstantne promene, MSP je važno da ostvare što bolju konkurentsku poziciju kako bi opstali na tržištu. Ono što je još važno za MSP jeste donošenje blagovremenih i efektivnih poslovnih odluka. Donošenje ovakvih, stratejskih odluka, može definisati buduće poslovne performanse i konkurentnost preduzeća [2]. IKT imaju potencijal da donošenje poslovnih odluka podignu na viši nivo. To znači, da MSP putem implementacije IS dobijaju efektivnije i efikasnije načine donošenja poslovnih odluka koji će dalje pozitivno da se odraze na poslovne performanse. Još jedan važan aspekt savremenog poslovanja jeste razmatranje okvira četvrte industrijske revolucije, poznatije još i kao Industrija 4.0 (I4.0). U okvirima I4.0 primenjuju se IKT u cilju povećanje produktivnosti i konkurentnosti preduzeća. Neke od tehnologija I4.0 su napredna robotika, automatizacija, računarstvo u oblaku, proizvodnja na daljinu, 3D štampanje, sajber sigurnost i druge [3].

U ovom radu analiziraće se primena IS u MSP. Obuhvatiće se funkcije kod kojih se primenjuju IS i na koji način se primenjuju. Takođe, analiziraće se primena IS u procesima donošenja stratejskih poslovnih odluka u okvirima Industrije 4.0. Dalje, predložiće se smernice za MSP sa aspekta primene IS i tehnologija Industrije 4.0.

1. Informacioni sistemi u malim i srednjim preduzećima

U velikim preduzećima IS otvaraju vrata ka novim šansama za kreiranje vrednosti. Vrednost dolazi od eksploatacije informacija koja se skladište i distribuiraju u okviru IS. Velika preduzeća primenjuju IS i samim tim uživaju u pozitivnim rezultatima koje IS donose. Sa druge strane MSP ređe implementiraju i primenjuju IS. Razlog za to su relativno velika početna ulaganja. MSP koja koriste IS u svojim poslovnim aktivnostima teže da sinhronizuju funkcije IS sa svojim poslovnim strategijama. Uglavnom primena IS u MSP pojavljuje se u dva oblika. Prvi oblik primene obuhvata implementaciju računovodstvenih alata i paketa, dok drugi oblik obuhvata implementaciju baze podataka koja

prikuplja podatke o kupcima i partnerskim preduzećima u cilju poboljšanja usluga prodaje i saradnje sa drugim preduzećima [4].

U drugim istraživanjima, objektivno posmatrano, u okvirima poslovanja MSP, primena IS može imati mnogo više od dve funkcije. Prvo tu je upravljanje lancima nabavke gde se IS koriste za komunikaciju tj. saradnju sa partnerima i dobavljačima sirovina kao i kupcima. Kompleksne aktivnosti kod upravljanja lancima nabavke kao što su planiranje proizvodnje, logistika, distribucija i optimizacija mreže snabdevanja u internom i eksternom okruženju preduzeća, zahtevaju efektivnu i efikasnu distribuciju pravih informacija i sprovođenje odgovarajućih operacija. Bez IS, ove aktivnosti, ove operacije, bi bile praktično nemoguće sprovesti [5]. Dodatno, IS mogu se primeniti za potrebe sprovođenja benčmarkinga. Dalje, IS mogu značajno da unaprede produktivnost (just-in-time koncept), i da smanje operativne troškove.

Nakon implementacije IS u MSP, uspešnost primene u poslovnim aktivnostima ne zavisi samo do vrste IS, već veštine, znanja i motivisanosti zaposlenih takođe igra značajnu ulogu. Rezultati istraživanja su pokazala da IKT, tačnije poslovni informacioni sistemi (PIS) poboljšavaju koordinaciju unutar preduzeća. Zatim, IS pozitivnu utiču na kvalitet poslovanja, i poboljšavaju internu i eksternu komunikaciju među zaposlenima. Međutim, pored pozitivnih strana IS, potrebno je napomenuti da nakon implementacije često se javlja period stagnacije i tek nakon određenog vremena se vide poboljšanja u poslovanju. Ovo je naročito izraženo kod MSP [6]. Svakako uspešnost primene IS zavisi od vrste preduzeća, broja zaposlenih, organizacione kulture, konkurentnosti, tržišta i potencijala u vidu partnerstva i lojalnosti kupaca. Zato je neophodno pre uvođenja IS uraditi temeljnu evaluaciju stanja u preduzeću kako bi se identifikovali sektori koji mogu da se unaprede implementacijom nekih rešenja u okviru IS. Nakon identifikovanja i definisanja stanja u preduzeću i identifikovanja postojećih šansi na tržištu može se planirati primena IS.

2. Potencijal primene informacionih sistema za donošenje odluka u okvirima Industrije 4.0

Kao što je već pomenuto u prethodnom poglavlju, IS imaju potencijal da poboljšaju poslovne performanse preduzeća. Pre nego što se predstavi primena IS za donošenje odluka u okvirima Industrije 4.0, potrebno je ukratko predstaviti istu.

Industrija 4.0 (I4.0) ili četvrta industrijska revolucija obuhvata ciljeve i koncepte preko kojih preduzeća mogu da postignu veću produktivnost. Tehnologije I4.0 mogu se primenjivati u proizvodnim sistemima; prikupljanju, analizi i obradi podataka; kontroli podataka; modeliranju i simulaciji kao i predviđanju određenih događaja koji se odnose na poslovanje preduzeća [7]. Tehnologije I4.0 uključuju "pametnu" proizvodnju, "pametni" dizajn sistema, "pametnu" kontrolu poslovnih aktivnosti, analiza podataka, i "pametno" planiranje poslovnih aktivnosti [8]. Implementacija i uspešnost primene ovih tehnologija zavisi od mnogo faktora kao što su industrijske grane, delatnosti preduzeća, finansijskih resursa i motivisanost menadžmenta [9]. Primena IS za donošenje odluka spada pod tehnologije Industrije 4.0, samim tim kao takva, iziskuje ne samo kapital u formi finansijskih resursa, već i intelektualni kapital koji je mnogo važniji. Kroz IS za donošenje odluka, menadžment preduzeća može efektivno planirati i sprovesti poslovne aktivnosti koji će dugoročno gledano da poboljšaju poslovne performanse (produktivnost, prihode, dobit, kvalitet itd.). Funkcije IS mogu da obuhvate sve funkcije unutar preduzeća. Neki od funkcija su IS marketinga, IS proizvodnje, IS nabavke, IS prodaje, IS skladištenja i IS u cilju ostvarivanja partnerstva sa drugim preduzećima (klasterizacija).

Proces donošenja odluka putem IS u okviru I4.0 sastoji se od prikupljanja podataka o proizvodnji, lancu nabavke, distribucije i tržištu. Svi podaci i informacije skladištu se u bazi podataka. U okviru baze podataka vrši se analiza istih, zatim identifikovanje pretnji, problema i šansi na tržištu. Pomoću alata za donošenje odluka "potkovanim" podacima iz baze podataka, menadžment dobija uvid u stepen rizika za određene odluke i stanje u preduzeću. Na osnovu svih ovih parametara, unapređuje se process donošenja odluka. Naravno, pre svake implementacije IS potrebno je sagledati sve negativne i pozitivne strane ulaganja iste, i proveriti da li preduzeće poseduje kapacitet u vidu znanja i veština zaposlenih za implementaciju.

3. Preporuke i smernice za unapređenja poslovnih performansi kroz primenu informacionih sistema

MSP suočavaju se sa mnoštvo izazova kako u internom tako i u eksternom poslovnom okruženju. Pored standardnih izazova sa kojima se susreću MSP, potrebno je odgovoriti i na izazove koje donosi globalizacija tržišta (jaka konkurencija, zahtevniji potrošači). Pred menadžment preduzeća stavlja se težak zadatak kada je u pitanju

donošenje poslovnih odluka. Kao što je diskutovano, IS mogu značajno doprineti unapređenju donošenja odluka. Preporuke i smernice za primenu IS u preduzećima i u okvirima Industrije 4.0 su sledeće:

- analiza internog i eksternog poslovnog okruženja i identifikovanje svih poslovnih faktora;
- pre implementacije IS potrebno je proveriti da li preduzeće raspolaže svim neophodnim resursima za sprovođenje implementacije do kraja;
- razmatranje funkcija u okviru kojih se IS može primeniti;
- definisanje prioriteta tokom implementacije i same primene IS;
- razmatranje drugih tehnologija iz domena Industrije 4.0;
- projektovanje neophodnog kapitala (finansijskog ali i intelektualnog) u slučaju uvođenja drugih tehnologija Industrije 4.0;
- razvijanje plana implementacije kako bi se smanjio rizik od neuspeha;
- konstantna evaluacija rada IS i sastavljanje izveštaja kako bi se donosile adekvatne odluke.

Pre svake implementacije IS ili neke nove tehnologije (I4.0) potrebno je uzeti u obzir veličinu preduzeća, veličinu tržišta, broj konkurenata, postojeću i neophodnu infrastrukturu, znanje i veštine zaposlenih, iskustvo menadžmenta i neophodna finansijska sredstva.

Zaključak

Globalizacija tržišta kao ekonomski faktor, stavio je pred MSP nove izazove koji treba da se prevaziđu kako bi se ostvarila konkurentnost na tržištu. Upravo zbog toga MSP moraju da posluju u skladu sa novim tehnologijama i da poslovne strategije baziraju na kvalitetu, produktivnosti i na inovativnosti. U ovom radu predstavljena je primena IS u preduzećima. U zavisnosti od implementacije IS mogu biti primenjeni u sektoru nabavke, marketinga, proizvodnje, skladištenja, prodaje, distribucije ili bilo koje druge poslovne aktivnosti. Ono što je menadžerima važno jeste donošenje brzih i efektivnih odluka o poslovnim aktivnostima. IS omogućavaju upravo to. Širi okvir IS jeste Industrija 4.0 gde se teži ko unapređenju produktivnosti i poboljšanju poslovnih performansi uopšte. Može se zaključiti da u zavisnosti od potreba preduzeća, IS mogu itekako doprineti razvoju i unapređenju poslovnih aktivnosti, a naročito u donošenju odluka jer se informacije i

podaci sakupljaju iz svih delova preduzeća na osnovu kojih menadžer može doneti najbolju odluku.

Ovaj rad daje osnovu za dalja istraživanja u domenu primene IS kako za donošenje poslovnih odluka tako i za druge aktivnosti u preduzeću. Za buduća istraživanja preporučuje se meta-analiza sprovedenih istraživanja u preduzećima.

LITERATURA

- [1] Consoli, D. (2012). *Literature Analysis on Determinant Factors and the Impact of ICT in SMEs*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 62, 93–97. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.016
- [2] Salles, M. (2006). *Decision making in SMEs and information requirements for competitive intelligence*. Production Planning & Control, 17(3), 229–237. doi:10.1080/09537280500285367
- [3] Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). *Industry 4.0: state of the art and future trends*. International Journal of Production Research, 56(8), 2941–2962. doi:10.1080/00207543.2018.1444806
- [4] Levy, M., Powell, P., & Yetton, P. (2002). *The Dynamics of SME Information Systems*. Small Business Economics, 19(4), 341–354. doi:10.1023/a:1019654030019
- [5] Tatoglu, E., Bayraktar, E., Golgeci, I., Koh, S. C. L., Demirbag, M., & Zaim, S. (2015). *How do supply chain management and information systems practices influence operational performance? Evidence from emerging country SMEs*. International Journal of Logistics Research and Applications, 19(3), 181–199. doi:10.1080/13675567.2015.1065802
- [6] Bayo-Moriones, A., Billón, M., & Lera-López, F. (2013). *Perceived performance effects of ICT in manufacturing SMEs*. Industrial Management & Data Systems, 113(1), 117–135. doi:10.1108/02635571311289700
- [7] Lu, Y. (2017). *Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues*. Journal of Industrial Information Integration, 6, 1–10.
- [8] Mittal, S., Khan, M. A., Romero, D., & Wuest, T. (2018). *A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs)*. Journal of Manufacturing Systems, 49, 194–214. doi:10.1016/j.jmsy.2018.10.005
- [9] Ongori, H., & Migiro, S. O. (2010). *Information and communication technologies adoption in SMEs: literature review*. Journal of Chinese Entrepreneurship, 2(1), 93–104. doi:10.1108/17561391011019041

Dr Slavoljub Milovanović ⁴⁷

Ekonomski fakultet, Univerzitet u Nišu, Niš

Razvoj i primena mobilne poslovne inteligencije u elektronskom poslovanju preduzeća

Development and Application of Mobile Business Intelligence in Enterprise Electronic Business

Rezime:

Poslovna inteligencija predstavlja informacione tehnologije i sisteme za podršku prilikom donošenja odluka u elektronskom poslovanju preduzeća. Poslovna inteligencija unapređuje elektronsko poslovanje velikog broja globalnih kompanija koje su pod stalnim pritiskom da zadrže korisnike svojih usluga, smanje troškove poslovanja, upravljaju rizikom i koriste tehnologiju kao izvor konkurentске prednosti. Mobilna inteligencija, kao deo bazične poslovne inteligencije, povećava produktivnost u analizi podataka i omogućava korisnicima pristup različitim tipovima podataka, bilo kada i bilo gde, koristeći odgovarajuće aplikacije i uređaje. U ovom radu vršimo analizu korišćenja aplikacija mobilne poslovne inteligencije u povećanju produktivnosti mobilnih korisnika koji svoje poslove obavljaju udaljeno od njihovih radnih mesta i u pokretu.

Ključne reči: Elektronsko poslovanje, poslovna inteligencija, aplikacije mobilne poslovne inteligencije

Abstract:

Business intelligence is information technologies and systems that support decision-making in the company's electronic business. E-commerce today is increasingly adopted by a large number of global companies, as they are constantly under pressure to retain users of their services, reduce operating costs, manage risk and use technology as a source of competitive advantage. Mobile intelligence, as part of basic business intelligence, increases productivity of users in data analytics and allows users to access different types of data anytime, anywhere, using appropriate applications and devices. In this paper, we analyze the use of mobile business intelligence applications in e-business improvement and increasing the productivity of mobile users who perform their jobs away from their workplaces and on the move.

Key words: Electronic business, business intelligence, applications of mobile business intelligence

Uvod

U fokusu ovog istraživanja je mobilna poslovna inteligencija (PI) kao informaciona tehnologija prvashodno razvijena da omogući upravljanje performansama organizacije i da stavi ukupne potencijale preduzeća u funkciju donošenja najkvalitetnijih odluka radi ostvarenja

⁴⁷ smilovan@eknfak.ni.ac.rs

strateških ciljeva preduzeća. Kao disciplina, mobilna poslovna inteligencija obuhvata različite vrste tehnologija, alata i metoda.

Cilj ovog rada je da analizira savremene modele razvoja i primene mobilne poslovne inteligencije i da predstavi specifičnosti razvoja aplikacija mobilne poslovne inteligencije. Osim toga, rad je ilustrovan najpoznatijim i najuspešnijim primerima konkretnih softverskih rešenja, kao što su IBM Cognos, SAP BusinessObjects i Jaspersoft Mobile.

Mnogi istraživači [1] [2] [3] su kroz svoje radove pokušavali da daju odgovore na sledeća pitanja: kako poslovna inteligencija omogućava proaktivan način vođenja preduzeća, koji su troškovi povezani sa razvojem i održavanjem informacionog sistema baziranog na mobilnoj poslovnoj inteligenciji, kako primena poslovne inteligencije utiče na smanjenje troškova i povećanje učinka na osnovu korišćenja informacija koje ova informaciona tehnologija (IT) generiše, koji su argumenti za i protiv primene određenog modela elektronskog poslovanja baziranog na mobilnoj poslovnoj inteligenciji i koji su pretpostavljeni budući pravci razvoja mobilne poslovne inteligencije. Ovaj rad daje doprinos istraživanju ove teme na nacionalnom nivou, tako što objašnjava evoluciju poslovne inteligencije koja je dovela do inkorporiranja mobilnosti u ovu tehnologiju, kategorizaciju aplikacija mobilne poslovne inteligencije i osnove razvoja ovih aplikacija.

1. Evolucija poslovne inteligencije

Poslovna inteligencija (PI) danas se smatra osnovom razvoja i dizajna inteligentnih poslovnih sistema. Međutim, od vremena nastanka (kasne osamdesete) do sada, PI je prešla dug put. Važan podsticaj u istraživanju ove teme je dao Orain [4] koji je definisao pojam "poslovna inteligencija" (PI) kao zbirni naziv kojim se opisuju koncepti i metode kojima se pobošljava donošenje odluka u organizaciji, korišćenjem inteligentnih sistema čije funkcionisanje se zasnova na činjenicama i znanju. Od tog trenutka, PI se jako brzo razvijala kroz nekoliko faza, zavisno od korišćene tehnologije. Pобољшanja u kasnijim fazama dopunjuju ona postignuta u prethodnim, tako da PI postaje sve komplikovanija i sofisticiranija.

Na samom početku su za pravljenje strateških menadžerskih izveštaja korišćene *data mining* metode i alati (dubinska analiza ili „rudarenje“ podataka). Druga faza u razvoju PI se karakteriše primenom OLAP (Online Analytical Processing) tehnologije i multidimenzionalnim analizama podataka prikupljenih u skladištima

podataka (data warehouse), kao i u *data mart* podskupovima tih skladišta.

U trećoj fazi razvoja PI, koristi se metodologija balansirane bodovne kartice (Balanced Scorecard). Sa nastankom i razvojem Internet poslovanja, *web* aplikacija i servisa, javlja se nova faza u razvoju PI, jer su *web* analitika i *web mining*, kao forme PI, počele da privlače veliku pažnju IT i drugih profesionalaca.

Peta faza je počela kada je tehnologija poslovne kontrolne table (Business Dashboard) postala nezamenljiva komponenta upozoravajućih sistema za donošenje odluka podržanih PI.

Najzad, danas smo i sami svedoci ere mobilne i lokacijske poslovne inteligencije zasnovane na odgovarajućim mobilnim tehnologijama koje mogu da prate lokacije korisnika mobilnih uređaja.

Koliko se može predvideti iz današnje perspektive, dalji razvoj PI u bliskoj budućnosti treba očekivati u domenu analize nestrukturiranog sadržaja i analiziranja tzv. velikih podataka (Big data), kao forme sofisticirane poslovne inteligencije.

2. Aplikacije mobilne poslovne inteligencije

Aplikacije poslovne inteligencije koje rade na desktop uređajima preuzimaju podatke i pretvaraju ih u informacije u formi vizuelnih tabela i grafikona, da bi dale objedinjeni pregled podataka korisniku. Međutim, poslovne aktivnosti se sve više odvijaju van kancelarije. Zaposlenima je potreban trenutni pristup podacima, da bi bili u toku sa trendovima u poslovanju i da bi donosili poslovne odluke brže, dok su u pokretu.

Aplikacije mobilne PI preuzimaju podatke iz baza podataka i kreiraju tabele i grafikone, da bi korisnik imao ad hoc pregled i vizuelnu analizu. Informacije se prikazuju na mobilnim uređajima u formi kontrolnih tabli, ključnih indikatora performansi, listi rezultata i upozorenja. Aplikacije PI mogu da se instaliraju na mobilnim uređajima kao izvorne mobilne aplikacije specifične za određeni operativni sistem, ili kao hibridne aplikacije pogodne za više operativnih sistema. [5]

Izvorne (native) mobilne aplikacije. Izvorna mobilna aplikacija je aplikacija specijalno dizajnirana za određeni operativni sistem. Na primer, da bi se kreirala aplikacija za Apple iPhone, potrebno je koristiti programski jezik *Objective-C*. Slično tome, *C#* se koristi za Windows uređaje, a Java za Android mobilne uređaje. *Native* aplikacije za iOS (operativni sistem koji se koristi na Apple uređajima) ne mogu da se pokrenu na Android uređajima i obrnuto. *Native* aplikacije koriste sve prednosti određenog mobilnog telefona, međutim, kreiranje izvornih

aplikacija zahteva dobro poznavanje platforme određenog operativnog sistema. *Izvorne* aplikacije su zbog toga zahtevnije i teže za programiranje, jer svaka aplikacija mora da se prilagodi, da bi mogla da funkcioniše na različitim uređajima sa različitim operativnim sistemima.

Hibridne (cross-platform) mobilne aplikacije. *Cross-Platform* programiranje podrazumeva kreiranje aplikacije koja može da funkcioniše na više različitih mobilnih platformi i operativnih sistema. Hibridne mobilne aplikacije povezuju mobilno *web* programiranje sa „native“ programiranjem, omogućavajući upotrebu „*web mark-up*“ jezika, kao što su HTML, CSS for layout i JavaScript. Na taj način, mobilni uređaj osnovnih mogućnosti postaje mobilni *web* pretraživač.

3. Karakteristični primeri aplikacija mobilne PI

Ovde ćemo ukratko objasniti tri proizvoda mobilne PI, radi lakšeg razumevanja konkretnih komercijalnih rešenja koja su primenjena u mnogim preduzećima. Oni su izabrani uzimajući u obzir njihovu popularnost na tržištu i obuhvataju vlasnički softver, kao i softver otvorenog koda. IBM Cognos i SAP BusinessObjects su izabrani kao tržišni lideri u oblasti vlasničkog (proprietary) softvera, dok je Jaspersoft izabran kao perspektivni igrač na tržištu softvera otvorenog koda.

Softver otvorenog koda (SOK) je licenciran tako da odobrava korisnicima upotrebu, izučavanje, prepravku i redistribuciju izvornog koda, dok vlasnički softver to zabranjuje zakonom o autorskom pravu. SOK ima prednost kad je u pitanju brzi razvoj kome doprinose korisnici širom sveta, dok vlasnički softver zadržava izvorni kod i samo onaj ko ima licencu može da koristi softver pod određenim uslovima. IBM Cognos i SAP BusinessObjects Mobile su vlasničke aplikacije mobilne PI koje ograničavaju inspekciju, prepravku i redistribuciju izvornog koda. S druge strane, Jaspersoft Mobile je komercijalni softver otvorenog koda koji nudi svoje osnovne aplikacije besplatno, a dodatne funkcionalnosti se mogu kupiti po pristupačnoj ceni.

IBM Cognos Mobile [6]. Cognos softver nudi veliki broj servisa dizajniranih za podršku donošenju odluka u preduzeću, od poslovne inteligencije, preko analize finansijskog rezultata i strategijskog menadžmenta, do analitičkih aplikacija. IBM Cognos Mobile omogućava korisnicima pristup bazama podataka preduzeća, bilo gde i bilo kad, proširenjem Cognos poslovne inteligencije na mobilne uređaje. Ovaj IT proizvod pruža fleksibilnu i proverenu platformu za mobilno donošenje odluka koje postaje jednostavno, pouzdano i bezbedno za korisnike. Ovim korisnicima je potrebno da vide, analiziraju i podele sadržaj na

različitim mobilnim uređajima, bilo da su van ili u kancelariji, *onlajn* ili *oflajn*, bez ikakve smetnje.

SAP BusinessObjects [7]. Mobile SAP AG je softverska korporacija iz oblasti upravljanja poslovnim operacijama i odnosima sa klijentima. SAP BusinessObjects pruža rešenja PI, podržava donošenje odluka zasnovanih na činjenicama, omogućava korisnicima pristup bitnim informacijama i pomaže ostvarenju brzih, pouzdanih, i krajnje izvanrednih rezultata. SAP BusinessObjects proširuje svoje solucije PI na sve mobilne uređaje. SAP Mobilna PI omogućava bezbedno mobilno okruženje za organizaciju, gde korisnici imaju momentalni pristup *onlajn* i *oflajn* informacijama.

Jaspersoft Mobile [8]. Jaspersoft nudi fleksibilan, isplativ i široko upotrebljiv softver za poslovnu inteligenciju koji omogućava bolje donošenje odluka. On obezbeđuje rešenja poslovne inteligencije na internetu sa komercijalnim softverom otvorenog koda koji se stalno unapređuje, jer ima aktivnu zajednicu korisnika koja doprinosi poboljšanju ovog proizvoda. Jaspersoft mobile nudi veću funkcionalnost kod mobilnih uređaja sa modernim dizajnom, fleksibilnom arhitekturom i povoljnom licencom za povećanje performansi i fleksibilnosti, i sve to po povoljnoj ceni.

4. Osnove razvoja mobilnih aplikacija PI

Ključne stvari koje bi trebalo da se uzmu u obzir prilikom razvoja aplikacija mobilne PI su:

- **Izbor razvojne platforme.** Ovde treba da se uzmu u obzir zahtevi korisnika i implementacione platforme (na primer, iOS, Android ili oba)
- **Izbor *native* ili *web-based* programiranja.** Ovo će zavisi od funkcionalnih zahteva ciljne grupe za koju se kreira aplikacija. Na primer, ukoliko je aplikacija namenjena za igru, potrebno je primeniti *native* pristup prilikom programiranja.
- **Funkcionalnost i ciljna grupa.** Aplikacija PI treba da zadovolji različite potrebe različitih korisnika. Na primer, generalni direktor treba da analizira regionalnu prodaju, dok menadžer nižeg ranga zahteva svakodnevne izveštaje o proizvodnji.

Bez obzira na postignuti napredak u ovoj oblasti, i dalje postoje dva velika izazova u razvoju aplikacija mobilne PI: kako uspešno prilagoditi dizajn aplikacije PI mobilnom uređaju i kako odabrati najbolji vizuelni metod, bi podaci bili prikazani na malim ekranima telefona.

Prilikom odabira platforme za kreiranje mobilne aplikacije, potrebno je uzeti u obzir tri parametara: Prvo, tržišni udeo određenog operativnog sistema, jer on određuje potencijalno tržište aplikacije. Drugo, da li su softverski alati za programiranje i izvorni kodovi dostupni kao otvoreni izvor. Treće, predviđanje budućih trendova i potencijala za razvoj. Na globalnom nivou, oko dve trećine prodatih pametnih telefona je sa Android operativnim sistemom. Na kraju 2018. godine [9], Android je vodio na tržištu sa 74.15%, zatim sledi iOS sa 23.28% i Windows Mobile sa 0.29%. Android operativni sistem predstavlja otvoreni set koji daje programerima slobodu da na fleksibilan način kreiraju aplikacije. To je platforma otvorenog izvornog koda i njeno korišćenje je besplatno.

Na kraju, objasnićemo ukratko karakteristike dva programska okvira za razvoj aplikacija mobilne PI. Jedan programski okvir je otvorenog koda (*PhoneGap*), a drugi je komercijalne prirode u vlasništvu Oracle korporacije (*Oracle Application Development Framework*).

PhoneGap. Ovaj programski okvir otvorenog izvornog koda služi za kreiranje hibridnih (cross-platform) m-aplikacija. Aplikacije su hibridne zbog toga što koriste *web markup* jezike, ali, takođe, pristupaju programskom interfejsu *native* aplikacija (*API - application programming interface*) na mobilnim uređajima. API predstavlja set standarda koje softver mora da zadovolji kako bi omogućio pristup programu drugog softvera. Mobilna PI je razvijena tako da pristupa *native* bazama podataka, da bi sačuvala podatke koji treba da se prikažu na ekranu pametnog telefona.

SQLite baze podataka se najčešće koriste za razvoj m-aplikacija. *SQLite* je ugrađeni sistem za upravljanje relacionim bazama podataka i nalazi se unutar aplikacije gde su upakovani njegovi kodovi. On je široko primenjen u mobilnim uređajima, tablet računarima i drugim priručnim uređajima. *SQLite* podržava sve relacione baze podataka *SQL* sintakse, dostupan je na svim Android uređajima i ne zahteva podešavanje baze podataka ili uređivanje.

Oracle Application Development Framework (ADF) [10]. Ovaj programski okvir koristi *Java* i *HTML5* za kreiranje mobilnih aplikacija. ADF omogućava programerima da razviju aplikaciju koja će moći da funkcioniše na više različitih platformi uz pomoć *HTML* i *CSS Javascript* alata, da bi aplikacija imala pristup svim izvornim funkcijama uređaja, kao što su baze podataka, kamera, GPS i ostale. Ovo omogućava programerima da kreiraju aplikacije i za iOS i za Android uz pomoć jednog koda. S obzirom da je kod primenljiv na oba mobilna operativna sistema, tu nema potrebe za interpretacijom i prevodom koda prema određenom operativnom sistemu uređaja.

Zaključak

Tehnologija PI kombinuje baze podataka, aplikacije i analitičke alate, da bi se izvršila analiza podataka. Nastankom i razvojem mobilne poslovne inteligencije, mogućnost pristupa podacima i njihovoj analizi, odvojena je od radnog mesta, tj. od kancelarije i računara. Postoje mnogobrojne aplikacije i alati mobilne PI, kao i platforme i okviri za razvoj ovih aplikacija, koji se mogu naći na tržištu ovih softverskih proizvoda. Ovde smo se opredelili da objasnimo neke tipične aplikacije mobilne PI i programske okvire za razvoj, da bi smo ilustrovali bazične principe razvoja aplikacija mobilne PI.

LITERATURA

- [1] Winter, J., Battisti, S., Burström, T., Luukkainen, S. (2018). Exploring the Success Factors of Mobile Business Ecosystems. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 15(03): 11-33.
- [2] Legner, C., Urbach, N., Nolte, C. (2016). Mobile business application for service and maintenance processes: Using ex post evaluation by end-users as input for iterative design. *Information & Management*, 53(6): 817-831.
- [3] Evans, J. R. (2017). *Business analytics: Methods, models, and decisions* (Vol. 3). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- [4] Orain, David (2009). Real-Time Manufacturing Intelligence: 10 Ways to Improve Productivity, Reduce Costs, and Enhance Customer Satisfaction. <http://www.omnitrol.com>. (18. 03. 2019)
- [5] Cravero, A., & Sepúlveda, S. (2014). Multidimensional design paradigms for data warehouses: a systematic mapping study. *Journal of Software Engineering and Applications*, 7(1), 53
- [6] IBM Cognos Mobile Overview (2019) <https://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg27045608> (20.03.2019)
- [7] SAP BusinessObjects BI (2019) <https://searchsap.techtarget.com/definition/SAP-BusinessObjects-BI> (20.03.2019)
- [8] Jaspersoft Mobile Analytics(2019) <https://www.jaspersoft.com/jaspersoft-mobile-analytics> (20.03.2019)
- [9] Mobile Operating System Market Share Worldwide (2019) <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide> (20.03.2019)
- [10] Oracle Application Development Framework - Oracle ADF (2019) <https://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/adf/overview/index.html>

Dr Dušan Regodić ⁴⁸

Slobomir P Univerzitet, Bijeljina, Republika Srpska

Dr Marija Matotek Anđelić ⁴⁹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin, Srbija

Radomir Regodić, M.Sc.

Singidunum univerzitet, Beograd, Srbija

Analiza rizika riversne logistike The Risk Analysis of Reverse Logistics

Rezime:

Stroge ekološke norme i smanjenje izvora sirovina povećale su važnost obrnute logistike. Međutim, značajan deo rizika je uključen u obrnuti lanac snabdevanja kojim se mora efikasno upravljati od strane organizacija. Rizici riversne logistike nisu mapirani na odgovarajući način. Rezultati ukazuju na to da upravljanje zalihama ima značajan uticaj na povratnu logistiku. Nalazi kvantifikacije rizika primenom Kinney metode će pružiti korisne informacije menadžerima lanaca snabdevanja i istraživačima za donošenje odluka u povratnoj logistici.

Ključne reči: Riversna logistika, analiza rizika, Kinney metoda.

Abstract:

Rigid environmental regulations and diminishing raw material resources have consolidated the importance of reverse logistics. However a substantial amount of risk is involved in the reverse supply chain which has to be managed by organizations effectively. The risks of reverse logistics have not been mapped appropriately. The results indicate that managing inventory has a significant impact on reverse logistics. The findings of the risk quantification using by Kinney method will provide useful information to the supply chain managers and researchers for decision-making in reverse logistics.

Keywords: Reverse logistics, Risk Analysis, Kinney Method.

Uvod

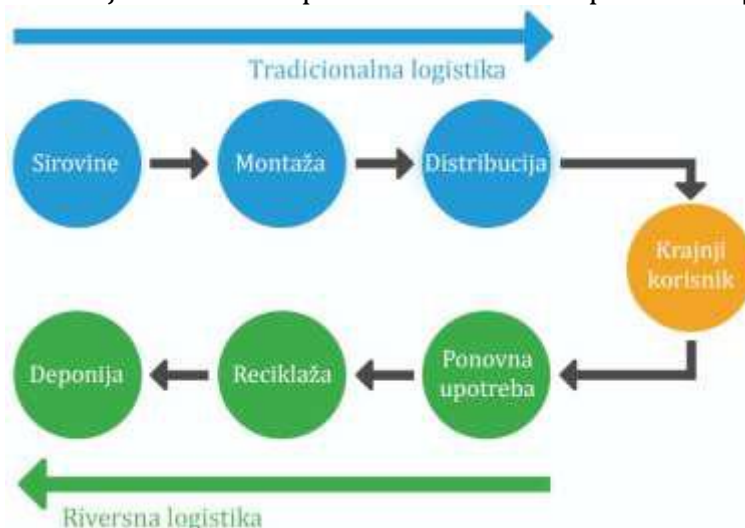
Tokom poslednjih desetak godina riversna logistika predstavlja izuzetno važan segment poslovanja svih vrsta kompanija, kako zbog narastajućih ekoloških problema i oštre zakonske regulative, tako i zbog pojačanog akcenta na društvenu odgovornost i održavanja konkurentske prednosti na globalnim tržištima. [1]

Integrirani sistemi logistike podrazumevaju kretanje proizvoda ka potrošačima, dok riversno kretanje proizvoda od potrošača ka ostalim članovima u lancu snabdevanja omogućavaju sistemi riversne logistike. Riversna logistika se odnosi na aktivnosti logistike i veštine upravljanja

⁴⁸ dušanregodic5@gmail.com

⁴⁹ matotek@vts-zr.edu.rs

koje se koriste za smanjenje, upravljanje i za deponovanje otpada počev od ambalaže za jednokratnu upotrebu do različitih proizvoda. [2]



Izvor: <https://www.smartsheet.com/logistics-management>

Slika 1. Procesi riversne logistike

Ako ne postoje materijali ili roba koja se šalje “unazad”, onda to ne spada u aktivnosti riversne logistike. [3]

Riversna logistika se razlikuje od upravljanja otpadom, pošto se upravljanje otpadom uglavnom odnosi na efektivno i efikasno prikupljanje i preradu otpada (proizvoda koji se ne mogu više koristiti). Srž problema je definicija otpada, pošto se problematika u vezi sa otpadom često reguliše zakonima (na primer, zakon nekada zabranjuje uvoz otpada). Riversna logistika se usredsređuje na povraćaj proizvoda koji poseduju izvesnu vrednost i na procesuiranje tih proizvoda gde rezultat procesuiranja ulazi u novi lanac snabdevanja (tj. ne završava uvek kao otpad). Takođe, riversna logistika se razlikuje od zelene logistike pošto ona tretira ekološke aspekte u svim logističkim aktivnostima i posebno se fokusira na tok dobara od proizvođača do potrošača.

Program riversne logistike može doneti direktne benefite kompanijama kroz: smanjenje upotrebe sirovina, povećanje vrednosti vraćenih proizvoda (na bazi njihovog procesuiranja) i smanjenje troškova odlaganja otpada. Industrijska ekologija je područje koje se odnosi na riversnu logistiku. Ona je posvećena izučavanju odnosa između industrijskih sistema i okruženja. Osnovni cilj je da se linearni industrijski sistemi (od sirovina do otpada) dopune cikličnim sistemom

(procesuiranjem vraćenih proizvoda ili materijala). Kod cikličnih sistema riversna logistika igra glavnu ulogu. [4]

1. Rizici riversne logistike

Obzirom na sveprisutnost rizika u svakoj ljudskoj aktivnosti, iznenađujuće je da ne postoji konsenzus o tome kako definisati rizik. U cilju postavljanja jasne granice između merljivih i nemerljivih neizvesnosti, uveden je termin rizik, koji se odnosi na prošla, i termin neizvesnost, koji se odnosi isključivo na buduća stanja posmatranog sistema. Zadržavajući nivo opštosti pri određivanju pojma, rizik se može definisati kao objektivna verovatnoća gubitka, i neizvesnost kao subjektivna verovatnoća očekivanog povoljnog ishoda. [5] Moderna američka kultura, izgrađena na preduzetništvu i privatnoj inicijativi, u svoj svakodnevni život je uvela izreku: „No risk, no profit“, za koju se pre može reći da rizik posmatra sa pozitivnog stanovišta. Ipak, za srpsku, a može se reći i za kulturu većine evropskih naroda, rizik ima negativnu konotaciju. [6] Može se zaključiti da rizik predstavlja proizvod pozitivne verovatnoće pojave smetnje koja će uticati na funkcionisanje sistema i evidentnih ili neevidentnih posledica po stabilnost sistema. [7]

Generalno posmatrano, upravljanje rizikom se može definisati kao disciplina koja podrazumeva mogućnosti da budući događaji mogu izazvati suprotne efekte. Rizik ipak ne mora da bude u potpunosti posmatran kao izbegavajuća kategorija. Prema opšteprihvaćenim normama, upravljanje rizikom predstavlja identifikaciju, ocenu, izdvajanje prioriteta, zatim koordiniranje i ekonomično primenjivanje resursa kako bi se minimizirala, pratila i kontrolisala mogućnost ili uticaj neželjenih događaja i maksimizirala realizacija očekivanih uspeha. [8]

Potrebno je napomenuti i da su u poslovnom sistemu u odnosu na oblast izlaganja, riziku izloženi: ljudski faktor, tehnologija, okruženje i poslovni procesi. [9] Ono što kompanije stvarno trebaju jeste proaktivno upravljanje rizicima. [10]

Rizike riversne logistike možemo posmatrati kao interne i eksterne. Interni su prepoznati kao rizici zaliha, upravljanja podacima i upravljanja vremenom. Eksterni rizici riversne logistike nastaju u interakciji kompanije sa okruženjem, najčešće su to rizici životne sredine i spoljnih usluga (outsourcing).

Analizom relevantnih radova iz oblasti rizika u riversnoj logistici, kao i dobrih i loših primera iz prakse, autori predlažu osam najvažnijih grupa rizika:

1. Rizik po životnu sredinu: Rizici povezani sa štetama po životnu sredinu i otporima lokalne zajednice.
2. Rizik zaliha: Rizici povezani sa problemom skladištenja u pogledu prostora, uslova skladištenja, oštećenih proizvoda i oštećenja u skladištu.
3. Rizik upravljanja podacima: Rizik povezan sa tačnošću informacija, sigurnošću, poremećajima, intelektualnom svojinom i outsourcingom informacija.
4. Rizik upravljanja vremenom: Rizik koji nastaje zbog kašnjenja u sortiranju i nedovoljno radne snage.
5. Upravljački rizik: Javlja se zbog nedostatka plana doslednosti, nedostatka stručnosti i iskustva.
6. Kulturološki rizik: Nastaje zbog otpora primeni novih metoda.
7. Rizik outsourcinga: Rizik povezan sa oštećenjem u transportu, greškama od strane pružaoca usluga riversne logistike i nepoznatih skrivenih troškova.
8. Poremećaj/katastrofični rizik: Odnosi se na prirodne i izazvane katastrofe kao što su zemljotresi, poplave, epidemije, radnički štrajk, nesreće i teroristički napadi.

2. Analiza rizika

Kinney metoda za procenu rizika uvedena je prvi put u upotrebu 1976. godine u okviru tehničke dokumentacije Vojnopomorskog oružanog centra u Kaliforniji, SAD. Autori metode, Kinney i Wiruth, u početku su imali za cilj prevenciju rizika od eksplozija u vojnoj industriji. Kao takav, metod je naišao na opšti uspeh širom Evrope. Većina relevantnih literaturnih izvora upravo ovu metodu kvalifikuje kao bazičnu metodu procene rizika. Evaluacija i rangiranje rizika, po ovoj metodi, nastavlja da bude lider u oblasti širom država članica EU. Na primer, u Belgiji je Kinney metoda univerzalan alat, kako u velikim kompanijama, tako i u malim i srednjim preduzećima. Prema Kinney metodi [11] procena rizika se posmatra kroz tri parametra:

- verovatnoća pojave opasnosti ili štete (događaja) – V,
- učestalost (vreme izlaganja opasnostima/štetnostima) – U i
- težina nastale posledice – P.

Nakon završetka faze identifikacije, pristupa se razvijanju scenarija rizika. Na osnovu postavljenog konteksta, numeričke vrednosti se dodeljuju verovatnoći, učestalosti i težini posledice. Konačni rezultat proizvoda ova tri faktora će formirati rang rizika (I-V).

$$R = V \times U \times P$$

Nakon izvršenog rangiranja rizika (tabela 1), neophodno je dati predlog mera koje bi se realizovale – sprovele, ukoliko bi se identifikovani rizik i ostvario. Autori su dali predlog mera za ublažavanje rizika riversne logistike koji su mogući u domenu ljudski resurs.

Tabela 1: Rangiranje rizika riversne logistike prema Kinney metodi

RB	Prepoznavanje i utvrđivanje opasnosti	Procena rizika				
		Verovatnoća	Posledice	Učestalost	V x P x U	Rang pretnje
1	Životna sredina	6	7	2	84	III
2	Zalihe	3	7	2	42	II
3	Upravljanje podacima	10	15	1	150	III
4	Upravljanje vremenom	10	15	1	150	III
5	Planiranje	3	15	1	45	II
6	Otpor novim metodama	10	7	10	700	V
7	Outsourcing	6	3	2	36	II
8	Poremećaji i katastrofe	3	40	2	240	IV

Na osnovu procene rizika riversne logistike prema Kinney metodi, došli smo do zaključka da se nivo ekstremnog rizika najčešće pojavljuje, za sferu ljudskog faktora, u vezi otpora ka uvođenju novih metoda rada. Numerička vrednost za moguću posledicu, za slučaj realizacije rizičnog događaja, je postavljen na maksimum iz razloga postojanja mogućnosti smrtnog ishoda za jednog ili više radnika, usled pružanja otpora novim metodama rada, npr. ne pridržavanje pravila adekvatnog rukovanja novim/savremenim aparatima i uređajima za sortiranje i preradu povratnog materijala, ne poznavanje procedura, ne korišćenje savremenih ličnih zaštitnih sredstava itd.

Obzirom da smernice primene Kinney metode preporučuju stalni nadzor i praćenje kategorija koje su kategorisane kao rizici nižeg nivoa, autori predlažu da se za rizike IV i V kategorije sprovedu mere prikazane tabelom 2.

Tabela 2. Predlog mera za ublažavanje rizika riversne logistike za domen ljudski resurs, kategorije rizika IV i V

KATEGORIJA	LJUDSKI RESURS
Subkategorija	Otpor novim metodama
Predlog mera za ublažavanje/uklanjanje rizika	“Disciplonovanje” višeg rukovodioca, za primer; Pregovaranje; Organizovati male interne istreage kako bi se identifikovali odgovorni; Javna priznanja i finansijske stimulacije; Omogućiti adekvatne obuke i treninge...
Subkategorija	Poremećaji i katastrofe
Predlog mera za ublažavanje/uklanjanje rizika	Obzirom da kompanija ne može da se bori protiv prirodnih nepogoda iz ove kategorije rizika, autori predlažu prilagođavanje promenama i adekvatne pripreme, npr. predviđa se poplava terena na kome se nalazi skladište, osigurati imovinu kod osiguravajuće kuće, na vreme pripremiti alternativni proctor za privremeno premeštanje mašina i opreme... Razumevanje odnosa u kompaniji; Pažljivo slušanje; Poštovanje prava zaposlenih...

Zaključak

Problematika upravljanja rizicima riversne logistike mora biti odgovarajuće tretirana i podržana svojom strukturom na svim nivoima upravljanja i odlučivanja, ali i sprovođenja poslovnih aktivnosti. Upravljanje ovakvim rizicima je proces aktivnog donošenja odluka kojima se izbegavaju problemi pre nego što oni iskrсну. Njime se direktno poboljšava proces donošenja odluka, naročito onih koje sa sobom nose velike rizike. Predviđanje događaja koji mogu da krenu naopako postaje svakodnevna aktivnost i upravljanje rizikom u logističkim sistemima postaje ravnopravan proces sa ostalim procesima.

Autori zaključuju da neuspesi upravljanja rizicima riversne logistike mogu biti kategorisani u dve grupe, kao operativni neuspesi i neuspesi operativaca. Dugoročno posmatrano, permanentno upravljanje rizicima koje je uključeno u proizvode i usluge kao i u proizvodne procese omogućava kompanijama da postanu ili ostanu konkurentne na tržištu.

LITERATURA

- [1] Agrawal, S., Singh, R.K., Murtaza, Q. (2015). *A literature review and perspectives in reverse logistics*. Resources, Conservation and Recycling, 97, 76-92.
- [2] Bloomberg, D., Le May, S., Hanna, J. (2002). *Logistics*. Prentice Hall, New Jersey.

- [3] Tibben-Lembke, R.S., Rogers, D.S. (1998). *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. University of Nevada, Reno Center for Logistic Management.
- [4] Cvetković, S. (2008). *Ekološki problemi u okviru riversne logistike*. Festival kvaliteta 2008. 3. Konferencija o kvalitetu života, Kragujevac.
- [5] Kinght, F. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston and New York: Houghton Mifflin Company.
- [6] Molnar, R. & Matotek, M. (2014). *Strategijski menadžment - Praktikum*. Zrenjanin: Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu.
- [7] Matotek, M. (2015). *Kvantifikacija rizika u lancima snabdevanja*. Doktorska disertacija. Univerzitet Singidunum, Beograd.
- [8] ISO 31000. (2009). *ISO 31000 - Risk management - Principles and guidelines*. International Organization for Standardization.
- [9] Matotek, M., & Regodić, D. (2015). *Gestión del riesgo de los recursos humanos en la cadena de suministro*. Dyna Management, 1-8.
- [10] Maslarić, M. (2014). *Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja*. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka. Novi Sad.
- [11] Kinney, G., Wiruth, A.D. (1976). *Practical risk analysis for safety management*. In NWC Technical publication 5865. USA: Naval Weapons Center.

Dr Milorad Rančić ⁵⁰

Mr Spasoje Erić ⁵¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Nanotehnologije – supertehnologije Četvrte industrijske revolucije

Nanotechnology – Supertechology of the Fourth Industrial Revolution

Rezime:

Nezadrživi razvoj nauke i tehnike doveo je do pojave novih supertehnologija. Njihove primene već su nas uvele u Četvrtu industrijsku revoluciju. Jedna od tih revolucionarnih tehnologija koja nas vodi u budućnost je nanotehnologija.

Nanotehnologija je multidisciplinarna oblast koja je svoje metode i tehnike spustila na nano nivo (milijoni deo milimetra). Istraživanja i primene obavljaju se na strukturama atoma i molekula. Dobijeni rezultati imaju široku primenu u veoma različitim oblastima: elektronici, mašinstvu, hemiji, vojnoj tehnici, medicini, farmaciji... Pojavljuju se i novi proizvodi budućnosti: elektronske komponente, novi materijali, nano roboti, molekularne mašine, pametni lekovi...

U ovom radu izlažu se osnovne karakteristike nanotehnologija, ističe se njihov značaj i ukazuje na mogućnosti i pravce daljeg razvoja.

Ključne reči: nanotehnologija, istraživanje, primena, budućnost.

Abstract:

The unrestrainable development of science and technology has led to the emergence of new supertechologies. Their applications have already introduced us to the Fourth Industrial Revolution. One of these revolutionary technologies that takes us to the future is nanotechnology.

Nanotechnology is a multidisciplinary field that has lowered its methods and techniques to the nano level (a millionth of millimeter). Research and applications are performed on the structures of the atoms and molecules. The results obtained have wide application in very different areas: electronics, mechanics, chemistry, military technology, medicine, pharmacy... New products of the future are emerging: electronic components, new materials, nano robots, molecular machines, smart drugs...

In this paper, the basic characteristics of nanotechnology are exposed, their significance is explained and points to the possibilities and directions of further development.

Keywords: nanotechnology, research, application, future.

Uvod

⁵⁰ rancicmil@ptt.rs

⁵¹ erics@ptt.rs

Sredinom prošlog, dvadesetog, veka postalo je potpuno jasno da odlučujuću ulogu u društvenom razvoju imaju savremene tehnologije. Na svetskoj sceni pojavile su se naučne i tehničke discipline sa izuzetno uspešnim rezultatima. Njihov razvoj stavio je čovečanstvo pred mnoge izazove. Dostignuća Treće industrijske revolucije dovela su do dramatičnih promena u mnogim oblastima društva ali i u životima običnih ljudi. Usvojen je proces praćenja Treće industrijske revolucije u deset ključnih oblasti (akronim TEKNOBERGS): telekomunikacije, elektronika, kompjuteri, novi materijali, optoelektronika, biotehnologija, energetika, robotika, genetika, svemirska istraživanja.

Međutim, nezadrživi razvoj nauke i tehnoloških dostignuća doveo je da su se danas, na kraju druge desetine dvadesetprvog veka, pojavile nove, ultramoderne, supertehnologije. Neke od njih su i revolucionarne: veštačka inteligencija, virtuelna stvarnost, nanotehnologije, genetsko inženjerstvo, aditivna proizvodnja, internet stvari, blokčejn, neurotehnologije... Primena nekih od ovih tehnologija je već otpočela i svet je ušao u Četvrtu industrijsku revoluciju.

U ovom radu izlažu se osnovne karakteristike jedne od supertehnologija koje nas uvode u budućnost. To su nanotehnologije, multidisciplinarna oblast koja je svoje metode i tehnike spustila na nivo atoma i molekula i nano dimenzija (milioniti deo milimetra).

1. Osvrt na istorijski razvoj

Nanotehnologija je mlada naučna oblast. Neki smatraju da je nastala 1959. godine kada je američki profesor fizike Ričard Fejman u okviru svog predavanja postavio problem manipulacije u upravljanju atomima i molekulima na nano nivou. Istraživači su prihvatili ovaj poziv i tako je nastala nova, moderna, oblast nauke i inženjerstva sa izuzetno dinamičnim razvojem. Termin "nanotehnologija" prvi je upotrebio japanski naučnik Norio Tanguči godine 1974. u svom radu o proizvodnim tehnologijama za izradu vrlo malih predmeta čije su dimenzije mere u jedinicama nanometri (10^{-6} mm). Američki inženjer Erik Dreksler je prihvatio ovaj termin i nastavio rad na popularizaciji "molekularne nanotehnologije" u svojoj knjizi "Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology"(1).

Osamdesetih godina prošlog veka nastala je "molekularna elektronika". U laboratoriji kompanije IBM istraživači Gerd Binig i Henrih Roher napravili su 1984. godine prvi skenirajući tunelski mikroskop (STM) i atomski mikroskop (AFM). Istraživački tim Kroto, Smalej i Curl je 1985. godine sintetizovao prvi nanomaterijal. Ova grupa molekula

ugljenika C_{60} nazvana je fullerena prema inovatoru Rihardu Fuleru. Japanski naučnik Idžima je 1991. godine otkrio nano tube na bazi ugljenika koje su se pokazale kao jedan od najperspektivnijih nanomaterijala(3). Dvadesetih godina prošlog veka veći broj industrijski razvijenih zemalja sveta prihvatilo je sve brojnije nanotehnološke inicijative i aktivnosti. Formirane su grupe istraživača u postojećim i neformalnim nacionalnim naučno – istraživačkim centrima. Međutim, pravi procvat nanotehnologije nastao je u poslednjih petnaestak godina. Danas je to multidisciplinarna naučna i inženjerska oblast koja se bavi proučavanjem, projektovanjem i izradom proizvoda i uređaja na dimenzionom nivou nanometra. Izučava se na svim svetskim univerzitetima. Istraživačko razvojni centri velikih svetskih kompanija ulažu ogromna materijalna i finansijska sredstva u njen razvoj. Japan, Amerika, Evropska unija u nano istraživanja ulažu nekoliko desetina milijardi evra godišnje. Prate ih, takođe, Kina, Rusija, Indija... Prema (7) vrednost tržišta nano proizvoda u 2015. godini iznosila je preko 3000 milijardi dolara. U preko 30 zemalja sveta broj kompanija koje se bave ovom delatnošću, za 2011. godinu iznosio je preko 600. broj nano proizvoda svakim danom je sve veći.

2. Osnove nanotehnologije

Nanotehnologija je interdisciplinarna naučna oblast koja proučava fizičke, hemijske i biološke osobine molekula i atoma. Njen razvoj je omogućio manipulaciju, upravljanje i korišćenje supstanci i materijala na atomskom nivou u razmerama od 1 do 100 nm (jedan nanometar – milioniti deo milimetra). Široke mogućnosti primene ove tehnologije omogućile su osobine izuzetno malih čestica, nano čestica. Karakteristike čestica na nano nivou veoma se razlikuju od karakteristika čestica na mikro nivou. Smanjenjem veličine čestica raste površina čestica tako da npr. 1 kg čestica od 1 mm^2 ima istu površinu kao 1 mg čestica od 1 nm^2 . Zato se osobine nano čestica (električne, termičke, otporničke i dr.) znatno razlikuju od osobina mikročestica istog hemijskog sastava. Naprimer, stabilne čestice aluminijuma na nano nivou postaju nestabilne i zapaljive a inertno zlato na nano nivou postaje potencijalni katalizator. Tačka topljenja nano čestice zlata je $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ dok je na makronivou ona $1064\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ugljene nano cevo (CNTs) poseduju sto puta veću švrstoću od čelika, a pri tome su znatno lakše i imaju veću provodljivost. Zbog ovih svojih specifičnih osobina nano čestice se mogu među sobom lako kombinovati i modifikovati. Manipulacije česticama na

nano nivou pružaju neslućene mogućnosti primene u različitim oblastima.

Dosadašnji razvoj nanotehnologije išao je u dva glavna pravca:

- fizički orjentisane nanotehnologije,
- hemijski orjentisane nanotehnologije

Fizički orjentisana nano tehnologija omogućila je projektovanje i izradu nano sistema koji se koriste za potrebe merenja i istraživanja. Veliki broj komponenti, instrumenata i uređaja od kojih se kao primer navodi jedan. Integralni nano tehnološki uređaj JSPM-5200(5) namenjen je za merenje i snimanje fizičkih karakteristika obrađenih površina. Sastoji se od baze (mikroskopska glava, sto, skener), antivibracionog stola, AFM pojačavača, kontrolera, računara i opcionih komponenti (sondi). Programski paketi omogućavaju analizu skeniranih površina, izradu 3D slika, merenje karakteristika površine materijala i drugo.

Hemijski orjentisane nanotehnologije su uglavnom zasnovane na elektrohemijским reakcijama koje su prisutne u mnogim tehnološkim procesima. Primeri ovih aplikacija su brojni: poboljšanje osobina i površinska zaštita metala, sinteza hemijskih proizvoda, skladištenje i konverzija hemijske u električnu energiju itd. Elektrohemijske reakcije uglavnom zavise od električnog potencijala, međupovršinske strukture, karakteristika elektrolita, medijuma u kome se obavlja reakcija i dešava transport i razmena elektrona. Elektrohemijšku ćeliju čine dve ili više elektroda, potencijostat, odgovarajući elektrolit i neophodna elektronika koja upravlja i vodi proces.

U veoma bliskoj budućnosti očekuje se integracija i sinergija ova dva osnovna pravca razvoja nanotehnologija. Time će se stvoriti uslovi za još veću lepezu primene ovih tehnika i tehnologija.

3. Primeri primene nanotehnologija

Kao multidisciplinarna naučna i stručna oblast nanotehnologija je do danas našla primenu u veoma različitim granama tehnike i tehnoloških procesa. S obzirom na mogućnosti i perspektive koje pruža njene aplikacije će u bliskoj budućnosti biti neverovatno široke. U kraćem pregledu koji sledi navode se neki karakteristični primeri primene ove savremene tehnologije u poslednjih desetak godina u oblastima: elektronika, mašinstvo, vojna tehnika, prehrambena industrija, hemija, medicina, kozmetika, farmacija...

3.1 Elektronika

Elektronika kao nanotehnologija ima dvostruku ulogu. Bez elektronike nebi bilo moguće istraživati toliko male dimenzije a sa druge strane nanotehnološka otkrića pronašla su izuzetno velike mogućnosti primene u elektronici. Minijature, brze i jeftine elektronske komponente izrađuju se od nano materijala kao što su to grafen i ugljeničke cevi. Zahvaljujući primeni novih materijala i dostignućima nano tehnologije pojavile su se i nove nano elektronske komponente, sklopovi i uređaji. Rezonantna tunel dioda, tunnelski tranzistor sa efektom polja (tunel FET), grafenski tranzistor sa efektom polja, tranzistor sa jednim elektronom, tranzistor sa vrućim elektronima, spinski tranzistor, jedinice za memorisanje podataka... samo su neki od novih komponenti(4).

Spisak elemenata "nano elektronike" može se dopuniti: senzori koji čitaju magnetne zapise gustine i preko 100 puta veće od klasičnih, čipovi, molekularni prekidači, logički sklopovi, laseri, hard diskovi kapaciteta više stotina GB, novi biomolekularni 7nm procesori, nano kompjuteri...

3.2 Mašinstvo

U oblasti mašinstva nano tehnologije imaju široku primenu, a neke od njih su:

- Pобољшanje fizičkih i mehaničkih osobina klasičnih mašinskih materijala primenom termičkih, hemijskih i elektrohemijskih procesa:
 - povećanje površinske tvrdoće, jačine na kidanje, žilavosti... (kaljenje, cementiranje, nitiranje...);
 - promena površinskih struktura materijala;
 - nanošenje tankih prevlaka u cilju zaštite od korozije ili zbog estetskih razloga (niklovanje, hromiranje, pozlata...)
- Dobijanje novih vrsta materijala sa specijalnim tehničkim karakteristikama (sinter materijali, legirani materijali, polimerni materijali, kompozitni materijali, karbonski materijali).
- Reparacije pohabanih mašinskih delova.
- Povećanje otpornosti na habanje (rezni alati, klizni elementi)(6).
- Modernizacija funkcionalnosti mašinskih delova i sklopova.
- Izrada minijaturnih mašina i uređaja (mikrorobot i sl.).
- Projektovanje i izrada molekularnih mašina (nano mašine). Ove mašine se dele na sintetičke i biološke. To je uređen skup molekula čije kretanje može da se kontroliše i koji izvode

određene radnje kada im se doda energija. Godine 2016. naučnici Savaž, Stodart i Fering napravili su minijaturni lift, motor i veštački mišić (Nobelova nagrada).

3.3 Vojna tehnika

Dolazak nano tehnologija dovodi i do značajnih promena u vojnoj tehnici i načinu ratovanja(7). To se odnosi pre svega na vojnu opremu i naoružanje koji će imati sledeće odlike:

- Smanjena težina. Primena nano kompozitnih materijala i nano legura (polimeri, karbon) zameniće čelik i druge teške metale.
- Adaptivna struktura. Pametna ili adaptivna struktura omogućava laku promenu konfiguracije, oblika i osobina tradicionalnih složenih sistema kao što su zgrade, hangari, mostovi i sl.
- Smanjene vibracije. Kompozitni materijali imaju značajno manje štetne vibracije što je veoma važno kod aviona, vozila, vatrenog oružja.
- Primena stela tehnologije. Novi nano materijali omogućavaju smanjenje akustičnih, optičkih, elektromagnetnih i infracrvenih odraza što će omogućiti bolje maskiranje i sprečiti otkrivanje uređaja i oružja.
- Upotreba nano filtera. Primena nano materijala omogućiće izradu kvalitetnijih filtera za zaštitu od toksičnih, bioloških i hemijskih otrova.
- Ojačani oklopi vozila. Nano polimeri imaju mnogo veću žilavost i krutost što će znatno ojačati oklope delova vozila, oruđa i oružja, a time povećati bezbednost ljudstva.
- Primena nano tekstilnih materijala. Izrada odeće i obuće od nano vlakana smanjiće težinu a povećati njihovu otpornost na razne vrste agenasa. Izrada odeće od specijalnih tkanina moći će da vojnika zaštiti od visokih i niskih temperatura, hemijskog, biološkog, mehaničkog dejstva, vode... Novi materijali koristiće se i za izradu druge opreme – šatori, vreće za spavanje, rukavice i sl.
- Nano mašine, nano roboti. Uvođenje nano robota veličine jednog mikrometra koji imaju sve odlike velikih robota (inteligenciju, daljinsko upravljanje, samokontrola) u potpunosti će promeniti filozofiju ratovanja. Mašine će moći da zamene vojnika u mnogim, po život opasnim akcijama kao što su izviđanje, prolaz kroz miniran prostor i sl.

3.4 Prehrambena industrija

Već se danas na tržištu hrane nalazi preko 300 nano prehrambenih proizvoda u 4 ključna područja:

- nano modifikacije semena, đubriva i pesticida,
- "obogaćivanje" i modifikacija hrane,
- interaktivna "pametna" hrana,
- "pametna" ambalaža.

Ulazak nano tehnologija u proces proizvodnje hrane doneće joj sasvim nove karakteristike:

- Hrana će se kreirati oblikovanjem atoma i molekula.
- Podešavaće se sadržaj hranljivih materija, prilagoditi i pojačavati ukus i boja.
- Hrana će prilagođavati zdravstvenim potrebama potrošača.
- Vršiće se uklanjanje i deaktiviranje masti i šećera.
- Proizvodiće se hrana koja će biti i lek (čišćenje arterija i sl.)
- Proizvodiće se interaktivna "pametna", hrana.
- Sigurnosna ambalaža će biti "pametna" i moći će da prepozna zagađenje ili kvarenje hrane.
- Biće smanjena upotreba pesticida.
- Poboljšaće se uzgoj biljaka i životinja.
- Stvoriće se nano bio industrijski proizvodi.

3.5 Medicina

Razvoj nano tehnologija i otkrića molekularne biologije počeli su da menjaju osnove dijagnostike, terapije, kontrole i prevencije bolesti. Definisana je nova grana medicine – nano medicina(2). Njen zadatak je da obolele ćelije otkloni ili reparira jednu po jednu. Nano medicina ima široko polje proučavanja od primene nano materijala, odnosno, nano čestica, "nano mašina" (koje se npr prave od DNK), nano vlakna, polimernih nano čestica (koriste se kao biomaterijal) pa sve do uređaja na nano nivou (npr. Si – mikročipovi za otpuštanje lekova ili šuplje mikro igle od Si – monokristala)...

4. Nanoproizvodi

Izuzetno brzi razvoj nanotehnologije kao nauke i njenih metoda i tehnika omogućio joj je i izuzetno široku primenu. Broj kompanija u svetu koje se bave izradom nanotehnoloških proizvoda u poslednjih deset godina se svake godine duplira. Komercijalne proizvode je nemoguće prebrojati a tržište se neprekidno širi. Prethodno je izdvojeno nekoliko karakterističnih oblasti ali bi trebalo puno prostora da se

navedu i sve ostale. Jer danas se komercijalno dostupni proizvodi mogu naći i u automobilske industriji, tekstilnoj industriji ("pametni materijali za odeću"), industriji boja i lakova, građevinarstvu, proizvodnji sportske opreme, bele tehnike, u telekomunikacijama, energetici... pa čak i u slikarstvu.

Neverovatan je broj nano proizvoda koji se koristi u običnom, svakodnevnom, životu. Kao primer navodi se sledeći izbor: kesice za čaj koje prečišćavaju vodu, veštački mišići, odeća koja greje ili prečišćava vazduh, putevi koji tope led...

Očigledno je da, bar kada se tiče nanotehnologije, inventivnost istraživača i inovatora nema ograničenja.

Zaključak

Mnogi futurolozi smatraju da će nanotehnologija biti jedna od vodećih tehnologija 21. veka. Njen izuzetno brzi razvoj, nesagledivi potencijal, široka lepeza mogućnosti, nepredvidivi broj aplikacije u najraznovrnijim oblastima ljudske delatnosti potvrđuju mišljenja inženjera da je ona već danas supertehnologija. Kao supermoderna tehnologija budućnosti nanotehnologija će sigurno biti jedan od najvažnijih činilaca Četvrte industrijske revolucije u koju je svet već zakoračio.

LITERATURA

- [1] Gabor L. H., Džon J. M., Tibals H.F., (2008). Fundaments of Nano-Technology. CRC Press.
- [2] Grujić T., (2013). Primena nanomaterijala u medicini. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- [3] History of nanotechnology, (Preuzeto 20.03.2019.). www.kheper.net
- [4] Jurki B., (2012). Primjena nanotehnologije u elektrotehnici. Pula: Politehnika.
- [5] Matija L., Kojić, D., i dr. (2011). Uvod u nanotehnologije. Beograd: Don Vas/Nauka.
- [6] Mošorinski P., Rančić M., (2015). Nano materijali i savremeni alatni materijali. Zrenjanin: Naučno-stručni časopis DIT, broj 24., Društvo inženjera Zrenjanin.
- [7] Ostojić G.,(2018). Nanotehnologija-perspektive i moguće opasnosti primene u vojnoj industriji. (Preuzeto 20.03.2019.) www.odbrana.mod.gov.rs

SESIJA #2

Dr Gordana Ludajić ⁵²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Jelena Kiurski Milošević ⁵³

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Aleksandra Šućurović ⁵⁴

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Karakteristike poljoprivredne biomase

Characteristics of agricultural biomass

Rezime:

U radu su prikazani rezultati ispitivanja peleta od pšenične i sojine slame, kukuruzovine kao i mešavina navedenih slama. Rezultati su pokazali da uzorci sojine slame imaju najniži sadržaj pepela odnosno najveći procenat sagorljivih materija i najvišu toplotnu moć goriva. Analizirana je statistička zavisnost toplotne moći biomase od hemijskog sastava i pepela. Dobijeni rezultati ukazuju da postoji značajna zavisnost između sledećih parametara: vodonika, azota i sadržaja pepela i toplotne moći biomase.

Ključne reči: biomasa, pelet od slame, toplotna moć, pepeo, hemijski sastav biomase

Abstract:

The paper presents the results of testings of pellets from wheat and soya straw, corn stover and mixtures of these straw. The results showed that soybean straw samples have the lowest ash content, respectively the highest percentage of combustible materials and the highest heating value of fuel. The statistical dependence of the heating value of biomass on chemical composition and ash was analyzed. The obtained results indicate that there is a significant dependence between the following parameters: hydrogen, nitrogen and ash content and heating value of biomass.

Keywords: biomass, pellets from straw, heating value, ash, chemical composition biomass

Uvod

Korišćenje biomase kao obnovljivog izvora energije za dobijanje električne i toplotne energije ima ogroman potencijal i u stalnom je porastu. U poređenju sa fosilnim gorivom, korišćenjem biomase emisija ugljen monoksida (CO) i ukupnog organskog ugljenika (TOC) je značajno niža.

Biomasa, kao alternativna vrsta goriva, deli se na čvrsto, tečno i gasovito biogorivo. U čvrsto biogorivo spada: slama od žitarica i uljarica, kukuruzovina, oklasak (kočanka), stabljike sirka, ljuške od semena suncokreta, glave i stabljike suncokreta, stabljike ricinusa, ostaci od stabljike konoplje, lana, hmelja i duvana, stabljike semenske šećerne

⁵² gludajic@gmail.com

⁵³ jelena.kiurski@gmail.com

⁵⁴ sandrasucurovic@gmail.com

repe, stabljike pasulja, otpaci od zrna žitarica i uljarica nastali u postupku čišćenja zrna, koštice i ljuske voća, grane od orezanih stabala voća i vinove loze, i dr.[1]

Biomasa, kao čvrsto biogorivo, ima svoje specifične karakteristike u odnosu na konvencionalne vrste goriva, u pogledu: hemijskog sastava, temperature sagorevanja, tačke topljenja pepela, toplotne vrednosti goriva i stepena zagađivanja okolne sredine[2].

Biljni ostaci iz poljoprivrede predstavljaju značajan izvor toplotne i električne energije, koja se može proizvoditi neposredno ili posredno putem odvijanja procesa gasifikacije i sagorevanja. Shodno tome, energetska potencijal biljnih ostataka iz poljoprivrede, kao i razvoj tehnologija za efikasno korišćenje biljnih ostataka iz poljoprivrede u energetske svrhe je predmet intezivnog istraživanja [3].

Cilj ovog rada je ispitivanje kvaliteta peleta od žetvenih ostataka. Pored elementarne analize peleta, koja je važna za sagledavanje njegovog hemijskog sastava, da bi se upoznali sa njim i ocenili mogućnost njegove primene, izvršena je i tehnička analiza. Pod tehničkom analizom se podrazumeva određivanje: količine isparljivih i neisparljivih delova biogoriva, gornje i donje toplotne moći goriva, sadržaj vlage, pepela i sumpora.

Ispitivana je i zavisnost toplotne moći biomase od elementarnog hemijskog sastava i sadržaja pepela.

1. Eksperimentalni deo

Materijal

Ispitivani su sledeći uzorci: pelet od pšenične slame sa aditivom (uzorak 1), kukuruzovina (uzorak 2), pšenična slama (uzorak 3), sojina slama (uzorak 4) i kompozitni uzorak (uzorak 5) dobijen spajanjem jednakih masenih udela kukuruzovine, pšenične i sojine slame.

Metode

Ispitivan je kvalitet peleta od žetvenih ostataka. U uzorcima peleta određeni su ukupna vlaga, sadržaj pepela, isparljivih materija, ukupnog sumpora, elementarnog sastava (sadržaj ugljenika, vodonika, azota i kiseonika), gornja i donja toplotna moć, karakteristične tačke topivosti pepela. Sadržaj vlage je određen u sušnici sušenjem uzoraka na 105°C do konstantne mase [4], a sadržaj pepela sagorevanjem uzorka sa vazduhom u peći za žarenje 2 h na 575°C [5]. Sadržaj isparljivih materija je određen sagorevanjem u koksnoj pećina 900°C bez prisustva vazduha[6]. Temperature topivosti pepela određene su na aparatu za određivanje topivosti pepela ErnestLeitz GMBH prema standardnoj metodi [7].

Statistička obrada eksperimentalnih rezultata

U radu je primenjena regresiona analiza, koja predstavlja skup statističkih metoda kojima se otkriva da li postoje veze između posmatranih pojava i kakve su po obliku i smeru. Analizirana je statistička zavisnost toplotne moći biomase od hemijskog sastava i pepela. Za statističku obradu rezultata je korišćen programski paket MINITAB 18.

2. Rezultati i diskusija

Rezultati analiziranih uzoraka peleta prikazani su u tabeli 1. Najniži sadržaj pepela je izmeren u uzorku peleta od sojine slame, 6,55%, dok kod uzoraka peleta od kukuruzovine i pšenične slame, 9,84% i 9,45%, što direktno utiče na procenat sagorljivih materija u gorivu i na gornju toplotnu moć goriva. Gornja toplotna moć je korelisana sa sadržajem pepela i očekuje se da sledi inverzan trend u odnosu na sadržaj pepela u gorivu, što se i dešava. Određivanje temperature sinterovanja pepela je kvalitativni indikator za ponašanje pepela u kotlu i pojave potencijalnih problema kao što je slepljivanje pepela i pravljenje naslaga na zidovima ložišta. Različite vrste poljoprivredne biomase se međusobno značajno razlikuju [2], a samim tim razlikuje se i njihovo sagorevanje, kao i problem koji nastaju u postrojenjima gde se biomasa koristi. Dobijeni rezultati pokazuju da je najviša temperatura sinterovanja kod peleta od sojine slame, a da najnepovoljnije karakteristike ima pšenična slama kod koje je početak sinterovanja na 714°C (tabla 1).

Tabela 1: Rezultati ispitivanja poljoprivredne biomase

		Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5
Vlaga	mas %	12,79	11,05	10,32	10,18	9,58
Pepeo		6,98	9,84	9,45	6,55	7,37
Sumpor ukupni		0,15	0,14	0,17	0,14	0,17
Koks		21,20	22,06	26,05	21,77	22,85
Fiksni ugljenik		14,22	12,23	16,60	15,22	15,49
Isparljivo		66,01	66,89	63,62	68,05	66,57
Sagorljivo		80,23	79,12	80,22	83,27	82,06
Toplota sagorevanja goriva						
Gornja toplotna moć	kJ/kg	15786	15401	15662	16222	15870
Donja toplotna moć	kJ/kg	14482	14131	14399	14939	14597
Početak sinterovanja	°C	776	827	714	1087	703

Elementarna hemijska analiza biomase prikazana je u tabeli 2. Elementarni sastav poljoprivredne biomase (kao i svakog goriva) određuje način i karakteristike procesa njenog sagorevanja. Od važnijih karakteristika slame koje su značajne za elementarni hemijski sastav su pre svega manji sadržaj ugljenika i vodonika u odnosu na fosilna goriva.

Tabela 2: Elementarni hemijski sastav biomase

		Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5
Ugljenik ukupni	mas %	39,42	39,41	39,28	40,96	39,97
Vodonik		4,90	4,93	4,98	5,09	5,00
Sumpor sagorljivi		0,15	0,14	0,17	0,14	0,17
Azot		0,58	0,64	0,65	0,67	0,66
Kiseonik		42,16	43,84	44,60	47,82	43,62

Hipoteza analizirana u radu je glasila: Da li postoji statistički značajna povezanost ispitivanih parametara u odnosu na gornju toplotnu moć uzoraka poljoprivredne biomase? Regresionom analizom rezultata dobijenih eksperimentalnim putem utvrđena je korelaciona zavisnost između sadržaja azota, vodonika i pepela sa gornjom toplotnom moći uzoraka. U tabeli 3 su prikazani regresioni koeficijenti dobijeni iz analize.

Tabela 3: Regresioni koeficijenti

Parametri	R-sq(%)	p-vrednost	F-vrednost
Ugljenik	85,09	0,078	11,42
Vodonik	97,56	0,012	79,85
Sumpor	0,57	0,924	0,01
Azot	98,89	0,006	177,88
Kiseonik	63,27	0,205	3,45
Sadržaj Pepela	90,42	0,049	18,87

R – sq vrednost predstavlja koeficijent determinacije koji predstavlja procenu ukupne varijacije podataka objašnjenih pomoću modela, odnosno meru odstupanja od aritmetičke sredine koja je objašnjena modelom. Što je vrednost bliža 100%, to model bolje prati podatke.

p – vrednost je definisana kao najniži nivo pouzdanosti koji vodi do odbacivanja nulte hipoteze i koristi se za definisanje statistički značajnih varijabli. Prediktor koji ima nisku p – vrednost (<0,05) će verovatno biti značajan u odnosu na ispitivani model, jer su promene u prediktorskoj vrednosti povezane sa promenama u samom odgovoru.

Fisherovim testom je izračunata F-vrednost, kao odnos srednje kvadratne greške usled regresije i srednje kvadratne greške usled reziduala. Veća F-vrednost ukazuje na veći značaj člana.

Zaključak

Na osnovu rezultata ispitivanja peleta od žetvenih ostataka može se zaključiti sledeće:

- Pelet od sojine slame ima najniži sadržaj pepela, 6,55%
- Toplotne moći biogoriva se razlikuju u zavisnosti od vrste i sastava biogoriva, kao i od njihovog sadržaja vlage
- Najveću gornju toplotnu moć ima pelet od sojine slame, 16222 kJ/kg
- Pepeo pšenične slame ima temperaturu topljenja od 714°C i izraženu sklonost ka sinterovanju
- Regresionom analizom je utvrđena je korelaciona zavisnost između sadržaja azota, vodonika i pepela sa gornjom toplotnom moći samih uzoraka.

LITERATURA

- [1] Brkić, M., Babić, M., Somer, D. (1995). Alternativni izvori energije u poljoprivredi i zaštita životne sredine, *Zbornik radova sasavetovanja EKO-EK'95: „Bioenergetska reprodukcija u poljoprivredi” (Biomasa)*, IP „Mladost”, Ekološki pokret. Beograd, s. 151-161.
- [2] Zabanitou, A. A., Skoulalou, V. K., Koufodimos, G. S., Samaras, Z. C. (2007). Investigation study for technological application of alternative methods for the energy exploitation of biomass agricultural residues in Northern Greece. *Thermal Science* 11(3): 115-123.
- [3] Trninić, M., Tanasić, N., Simonović, T., Jankes, G., Stanojević, M., Jovović, A. (2017). Karakteristike pepela poljoprivrednih biljnih ostataka. *Zbornik Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji – Procesing*, v. 27, n. 1, s.16-27.
- [4] SRPS EN 14774-1(2011). Metoda za određivanje sadržaja vlage.
- [5] SRPS EN 14775 (2011). Metoda za određivanje sadržaja pepela.
- [6] SRPS EN 15148 (2011). Metoda za određivanje sadržaja isparljivih materija.
- [7] SRPS CEN/TS 15370-1 (2009). Čvrsta biogoriva–Metoda za određivanje karakteristika topivosti pepela - Deo 1: Metoda karakterističnih temperatura.

Dr Jelena Kiurski Milošević ⁵⁵

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Gordana Ludajić

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Danijela Jašin

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Uticaj na radnu i životnu sredinu iz proizvodnje regranulata od otpadnog akrilonitril butadien stirena

The influence on workplace and environment from the production of regranulates out of scrap acrylonitrile butadiene styrene

Rezime:

Trend sve veće upotrebe plastičnih materijala ima za posledicu ozbiljno ugrožavanje svih medijama životne sredine. Reciklaža predstavlja uspešnu soluciju prevazilaženja pomenutih problema. Akrilonitril butadien stiren (ABS) je vrsta termoplasta koja se koristi za proizvodnju širokog spektra proizvoda: tastature, kompjuterska kućišta, kućni uređaji, zidne utičnice, igračke, automobilske branice, telefoni ... U radu je predstavljen proces proizvodnje regranulata od otpadne ABS plastike metodom brizganja. Cilj rada predstavlja uočavanje svih negativnih efekata tehnološkog procesa reciklaže ABS-a. Rezultati istraživanja pokazuju da se zagađenje životne i radne sredine ogleda u emitovanju štetnih gasova, otpadne vode i buke u samom procesu proizvodnje regranulata od ABS-a. Upotrebom adekvatnih sistema za sprečavanje zagađenja istraživani proces se može dovesti u prihvatljive zakonske okvire.

Ključne reči: Reciklaža, ABS plastika, regranulat, negativni uticaj

Abstract:

The trend of increasing use of plastic materials results in a serious damages to all environmental media. Recycling is a successful solution to overcome these problems. Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) is a type of thermoplastic used to produce a wide range of products: keyboards, computer cases, home appliances, wall sockets, toys, automobile bumpers, telephones ... This paper presents the process of manufacturing regranulates from wasted ABS plastic by the injection moulding method. The aim of this study is to identify all the negative effects of the ABS recycling process. The results of the research show that pollution of the environment and workplace is reflected by the emission of harmful gases, wastewater and noise in the process of production of regranulates from ABS. Using the appropriate pollution prevention systems, the investigated process can be brought into acceptable legal frameworks.

Keywords: Recycling, ABS plastic, regranulate, negative effects

⁵⁵ jelena.kiurski@gmail.com

Uvod

Polimerni materijal Akrilonitril butadien stiren (ABS) se sastoji od tri monomerne jedinice: akrilonitrila, butadiena i stirena. ABS spada u tehničku plastiku tj. vrstu termoplasta koja se koristi za proizvodnju širokog spektra proizvoda: tastature, kompjuterska kućišta, kućni uređaji, zidne utičnice, igračke, automobilski branici, telefoni... Spada u grupu plastike koju je teško reciklirati, zbog problema prilikom sakupljanja i samog procesa proizvodnje novih materijala [1]. Najveći problem pri procesu sakupljanja ABS otpadne plastike je taj što se ona najvećim delom nalazi u elektronskom otpadu (opasan otpad) koji prvsteno treba da bude sakupljen i razvrstan u različite kategorije otpadnih materijala od strane ovlašćenih operatera. Problem prilikom reciklaže ove vrste termoplasta se ogleda u tome što se prilikom topljenja ispuštaju štetni gasovi u radnu i životnu atmosferu.

1. Tehnologija proizvodnje regranulata ABS

Tehnička koncepcija reciklaže otpadne ABS plastike obuhvata dve vrste tretmana: mehanički (rezultujući proizvod su flekice) i termički (rezultujući proizvod je regranulat).

Tehnološki proces rada postrojenja za reciklažu otpadnog ABS-a ima sledeće tehnološke celine:

I. Prethodna obrada otpadne plastike obuhvata: dovoženje balirane otpadne plastike sa skladišta u proizvodnu halu, otvaranje bala (debaliranje) i ručno sortiranje u metalne žičane boksove;

II. Sitnjenje (mlevenje) i pranje obuhvata: dopremanje žičanih boksova sa sortiranim plastičnim otpadom do kosog transportera gde se ručno ubacuje otpadna plastika u koš transporter koji doprema otpadnu plastiku do šredera (mlina). Samlevena plastika (pahuljice, grumenčići) se ubacuje u kosi frikcionni uređaj za pranje gde se vrši pranje hladnom vodom, zatim se mlevena plastike ubacuje u flotator separator gde se vrši razdvajanje plastike po specifičnoj težini i na kraju se na posebnom uređaju vrši dehidratacija (centrifugiranjem). Na izlazu iz centrifuge se postavljaju džambo vreće gde se sakupljaju pahuljice plastike i odnose viljuškarom do vertikalnog silos zapremine 20 tona (sa mogućnošću mešanja mlevene plastike), gde se pomoću dva bočna ventilatora ubacuje topao vazduh i suši mlevena plastika i priprema za ekstruziju i granulisanje;



Slika 1. Linija za mlevenje i pranje otpadne plastike

III Ekstruzija i granuliranje mlevene plastike u regranulat:

Linija za granulisanje mlevene plastike sastoji se iz: vertikalnog silosa (sa mešanjem) od 10 tona za skladištenje mlevene plastike, konvejera, glavnog ekstrudera, sekundarnog ekstrudera gde izlaze plastične niti, kade za vodeno hlađenje plastičnih niti, sušača niti tolim vazduhom, peletizera i sistema za pneumatski transport granula u skladišne rezervoare (vertikalni rezervoar (sa mešanjem) od 5 tona za skladištenje granula).



Slika 2. Linija za termički tretman otpadne plastike



Slika 3. Linija za termički tretman otpadne plastike - nastavak

IV Pakovanje gotovog proizvoda (granulata): Iz skladišnog rezervoara se vrši pakovanje granula u džambo vreće, koje se odnose u magacin gotovih proizvoda.

Tehnološka linija za proizvodnju regranulata je projektovana sa opremom kapaciteta od 500kg/h (2 linije u pogonu)[2].

2. Uticaj na radnu i životnu sredinu

Mehanička reciklaža otpadne ABS plastike prvenstveno ima negativan uticaj na kvalitet vazduha radne i životne sredine. Hazardne komponente se oslobađaju prilikom degradacije polimernih lanaca. Toplota stvara slobodne radikale u lancu polimera, degradacija se odvija veoma brzo i tada dolazi do emisije volatilnih jedinjenja. Najveći problem kod termičke obrade otpadne plastike su aditivi koji se dodaju za poboljšanje performansi materijala i koji se takođe oslobađaju u atmosferu [3]. Temperatura topljenja u procesu mehaničke reciklaže otpadnog ABS-a iznosi između 250-270°C, pri čemu dolazi do emitovanja organskih isparljivih jedinjenja (VOC-volatile organic compounds) u radnu i životnu sredinu usled starenja materijala, duge termalne izloženosti, unutrašnje osetljivosti samog polimera i interakcija između aditiva i polimera [1]. VOC mogu da sadrže hazardna jedinjenja koja predstavljaju zdravstveni rizik za radnike i okolno stanovništvo [4,5,6]. Kod procesa ekstrudiranja otpadne ABS plastike dolazi do emisije sledećih ukupnih VOC-a u atmosferu: 85% monoaromatični

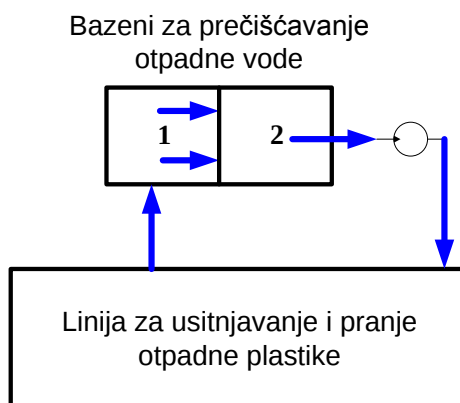
ugljovodonici – stiren, etilbenzen, ksilen, toluen, i propilbenzen..., 10% kiseonična VOC jedinjenja – metil metakrilat... i 5% akrilonitrila [1]. S toga je neophodno u ovim tehnološkim operacija postaviti odgovarajuće sisteme za odsisavanje štetnih gasova i njihovo prečišćavanje.

Kompanija Xingyuan Machinery iz Kine je razvila novi tip opreme koji redukuje izduvne gasove kod ekstrudera. Sva izduvna mesta pokrivena su aspiratorom u kome se nalazi vakuumaska pumpa sa vodenim prstenom. Kada izduvni gas uđe u opremu, prvo prolazi kroz sprej pumpu velike brzine, zatim ulazi u rezervoar za vodeno hlađenje i kondenzaciju, i naposljetku u treći rezervoar u kome se vrši rastvaranje u vodi (vodeni skruber). Nakon izliva kroz ispusni trakt otpadna voda skuplja se u plastičnom rezervoaru, u kome se nalaze pumpe koje vodu dalje upumpavaju u usisni hod, čime se ostvaruje kompletan ciklus procesa reciklaže.



Slika 4. *Sistem za prečišćavanje izduvnih gasova na ekstruderu*

Otpadne vode od pranja i ispiranja mlevene plastike odlaze u odvod, koji je postavljen u podu hale, a potom u uređaj sa prečišćavanje vode (dva betonske bazena). Za obradu mlevene plastike troši se oko 0,5 m³ vode za svakih 100 kg. Voda je u recirkulaciji u ovakvom sistemu (prljava voda od pranja se odvodi u bazen1 gde se vrši taloženje, a nakon toga se preliva i odvodi u bazen 2 odakle se pumpom crpi za pranje mlevene plastike u šrederu i frikcionom uređaju za pranje.



Slika 5. *Sistem za prečišćavanja otpadne vode i reciklaciju*

Buka u samom proizvodnom pogonu se generiše gotovo iz svake tehnološke celine reciklaže otpadne ABS plastike. Najčešći opseg nivoa emisije buke iz ovakve vrste pogona se kreće od 89 – 96 dB [7]. S obzirom da je dnevna granična vrednost izloženosti 85 dB za osmočasovni rad u radnom okruženju [8], poslodavac je u obavezi da radnicima obezbedi lična zaštitna sredstva (upotreba antifona – čepovi, slušalica...) što je i propisano aktom o proceni rizika radnih mesta za svako postrojenje. Što se tiče ambijentalne buke koja utiče na okolno stanovništvo ona je dosta manja jer se radi o postrojenjima koja su lokacirana u zatvorenim halama u industrijskim radnim zonama koja su udaljena od stambenih kuća.

Zaključak

Proizvodnja regranulata odnosno reciklaža otpadne ABS plastike predstavlja tehnoški proces koji ima sledeće negativne efekte na radnu i životnu sredinu: zagađenje vazduha i voda, kao i buka. Upotrebom odgovarajućih sistema za prečišćavanje i ličnih zaštitnih sredstava ovaj proces se može dovesti na nivo prihvatljivosti sa gledišta zakonskih propisa.

LITERATURA

- [1] He Z., Li G., Chen J., Huang Y., An T., Zhang C. (2015). Pollution characteristics and health risk assessment of volatile organic compounds emitted from different plastic solid waste recycling workshops, *Environ. Int.* 77, p. 85–94.

- [2] Kiurski Ž. (2019). Idejno rešenje – Projekat tehnologije za Postrojenje za skladištenje i tretman otpadne plastike „Plastic Recycling Technology HS DOO Zrenjanin”.
- [3] Yamashita K., Kumagai K., Noguchi M., Yamamoto N., Ni Y., Mizukoshi A., Yanagisawa Y. (2007): VOC emissions from waste plastic during melting processes.
https://www.researchgate.net/publication/237238835_VOC_EMISSIONS_FROM_WASTE_PLASTICS_DURING_MELTING_PROCESSES
- [4] An T.C., Huang Y., Li G.Y., He Z.G., Chen J.Y., Zhang C.S. (2014). Pollution profiles and health risk assessment of VOCs emitted during e-waste dismantling processes associated with different dismantling methods. *Environ. Int.* 73, p. 186–194.
- [5] Colman Lerner, J.E., Sanchez, E.Y., Sambeth, J.E., Porta, A.A. (2012). Characterization and health risk assessment of VOCs in occupational environments in Buenos Aires, Argentina. *Atmos. Environ.* 55, p. 440–447.
- [6] Sofuoglu, S.C., Aslan, G., Inal, F., Sofuoglu, A. (2011). An assessment of indoor air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary schools. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 214, p. 38–46.
- [7] Dudu V. P. and Jeche T. (2015). An Assessment of Occupational Noise Levels in a Plastic Manufacturing Industry in Zimbabwe, *Journal of Scientific Research & Reports* 4(1), p. 21-27.
- [8] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri buci ("Sl. glasnik RS", br. 96/2011 i 78/2015)

Dr Ljubica Karakashova ⁵⁶

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje,
North Macedonia

Dr Frosina Babanovska-Milenkovska ⁵⁷

Faculty of Agricultural Sciences and Food, University St. Cyril and Methodius, Skopje,
North Macedonia

Dr Viktorija Stamatovska ⁵⁸

Faculty of Technology and Technical Sciences, University St. Kliment Ohridski – Bitola,
North Macedonia

Kvalitetna svojstva solarno sušene aronije

Quality properties of solar dried aronia

Rezime:

Aronija ili black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) usljed unikatnih nutritivnih karakteristika i prisustvu bioaktivnih komponentata u plodovima, sve više nalazi primenu u čovjekovoj ishrani. Sa druge strane, aronija je odlična sirovina za preradu širokog spectra proizvoda, a prema naučnim istraživanjima može se klasificirati kako ljekovito bilje sa odličnim hemiskim sustavom. Istraživanja u ovom radu su sa ciljom da se utvrde kvalitetna svojstva sveže i sušene aronije, dobijene sa primenom solarnog sušenja. Sveže plodove aronije su brane krajem ljeta, posle čega su sledjele prikladne pripreme za zamrzavanje, a zatim je primjenjeno procedura sušenja u Jermenskoj solarnoj sušari. Ova sušara je kontrolirani sistem u kojem se koristi solarna radijacija za zagrevanje i omogućava se protok vazduha tokom procesa sušenja. Za određivanje kvalitetna svojstva sveže i sušene aronije, sprovedene su analize na sledeće parametre: ukupne suve materije, invertni šećer, ukupne kiseline, ukupni pepeo, dijetalna vlakna, vitamin C, antocijane, gustina boje i polimerne boje. Sadržaj ukupne suve materije u svežoj aroniji je 26.51 %, dok je u sušenim plodovima utvrđena vrednost 52.75 %. Vrednost vitamina C kreće se u granicama od 17.81 mg/100 g u svežim plodovima, a nakon zamrzavanja i sušenja, dolazi do reduciranja vrednosti na 14.65 mg/100 g. Sadržaj invertnog šećera je 6,35 % u svežim plodovima aronije, dok je u sušenim plodovima ova vrednost smanjena za 1 %. Najveću vrednost antocijana ustanovljena je kod plodovima sveže aronije, koja signifikantno se smanjuje radi procese zamrzavanja i sušenja. Prema dobijenim rezultatima, sušena aronija proizvedena u Jermenskoj solarnoj sušari ima zadovoljavajuće senzorna i kvalitetna svojstva, kako i dobre karakteristike sa ekonomskog i ekološkog aspekta.

Ključne reči: aronija, Jermenska solarna sušara, kvalitetna svojstva

Abstract:

Aronia or black chokeberry (Aronia melanocarpa), is increasingly used in human nutrition due to its unique nutritional properties and the presence of bioactive components in the berry fruit. On the other hand, it is a great raw material for processing

⁵⁶ karakasoval@yahoo.com

⁵⁷ frosibm@gmail.com

⁵⁸ wikistam2@gmail.com

wide variety of products and, according to scientific examination, it is classified as a medicinal plant with excellent chemical composition. In this research the main goal is determining the quality properties of fresh and dried aronia, obtained by applying solar drying. Fresh aronia is harvested towards the end of every summer, after which it goes through a proper preparation for freezing, and then the drying procedure is applied using the Armenian solar dryer. This solar dryer is a controlled system in which solar radiation is being used for heating, which affects the air flow during the process of drying. For the determination of quality properties of fresh and dried aronia, the following parameters were analyzed: total dry matter, invert sugar, total acids, total ash, dietary fiber, vitamin C, anthocyanins, color density and polymeric colors. The content of total dry matter in fresh aronia is 26.51 %, while in dried fruits it is 52.75 %. However, the values of Vitamin C ranges from 17.81 mg/100 g in fresh berry fruits. But with freezing and drying, the value reduces to 14.65 mg/100 g. Moreover, the content of invert sugar in fresh berry fruit is 6.35 %, and in dried fruit it reduces to approximately 1 %. The highest value of anthocyanins is noticed in fresh aronia berries, which can significantly decrease due to the process of freezing and drying. According to the obtained results, the dried aronia processed at the Armenian solar dryer has satisfactory sensorial and quality properties as well as good characteristics from the economic and ecological aspect.

Keywords: Aronia, Armenian solar dryer, quality properties

Introduction

Aronia (*Aronia melocarpa*) is commonly known as „black chokeberry”, although the preferred common name used by individuals who sell the berries or products made from them is „aronia berry” or simply „aronia” [1]. Aronia is a woody perennial shrub species with lower cultivation requirements within *Rosaceae* family. It is an indigenous species in eastern North America and East Canada, and in the 1900s, it was introduced to Europe [2], [3]. More recently it is cultivated also in East European countries and Germany. Black-fruited (*Aronia melanocarpa*), red-fruited (*A. arbutifolia*) and purple-fruited (*A. prunifolia*) chokeberries are three cultivars growing in the wild [2].

In the past, it was cultivated mostly as an ornamental plant and used for domestic production of juices, wines, jams, etc. Now aronia berries are widely distributed in Europe and cultivated as an important industrial crop. It is a valuable raw material for jams, fruit jellies, juices, fruit syrup, liqueurs, preserves, cordials, dried fruits, compotes, wine and tea. Because of the aronia’s sour and astringent taste, juice consumers prefer mixture products with other kinds of fruits, such as apple, pear, and black currant. Due to a deep purple pigment resulting from their high content of anthocyanins, it is used as a source of food-grade natural colourant in food and pharmaceuticals industries as functional ingredient [2], [3], [4], [5].

Aronia's blooming season is from May to June. Ripening proceeds until berries turn purple-black color, have a diameter of 6-13 mm and a weight of 0.8-2 g [6]. The harvest of aronia is performed mechanically between August and September. [4]. Aronia tree gives 24.4 kg of fruits per plant [6].

The name chokeberry comes from the astringency of the fruits [5]. Chokeberries are small and due to the harsh sour, somewhat unpleasant astringent taste and the bitter-almond smell of the raw fruit - are not favoured as 'table fruits' [2], [4]. Although chokeberry fruits belong to the so-called soft fruits, they are exceptionally durable and resistant to damage during transportation. They may be stored in a cold storage for a few weeks after harvest, without losing their biological value [2].

The chemical composition of aronia is highly variable and depends on many factors, especially on genotype (or hybrid), habitat, cultivar, degree of ripeness, climate, date of harvesting and on the use of fertilisers [3], [5]. Black chokeberry has gained interest as one of the richest sources of bioactive compounds, displaying a high biological and nutritive value. It is a good source of vitamins, β -carotene, dietary fiber, minerals, sugars and organic acids [7]. Dry mass of chokeberries varies from 16.5 to 30.76 % [6]. The content of reducing (ili the reduced) sugar in fresh chokeberries was found to be between 16–18 %. According to other authors [8] the sum of glucose and fructose has been determined to lie between 13–17.6 g/100 g fresh weight FW, sucrose was not detectable. The total content of organic acids is relatively low as compared to other berries and is about 1–1.5 % (malic, quinic, citric). The resulting pH was observed to be between 3.3–3.9. The protein amount of the berries has been summed up to 0.7 g/100 g FW and the total fat content was analysed to be 0.14 g/100 g FW. The berries contained dietary fiber amounting to 5.62 g/100 g fresh weight (FW) [4]. The ash content of chokeberries is higher than in other berries (4.4–5.8 g/kg), such as currants, blueberries [4], [6]. According to the literature, chokeberries have rich mineral composition, especially potassium (2180 mg/kg FW), calcium (322 mg/kg FW), magnesium (162 mg/kg FW). Vitamins B₁ (25–90 μ g/100 mL), B₂ (25–110 μ g/100 mL), B₆ (30–85 μ g/100 mL), C (5–100 mg/100 mL), pantothenic acid (50–380 μ g/100 mL) and niacin (100–550 μ g/100 mL) were found in the freshly pressed juice [4].

Aronia, beside its high nutritional value, have antioxidant properties [5]. In search of promising sources of natural antioxidants, black chokeberry is among the richest sources of polyphenols in the plant kingdom, namely phenolic acids, proanthocyanidins, anthocyanins

(560-1050 mg, 100 g fresh weight), flavonols and flavanones, and phenolic acids, with contents ranging from 3.73 in juice, through 7.85 in fruits to 10.58 g/100 g dry matter (dm) in pomace [2]. The total content of flavonols has been reported to be higher than 71 mg/100 g of fresh weight [9].

The high content of different polyphenol compounds and multiple health benefits of chokeberry determine the increasing scientific interest in the fruit and its industrial processing [3]. Drying is an important method for processing raw foods because the drying process inhibits enzymatic degradation and limits microbial growth. However, drying can also have negative effects on the attributes of the final food products. For instance, the water removal leads to loss of both, nutritive and sensory properties of food products [10]. The drying process affects the chemical composition of the raw material, the quality and content of its bioactive compounds and its appearance. A significant issue that needs to be considered during the drying process is minimizing the degradation of thermolabile compounds. In the production of chokeberry fruit, the drying process is impaired by the presence of wax on the fruit skin. In addition, the necessity of evaporating large volumes of water poses difficulties in achieving the desired consistency of dried fruits due to the presence of sugars [7].

1. Materials and methods

Material: Berries of the Aronia or black chokeberry were harvested at optimal ripeness, from a local farm near Berovo, North Macedonia. The process of freezing was performed in a home freezer and an Armenian solar dryer was used for drying.

Methods: In this research, the fresh harvested Aronia was well selected, washed and after the water was removed, it was frozen for 24 hours. The purpose of freezing is to reduce the unpleasant astringent taste of the Aronia berries. The dehydration process of the thawed aronia fruits is carried out in an Armenian solar dryer, which is a controlled system, where the solar energy is used to heat and move the air in the dryer.

On the north side of the Armenian dryer, there is a constructed wall. The south side of the construction is covered with obliquely set glass, through which the sun's rays penetrate. On the ground floor there are openings for intake of fresh air, and in the upper part there are openings (ventilator) for the outflow of the wet and warm air. At the bottom there is a layer of gravel (with stones) from 2 to 3 cm, dark

colored, naturally or artificially. They absorb a lot of heat, which increases the air temperature in the dryer and helps to accelerate the drying process of the fruit.

In the evening, the openings on ground floor for air supply are closed, and the openings in the zone of the layer of stones are getting open. The air passing through the heated stones enters the dryer. Thus, the drying continues at night, but with a lower intensity. The temperature during the daytime, which in our geographic conditions reaches 65 °C to 70 °C, and at night from 30 °C to 40 °C, which is favorably reflected on the fruit, both, during the day and at night. After the previously described preparation, the aronia fruits were put it on wooden trays with net and then placed in the upper part of the solar dryer. The warm air circulates through the fruit removes the water, and exits through the upper part of the dryer, through the ventilators (chimneys). The natural air circulation is accomplished due to the temperature difference and the specific mass.

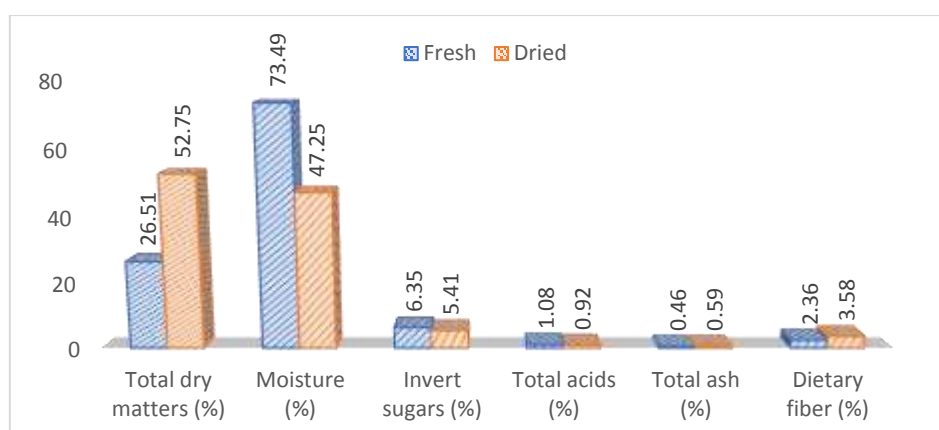
After 48 hours of the drying process as described, at a temperature not higher than 65 °C, the changes to the sensory properties of the aronia fruit become obvious. The resulting changes in color, odor, taste and texture are inherent for dried berries from aronia. As a consequence of the drying process, the changes have occurred, also in the chemical composition. In order to determine the extent of these changes, chemical analysis was performed, both in fresh and dried aronia fruits for the following parameters: total dry matter material in dryer at a temperature of 105 °C, up to constant mass; moisture content obtained by calculation according to the obtained total dry matter; invert sugar by Lane and Eynon method with a solution of Fehling 1 and Fehling 2; total acids by volumetric method with 0.1 M NaOH solution, total ash by a gravimetric method, with a Muffle oven, at a temperature of 525 ± 25 °C; dietary fiber by AOAC 985.29 method, vitamin C by volumetric method with 0,1 N J_2 solution; anthocyanins were extracted with 50 % ethanol solution, than were prepared two solutions, one with KCl, pH = 1.0, and the other with sodium acetate, pH = 4.5, appropriately diluted. The determination was by spectrophotometer on $\lambda_{VIS-max}$ and on 700 nm; color density by treatment with water and polymeric colors by treatment with bisulphate, by measurement of $\lambda_{VIS-max}$, on 420 nm and on 700 nm.

2. Results and discussion

In terms of visual appearance, the fresh aronia has a shiny exocarp, while the dried fruits were drooped, wrinkled, with the losses

of the exocarp's shine, which is due to the dehydration process. The smell and taste were inherent, pleasant, with significant loss of the astringent taste, which is typical for fresh aronia fruits.

According to the examination of the chemical properties of fresh and dried aronia fruit, the results were observed for the following parameters: total dry matter (%), moisture (%), invert sugars (%), total acids (%), as a L-malic acid what is the most abundant organic acid in aronia, total ash (%), dietary fiber (%), are presented in the Graph 1.



Graph 1. Comparison of quality parameters of fresh and dried aronia

Due to the process of freezing and drying, there are some changes in the content of the examined chemical components of fresh aronia. The total dry matters in fresh aronia is 26.51 %, which increases to about 99 %, with the dehydration process. For the same reason there is a reduction of the moisture content in the dried aronia. The highest component included in the total dry matter are the total carbohydrates (mostly invert sugars and diet fibers). The invert sugars are easy soluble in water, which is manifested by their losses due to the defrosting process, resulting in loss of 14.8 %, from 6.35 % in fresh aronia, to 5.41 % in dried one. Besides this, the diet fibers are not soluble in water and therefore the processes of freezing and drying increases their concentration from 2.36 % in fresh aronia, to 3.58 % for dried one. The total acids are also soluble in water, therefore resulting in reduction of 14.8 %, of its content due the defrosting, from 1.08 % in fresh, to 0.92 % in dried aronia. The content of total ash (mineral matters) is increased from 0.46 % for fresh, up to 0.59 % in dried aronia.

The results for the content of vitamin C (mg/100 g), antocyanins (mg/kg), color density and polymer colors are presented in the Table 1.

Table 1. Results from other examined chemical parameter: vitamin C, antocyanins, color density and polymer colors.

Aronia fruits	Fresh	Dried
Vitamin C (mg/100 g)	17.81	14.65
Antocyanins (mg/kg)	109.21	27.34
Color density	1.27	0.51
Polymer colors	0.36	0.31

From these results it can be noticed that content of all other examined chemical parameters as: vitamin C, antocyanins, color density and polymer colors, are decreased due to the freezing and drying processes. The main reason is their solubility in water, especially during defrosting process. The content of vitamin C is reduced from 17.81 mg/100 g in fresh aronia, to 14.65 mg/100 g in dried one. The content of color matters, especially antocyanins dropped significantly from 109.21 mg/kg in the fresh fruit, to 27.34 mg/kg in the dried one. The values of color density (1.27) and polymer colors (0.36) in fresh aronia dropped to 0.51 and 0.31 respectively in dried aronia.

Conclusion

The differences in some of the examined chemical parameters in our research for fresh aronia fruit, with the appropriate values from references are due to the method and condition of cultivation, as well as climatic and ecological factors. The established changes of the quality properties, caused from the process of freezing, defrosting and drying are expected, taking into account the all conducted operation. Also, the natural properties of the ingredients, as solubility in water and especially their sensitivity on high temperature, light and oxygen level are responsible for their degradation and reduction during applied processing technology. Application of solar drying have great potential in our country due the favorable climate factors and many sunny days during the year, which presents a great opportunity for its application with low economic costs.

REFERENCES

- [1] Hardin, J. W. 1973. *The enigmatic chokeberries (Aronia, Rosaceae)*. Torreya 100:178–184.
- [2] Ochmian I., Grajkowski J., Smolik M. (2012). *Comparison of Some Morphological Features, Quality and Chemical Content of Four Cultivars of*

- Chokeberry Fruits (Aronia melanocarpa)*, Academic Pres, Not Bot Horti Agrobo, 40(1):253-260.
- [3] Denev P., Kratchanova M., Petrova I., Klisurova D., Georgiev Y., Ognyanov M. and Yanakieva I., (2018) *Black Chokeberry (Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot) Fruits and Functional Drinks Differ Significantly in Their Chemical Composition and Antioxidant Activity*. Hindawi, Journal of Chemistry, Volume 2018, Article ID 9574587, 11 pages.
- [4] Sabine E. Kulling, Harshadai M. Rawel, (2008). *Chokeberry (Aronia melanocarpa) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects*, Planta Med; 74: 1625–1634.
- [5] Šnebergrová J., Čížková H., Neradová E., Kapci B., Rajchl A. and Voldřich M. (2014). *Variability of Characteristic Components of Aronia*, Czech J. Food Sci. Vol. 32, 2014, No. 1: 25–30.
- [6] Kapçi B. (2013). *Characteristic components and antioxidant potential of black chokeberry (aronia melanocarpa) products*, M.Sc. thesis, Istanbul Technical University, Graduate school of Science engineering and technology, Istanbul, Turkey.
- [7] Oszmiański J. and Lachowicz S., (2016). *Effect of the Production of Dried Fruits and Juice from Chokeberry (Aronia melanocarpa L.) on the Content and Antioxidative Activity of Bioactive Compounds*, Editor, Maurizio Battino, Molecules, 21, 1098.
- [8] Seidemann J. (1993). *Chokeberries a fruit little-known till now*. Dtsch Lebensmitt, Rundsch 1993; 89: 149–51.
- [9] Slimestad, R., Torskangerpoll, K., Nateland, H. S., Johannessen, T., & Giske, N. H. (2005). *Flavonoids from black chokeberries, Aronia melanocarpa*. Journal of Food Composition and Analysis, 18(1), 61–68.
- [10] Thi N.D. and Hwang E. S. (2016) *Effects of Drying Methods on Contents of Bioactive Compounds and Antioxidant Activities of Black Chokeberries (Aronia melanocarpa)* Food Sci. Biotechnol. 25(1): 55-61.

Dr Jožef Božo ⁵⁹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Individualizovana ishrana

Individualized Nutrition

Rezime:

Danas smo na domaku mogućnosti da se uz pomoć nekoliko jednostavnih testova sastavi jedan jedini, savršeni nutricionistički program za pojedinca, skrojen prema njegovim ličnim potrebama, primerena, idealna ishrana.

Ključne reči: individualizovana ishrana, genomika, nutrigenomika

Abstract:

Today we are close to being able to use a few simple tests to compile a single, perfect nutrition program for the individual, tailored to his personal needs, appropriate, ideal diet.

Keywords: individualized nutrition, genomics, nutrigenomics

Uvod

Od davnina su iscelitelji fascinirani idejom ljudske jedinstvenosti. Ideja personalizacije ishrane i lečenja potiče još iz drevne kineske, indijske i grčke civilizacije, zasnivala se na intuitivnom znanju, ali i na detaljnim zapažanjima o konkretnom pacijentu. Ipak, „individualizovana ishrana“ i „personalizovana medicina“ su prilično moderni izrazi u rečniku današnjih vrhunskih profesionalaca. Mnogi smatraju da personalizovana ishrana predstavlja nastupajući trend [1]. Zahvaljujući dostignućima molekularne biologije i genetike kao i kliničkim ispitivanjima, razvoju analitičkih metoda i instrumenata, pristup ishrani prema potrebama pojedinca postaje sve praktičniji, prefinjeniji i sve više obećavajući – ne samo za hronično i akutno bolesne, već i za zdrave pojedince koji žele da održe svoju idealnu težinu, vitalnost, da uspore starenje i zaštite organizam od nasleđenih, genetskih nedostataka.

Običaj je da se saveti u vezi ishrane, dijete i recepti razmenjuju kao opšta dobra, tretiraju se poput najmanjih zajedničkih imenilaca, svesrdno se preporučuju, prepisuju i primenjuju, ignorišući mogućnost da za nekog povoljna ishrana može biti za drugog pogubna. Samo kada bi proverili, danas već relativno dostupne podatke o svojoj hemiji i biologiji, fiziološkim anomalijama i nasleđenim sklonostima, mogli bi se u

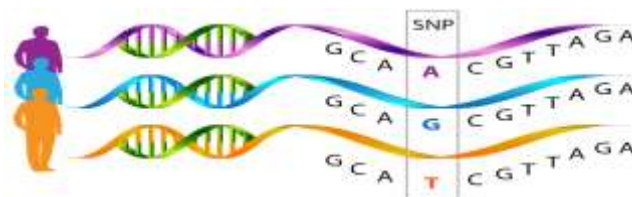
⁵⁹ jozefbo@gmail.com

značajnoj meri opredeliti za pravu ishranu svog jedinstvenog organizma. Individualizovana ishrana, zaobilazeći svet pomodnih, generalizovanih vrednosti, hiperbole vitamina i drugih fetiša popularne, „zdrave“ ishrane, izbegava pristup probe, pogodka ili promašaja, štiti od zarobljavanja od strane „jo-jo ciklusa“ telesne težine i niskoenergetskih vrtloga. U krajnjoj instanci spašava od zapadanja u stanja i bolesti do kojih dovodi neodgovarajuća, neprimerena ishrana.

Individualizacija ishrane nije razvrstavanje pojedinaca po krvnim grupama, metaboličkim tipovima ni po horoskopskim znacima, već „po otisku prsta“, fenotipu. Od sredine prošlog veka postalo je jasno da baš kao što ne postoje dvoje ljudi identičnih otisaka prstiju, ne postoje ni dve osobe istih anatomske, biohemijske i molekularne karakteristike. Svaki pojedinac poseduje jedinstvenu kombinaciju naslednih elemenata i predstavlja njihovo neponovljivo ispoljavanje na svojevrsan način. Čak se i jednojajčani blizanci, klonovi sa identičnim genetskim nasleđem, pri sebi svojstvenim okolnostima razvijaju u unikatne individue. Imamo svoju potrebu za hranljivim materijama, jer raspolažemo svojim sistemom za varenje, usvajanje i iskorišćavanje hrane. Kompleksno preplitanje naslednih i stečenih molekularnih obrazaca rezultuje beskonačnu raznovrsnost biohemizma pojedinačnih organizama, ne postoji „prosečno“ ili „normalno“ ljudsko telo, te se svako ljudsko biće može smatrati devijantnim na svoj način. U toku dana jedno normalno ljudsko telo može izlučiti nekoliko puta više nekog minerala nego drugo, isto tako normalno ljudsko telo. Nekom je potrebno daleko više hrane nego drugom da bi ostao u istoj formi. Ista ishrana kod nekih može izazvati simptome viška a kod drugih, manjka hrane. Višak ili manjak u hranljivim materijama može uzrokovati pojavu, do tada ne postojeće alergije ili netolerancije prema hrani, pokrenuti „prekidač“ za razvoj naslednog oboljenja koje bi pod idealnim uslovima ishrane bilo uspešno izbegnuto. Problem zdravlja i blagostanja mogao bi se tretirati na potpuno drugačiji način kada bi se ljudska populacija sagledavala ne kao skup jedinki sa istovetnim potrebama već kao skup različitih pojedinaca od kojih svaki odstupa od drugog u nekoliko od beskrajno mogućih varijacija.

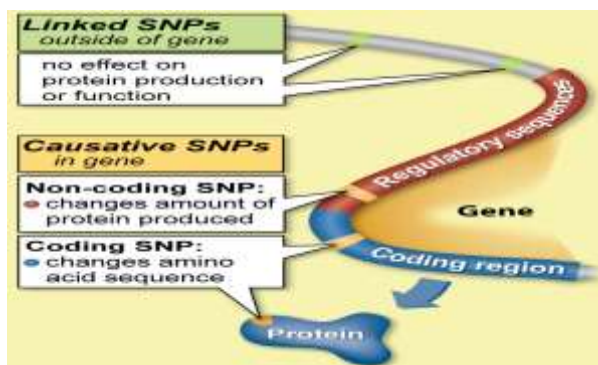
1. Genomika

Postavka o različitosti pojedinaca potvrđena je eksperimentalno mapiranjem ljudskog genoma. Sada znamo da postoji oko 3 miliona (0,1% od 3 milijardi nukleotida u humanom genomu) polimorfizama pojedinačnih nukleotida (*single-nucleotide polymorphism-SNP*) – mesta u genomu po kojima se osobe razlikuju u pojedinačnim nukleotidima, Slika 1.



Slika 1. Polimorfizam pojedinačnih nukleotida

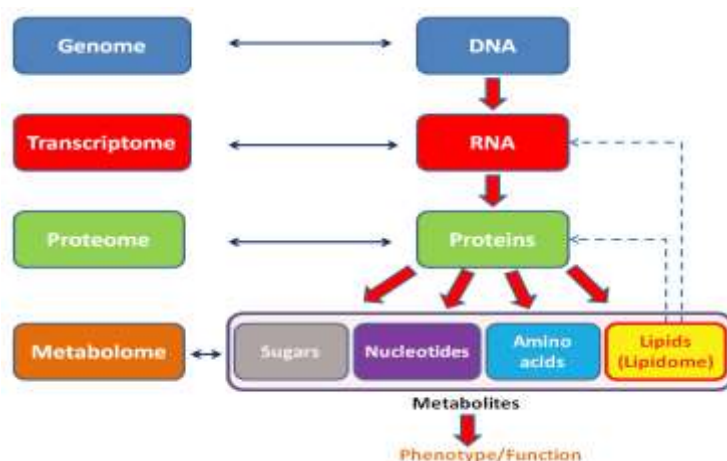
Spektar matematički mogućih kombinacija polimorfizama na osnovu ovog broja tačaka u genomu je nezamisliv. Rezultati dosadašnjih ispitivanja su dokazali da je humana genetička varijabilnost, ipak, ograničenija nego što se mislilo po broju mogućih SNP. Na slici 2 su prikazani SNP, uzročnici razlike u funkcionisanju proteina koje imaju za ishod različite sklonosti ka oboljenjima i različiti odgovor organizma na supstance iz hrane i lekova. SNP koji se nalaze u kodirajućim regionima genoma mogu dovesti do razlike u sekvencama aminokiselina proteinskog lanca. SNP u regulatornim delovima genoma mogu dovesti do različitih količina sintetisanih proteinskih molekula, dok SNP izvan gena nemaju efekta na stvaranje i funkcionisanje proteina [2].



Slika 2. SNP uzročnici razlike u funkcionisanju proteina

Stvorena je nova naučna disciplina *bioinformatika* za potrebe računarske analize i tumačenja podataka genomike, stvaranja algoritama, računarskih programa i statističkih tehnika. Putem interneta ona omogućava distribuciju istraživačkih zadataka u analizi bioloških fenomena, sinergizam u saradnji istraživača na prikupljanju, razmeni i proveru podataka i teorija u cilju rešavanja praktičnih problema. Rešavaju se biološki, u prvom redu zdravstveni problemi na molekularnom nivou. Nauka posvećena proučavanju nasleđenog skupa gena, genoma, je genomika. Transkriptom, skup fenomena vezanih za

prepisivanje gena sa matrice, templat, lanca DNK, aktivaciju i ispoljavanje, ekspresiju gena kao odgovor na određeno stanje organizma, predstavlja predmet transkriptomike. Sa informacionom, iRNK koja sadrži kodirane informacije, kodone za odgovarajuće aminokiseline, sa ribozomalnom, rRNK i transportnom, tRNK, kao i sa sintezom i svim ostalim pojavama vezanim za proteine, proteomom, bavi se proteomika. Sa procesima razmene materije i energije koji se odvijaju u ćelijama, tkivima i organima, sa regulacionim mehanizmima metabolizma, stvaranjem proizvoda metabolizma, metabolita, kao odgovorom organizma na specifične uticaje iz sredine, metabolomom, bavi se metabolomika. U postgenomskoj eri biće dostupna kontrola funkcionisanja genoma, transkriptoma, proteoma i metaboloma svakog pojedinačnog organizma, Slika 3.



Slika 3 . Povezanost genoma, transkriptoma, proteoma i metaboloma

Svaka ćelija u organizmu ima isti genom, istu DNK sekvencu sa kojom se rađa, ali svaka ćelija tela zavisno od njene funkcije ima drugačiji proteom a on se menja u toku razvića i starenja. Pri infekcijama proteom ćelija se menja u vidu imuno odgovora. Proteom se menja i kao odgovor na promene u unutarćelijskoj i međućelijskoj sredini, pod uticajima iz životne sredine, okruženja organizma. Ishrana, lekovi, način života, fizičke vežbe, stresovi i drugi spoljašnji efekti bitno utiču na promene proteoma, na stanje ćelije i čitavog organizma.

Međunarodni naučni projekat mapiranja haplotipa „HapMap“ osnovan 2002. godine postavio je za cilj da se opiše zajednički obrazac variranja humanih DNK sekvenci, odnosno, da se sačini haplotipska mapa genoma čoveka. Ovo je od značaja za identifikaciju lokusa za složene osobine kod čoveka, dijabetes, kancer, moždani udar, koronarna

oboljenja, depresiju, astmu i dr. kao i za razumevanje populacione istorije ljudi koja se oslikava u različitostima i sličnostima genoma.

DNK čipovi su u najvećoj meri transformisali genomiku. Oni omogućavaju da se simultano meri nivo transkripcije svakog gena u genomu. Omogućavaju takođe, sakupljanje podataka o celom genomu i njegovom odgovoru na uticaje iz sredine. DNK čipovi nalaze primenu u biomedicini za bolje razumevanje i dijagnostifikovanje kancera, u farmakogenetici za ispitivanje efikasnosti lekova. Oni pomažu pri analizi regulacije genske ekspresije. Ispoljavanje, ekspresija gena se ogleda u složenoj orkestraciji procesa koji počinje nekim vanćelijskim signalom i vodi preko sledećih događaja ka porastu ili padu sinteze jednog ili više proteinskih molekula. Bioinformatika se koristi na različitim koracima ovog procesa – analiza promotora uključuje otkrivanje i studiju sekvence u regionu genoma koji okružuje gen, a koji utiče na nivo do kojeg se taj region prepisuje, transkribuje u iRNK. Može se detaljno sagledati genska regulacija poređenjem *microarray* podataka sa različitim stupnjevima ili stanja u razviću i životu nekog organizma. To omogućava formiranje hipoteze o ulozi gena u svakom od njih. Kod jednoćelijskih organizama mogu se porediti podaci iz različitih stadijuma ćelijskog ciklusa u različitim stresnim uslovima, pri nedostatku hrane, toplotnom šoku i dr. Na osnovu metode grupisanja podataka o ekspresiji može se odrediti npr. koji geni se eksprimiraju zajedno.

Testovi genoma mogu otkriti predispozicije prema određenim oboljenjima, biti od koristi pri izboru efikasnog preventivnog ili terapijskog tretmana i pomoći pri izradi proaktivnog nutricionističkog programa koji bi mogao imati najviše izgleda da održi zdravlje. Potreban uzorak DNK može se prikupiti jednostavnom procedurom uzimanja brisa usne šupljine a troškovi laboratorijske analize su već sada za mnoge pristupačni. Individualno testiranje pomaže ljudima da povrate odgovornost za svoje zdravlje kroz ishranu, vežbe i promene načina života. Umesto da izazovu probleme neprikladnom ishranom, nasumičnim dijetama i suplementima, čekaju da se simptomi pojave i onda traže pomoć lekara, svojim testiranjem i informisanjem mogu napraviti proaktivni korak u obezbeđivanju kvaliteta života.

2. Nutrigenomika

Donedavno je genetika kao nauka o naslednim osobinama bila potpuno odvojena od nauke o ishrani kao disciplini koja se bavi stečenim osobinama kod ljudi. Danas se nutrigenomika bavi uticajima ishrane na molekularne mehanizme genoma, promenama na nivou gena ali i

celokupnog organizma do kojih dovodi ishrana. Koristi saznanja do kojih se dolazi metodama i tehnikama genomike u nauci o ishrani kao i u tehnologijama proizvodnje hrane, suplemenata i lekova. Na osnovu uticaja sastojaka hrane na genetsko nasleđe pojedinca, nutrigenomika omogućava očuvanje zdravlja i prevenciju brojnih oboljenja [3].

Značaj nutrigenomike u svakodnevnom životu je višestruk. Postoje brojni proizvodi prehrambene industrije koji nude povoljne efekte po zdravlje potrošača, međutim, pojedinci mogu imati i štetne posledice od njihove konzumacije. Ispoljavanje dejstva namirnica zavisi od individualnih osobina, genetskog nasleđa pojedinca. Genetske predispozicije pojedinaca, ali i populacija, dolaze do izražaja u slučaju najznačajnijih oboljenja kao što su bolesti srca i krvotoka, kancer i dijabet. Stečena šećerna bolest, dijabet tipa 2 je značajno učestaliji u populaciji severnoameričkih pima indijanaca – 50% nove generacije, ili čak veći udeo, postaje dijabetičar i to u mlađem dobu od roditelja. Na pojavu gojaznosti utiču nasledne sklonosti. Postoji dobro definisana povezanost hemofilije i određenog tipa malokrvnosti (srpaste anemije) sa povećanim nivoom holesterola u krvi.

Danas su već poznate brojne interakcije na relaciji genom-hrana koje mogu biti razmotrene pri izboru jela i opredeljenju za način ishrane. Nasledena sklonost ka određenoj bolesti ne podrazumeva njeno neizbežno ispoljavanje u toku života. Načinom života, režimom ishrane možemo doprineti pojavi ali i sprečiti oboljenje [4]. To ne znači samo da možemo ishranu prilagoditi svojim specifičnim potrebama, već da pomoću nje možemo aktivno uticati i menjati funkcionisanje sopstvenih gena (neolamarkizam na delu). Najznačajniji uzročnici smrti ljudi su bolesti na koje se može uticati načinom ishrane, te prvi, najvažniji korak u njihovoj prevenciji je pravilna ishrana. Samo, kao što je već pomenuto, pravilna ishrana nije ista za svakog ponaosob. Kod nekih ni ishrana bogata zasićenim masnim kiselinama i holesterolom ne izaziva povećanje nivoa holesterola u krvi, dok drugi imaju visok nivo masnoća u krvi uprkos rigoroznim dijetama. Nutrigenomika pruža odgovor na pitanje kome šta odgovara, koje su njegove potrebe za hranljivim materijama. Uvidom u stanje genoma pojedinca mogu se preduprediti brojni problemi sa zdravljem.

Supstance koje mogu uticati na ispoljavanje, ekspresiju gena poreklom iz hrane mogu biti hranljive, odnosno, nutritivne materije (npr. masne kiseline, gvožđe, selen) ili nehranljive, odnosno, nenutritivne supstance (npr. jedinjenja poreklom iz biljaka, fitohemikalije). Isti efekat mogu ispoljiti i proizvodi metabolizma, metaboliti sastojaka hrane (npr.

eikozanoidi, retinolna kiselina) kao i proizvodi postupaka pripreme hrane (npr. heterociklični amini iz pečenog mesa), odnosno, proizvodi metabolizma bakterija creva (npr. masne kiseline kratkih lanaca). Najjednostavniji mehanizam delovanja hranljivih materija na ekspresiju gena predstavlja njihov uticaj na čitanje kopije gena i prevođenje u funkcionalne proteine. Interakcije su uglavnom, veoma složene. Mogu se odvijati između sastojaka iz hrane (npr. masnih kiselina i retinoida) ili između sastojaka iz hrane i hormona organizma (npr. masne kiseline i hormon štitne žlezde). Nutritivne i nenutritivne komponente utiču na količinu i funkciju ćelijskih proteina delujući na više nivoa procesa ekspresije gena. Na prepisivanje templata (niti DNK lanca koji se prepisuje pri sintezi novog lanca) kao i na sintezu i razgradnju RNK utiču brojni faktori kao što su: prisustvo obilja zasićenih masnih kiselina, oksidovanih lipida, redoks-stres, konzumiranje viška energije, heterociklični amini, retinoidi, odnos omega-6/omega-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina, biljni sterini, sastojci namirnica estrogenskog dejstva, selen i gvožđe. Na translaciju, prevođenje informacije sa iRNK utiče nedovoljna količina leucina ili gvožđa u ishrani. Aktivnost proteina menja nedostatak folata, antioksidanasa, leucina i gvožđa. Tabela 1 daje prikaz pojedinih efekata sastojaka hrane na regulaciju sinteze i aktivnosti iRNK i proteina.

Tabela 1: Mesta delovanja sastojaka hrane

Mesto delovanja	Sastojak hrane (faktor regulacije)
Prepisivanje gena	Masne kiseline, glukoza, holesterol, retinoidi, D-vitamin
Stabilnost iRNK	Masne kiseline, glukoza, selen, gvožđe
Obrada iRNK	Polinezasićene masne kiseline, glukoza
Prepisivanje iRNK	Gvožđe, aminokiseline
Modifikovanje nakon prepisivanja	Vitamini, minerali

Receptori slični steroidima (retinoid-, D3-vitamin-, receptor aktivacije umnožavanja peroksizoma) skrenuli su pažnju zbog svoje uloge u regulaciji gena koji učestvuju u diferencijaciji ćelija, u metabolizmu lipida, u proizvodnji energije, u zapaljenjskim procesima, zakrećavanju krvnih sudova i pojavi kancera. Aktivacioni faktori su omega-3 i omega-6 masne kiseline, konjugovana linolna kiselina, prostaglandini, leukotrieni i oksidovane masne kiseline. Antioksidansi, npr. E-vitamin, mogu zaštititi ćelije od oksidativnog stresa. Sa druge strane, antioksidans glutation može podstaći aktivnost vezivanja faktora

transkripcije za DNK zaštitom njihovog oksidativnog stanja. Pojedine hranljive materije utiču na kretanje iRNK u ćelijskoj tečnosti, citosolu. Glukoza učestvuje u stabilizaciji sintetaze masnih kiselina, selen u stabilizaciji glutation-peroksidaze a gvožđe u destabilizaciji iRNK od strane transferin receptora. Za sintezu proteina potrebno je vezivanje templata iRNK za ribozom radi čitanja informacije. Nedostatak aminokiselina onemogućava ovo vezivanje, usporava ili prekida sintezu, produžavanje polipeptidnog lanca, elongaciju. Za sada su oskudni podaci o ovom mehanizmu, potkrepljeni sa svega nekoliko aminokiselina ali se može očekivati razjašnjenje logično značajnog uticaja ishrane na sintezu proteina u organizmu. Nakon translacije u strukturi novonastalog proteinskog molekula još se dešavaju promene, proteolitički rascepi, fosforilacija–defosforilacija, acetilacija, metilacija, glukozilacija. Komponente hrane mogu uticati na sve ove pojave. Drugi tip modifikacije proteinskog molekula predstavlja vezivanje vitamina ili minerala kao kofaktora, koenzima. Time se stvara aktivni oblik enzima, npr. vezivanjem tiamina u piridoksindehidrogenazi ili mangana u arginazi. Epigenetika se odnosi na modifikacije genoma bez promene primarne strukture DNK kao što je npr. metilacija. Metilacija predstavlja sastavni deo procesa starenja i ima značajnog udela i u nastanku brojnih oboljenja kao što su rak, bolesti srca i krvotoka, degeneracija tkiva, nervnih ćelija, Alchajmerova i Parkinsonova bolest. Proces metilacije, koji je povratan, uslovljavaju brojni faktori ishrane, ali detaljna istraživanja tek predstoje.

Zaključak – perspektive

Primena tehnologije gena u nauci o ishrani, biohemiji je delotvoran način ispitivanja uticaja ishrane [5], hranljivih materija na promene u organizmu. Očekuju se konkretni odgovori na pitanja kao što su:

- kako, gde i kada deluju pojedini sastojci hrane na organizam?
- postoje li štetni sastojci u hrani po personalno zdravlje konzumenta?
- u kojoj količini, formi i kombinaciji trošiti konkretnu namirnicu, određene hranljive materije radi postizanja maksimalno pozitivnog efekta i minimalnog rizika za zdravlje?
- kako se menja način ishrane u zavisnosti od genetskog profila, životne dobi, pola i načina života?

Odgovor na ova pitanja mogu dati samo multidisciplinarna istraživanja koherentnih nauka. Veliku prepreku predstavljaju značajni

troškovi istraživanja usled brojnosti istraživača različitih specijalnosti kao i problemi u obezbeđivanju logistike saradnje i razmene između istraživačkih centara.

U kojoj meri će biti prihvaćene mogućnosti koje pružaju dostignuća nutrigenomike zavisi od načina tretiranja u javnoj komunikaciji. Poznati tradicionalizam u ishrani, kome smo privrženi, suprotstavlja se svakoj inovaciji. Prepreka se krije i u činjenici da se ljudi, uglavnom, plaše genetske dijagnostike. Pribojavaju se npr. otkrića nasleđene predispozicije za rak, činjenice da bi spoznaja dovela do psihičke opterećenosti, nepovoljne pozicije pri zapošljavanju, pri sklapanju osiguravajućih i finansijskih aranžmana. Obezbeđenje tajnosti i poverljivosti podataka genetske lične karte pojedinca predstavlja posebnu problematiku. Dostignuća nutrigenetike zaslužuju sistemsko sagledavanje i vrednovanje sa aspekta pojedinca i zajednice. Adekvatna, stručna popularizacija doprineće njihovom primerenom tretmanu, zaštiti od preteranih očekivanja kao i od straha i podcenjivanja.

LITERATURA

- [1] Raju J., et al. (2016). Nutrigenomics – Emerging Tool for the Prevention of Diseases. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 5, No 6, p. 3724 – 3730
- [2] Rist M. J., Wenzel U., Daniel H. (2006). Nutrition and food science go genomic. *TRENDS in Biotechnology* Vol.24 No.4 p. 172-178
- [3] Mine Y., Miyashita K., Shahidi F. (2009). Nutrigenomics and Proteomics in Health and Disease, Food Factors and Gene Interactions. *Wiley-Blackwell*
- [4] Muller M, Kersten S. (2003). Nutrigenomics: goals and strategies. *Nat Rev Genet.* Apr, 4(4):315-22
- [5] Milner J. A., Romagnolo D. F. (2010). Cancer Biology and Nutrigenomics. *Ch.2 from Nutrition and Health: Bioactive Compounds and Cancer. Springer Science+Busin*

Dr Vesna Nađalin ⁶⁰

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Aleksandra Šućurović ⁶¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Danijela Jašin ⁶²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Uloga i značaj antioksidativnog dejstva fenolnih jedinjenja iz biljnih namirnica na ljudsko zdravlje

The role and importance of the antioxidant effect of phenolic compounds from plant foods to human health

Rezime:

Složenost veze između unosa hrane biljnog porekla i smanjenja rizika od hroničnih bolesti ispitivana je u brojnim studijama. Istraživanja su potvrdila da je za smanjenje rizika od hroničnih bolesti i poboljšanja zdravlja ljudi od ključnog značaja potencijal fitohemikalija. Naime, fenolna jedinjenja, kao najzastupljeniji sekundarni metaboliti biljaka, sa svojom antioksidativnom aktivnošću, dovode do neutralizacije slobodnih radikala i drugih oksidativnih vrsta putem namirnica unetih u organizam. Upravo su slobodni radikali i druge oksidativne vrste odgovorni za nastanak oksidativnih oštećenja koja se mogu dovesti u direktnu vezu sa nizom oboljenja.

Ključne reči: fenolna jedinjenja, antioksidansi, slobodni radikali, biljna hrana, zdravlje

Abstract:

Complexity of the connection between food of plant origin and lowering the risk of chronic diseases was researched in numerous studies. Research has confirmed that for lowering the risks of chronic diseases and improving the health of people potential of phytochemicals is of key importance. Namely, phenolic compounds, as the most represented secondary metabolites of plants, with their antioxidant activity, lead to neutralization of free radicals and other oxidative types through nutrients which were taken into body. Free radicals and other oxidative types are just the ones responsible for occurrence of oxidative damage which could be linked directly to series of diseases.

Keywords: phenolic compounds, antioxidants, free radicals, plant food, health

Uvod

Brojna istraživanja su pokazala da ishrana bogata namirnicama biljnog porekla smanjuje rizik od razvoja hroničnih bolesti, kao što su maligne i kardiovaskularne bolesti. Ključna jedinjenja za očuvanje

⁶⁰ vesna.nina@gmail.com

⁶¹ aleksandrasucurovic@gmail.com

⁶² danijelajasin@gmail.com

zdravlja i prevenciju nastanka hroničnih bolesti jesu sekundarni metaboliti biljaka, u koje pored ostalih spadaju i polifenoli [1].

Mehanizam dejstva polifenolnih jedinjenja koja uključuju fenolne kiseline, flavonoide, katehine, kumarine, stilbene i druge aktivne supstance, se zasniva na antioksidativnom, antiinflamatornom, antimutagenom i antikancerogenom dejstvu [2]. Da bi se razumeo značaj i važnosti sekundarnih metabolita izolovanih iz namirnica biljnog porekla, potrebno je prethodno sagledati vezu između slobodnih radikala i antioksidativnog sistema. Uloga antioksidativnog sistema je da popravi, ograniči ili spreči oštećenja koja mogu nastati usled delovanja slobodnih radikala. Antioksidansi su u hemijskom pogledu, fenolna jedinjenja koja u svojoj strukturi imaju aromatični prstena sa hidroksilnim grupama koji mogu da budu donori protona i tako ostvaruju svoje antioksidaciono svojstvo, odnosno "hvataju" slobodne radikale uz formiranje manje reaktivnih jedinjenja [1].

Među najreaktivnije hemijske vrste spadaju slobodni radikali, koji mogu biti atomi, joni ili molekuli, sa jednim ili više nesparenih elektrona u svojoj strukturi, od kojih i potiče njihova visoka i neselektivna reaktivnost [2]. Usled povišenog nivoa slobodnih radikala koji imaju visok stepen nestabilnosti i neselektivne reaktivnosti dolazi do narušavanja oksido-reduktivne ravnoteže i dovodi do stanja oksidativnog stresa. Kao rezultat ove pojave nastaju tzv. oksidativna oštećenja, koja se manifestuju kroz različita patološka stanja [1].

1. Oksidativni stres i slobodni radikali

U elektron-transportnom sistemu mitohondrija, tokom normalnog aerobnog metabolizma nastaju reaktivne kiseonične vrste (eng. *reactive oxygen species*, ROS), koje imaju važnu ulogu u stimulaciji signalnih puteva u ćeliji, kao odgovor na intra- i ekstracelularne uslove sredine. Takođe slobodni radikali i ROS mogu nastati autooksidacijom brojnih molekula, tokom procesa fagocitoze u procesima inflamacije, biotransformacijom ksenobiotika, tokom metabolisanja egzogeno unetih jedinjenja (hrana, lekovi, itd.) ili dejstvom spoljašnjih faktora sredine (UV zračenja, jonizujuće zračenje, aerozagađenje), pri trovanju, pri pojačanoj fizičkoj aktivnosti.

U zdravom organizmu antioksidaciona zaštita se ostvaruje antioksidacionim sistemom (AOS) i predstavlja fiziološki proces [3]. Nastajanje toksičnih oblika kiseonika (ROS) je u ravnoteži sa antioksidativnim sistemom odbrane organizma [4]. U cilju održavanja ravnoteže primarna antioksidaciona zaštita se ostvaruje primenom

neenzimskih i enzimskih komponenti **Error! Bookmark not defined.** U koliko dođe do produkcije veće količine ROS, narušava se ravnotežno stanje organizma, praktično dolazi do disbalansa između produkcije slobodnih radikala kao i reaktivnih metabolita sa jedne strane i antioksidativnih sistema sa druge strane, što za posledicu ima nastajanje oksidativnog stresa (OS).

Oksidativni stres može prouzrokovati oštećenje i inaktivaciju biomolekula (lipida, proteina, ugljenih hidrata), kao i DNK, te kao rezultat svih degenerativnih oštećenja nastaje veliki broj oboljenja kao što su kancerogeneza, kardiovaskularna i neurološka oboljenja, bolesti jetre, bubrega, pluća, upalni procesi itd [5].

2. Antioksidansi – fenolna jedinjenja

Supstance koje smanjuju ili sprečavaju oksidaciju određenog supstrata neutralizacijom slobodnih radikala, kao i drugih oksidativnih vrsta predstavljaju antioksidanse [6]. Podeljeni su u dve grupe, enzimске i neenzimske antioksidanse. Neenzimski antioksidansi uglavnom potiču iz hrane biljnog porekla koje čine: vitamini, karotenoidi, minerali, organosulfatna i fenolna jedinjenja.

Najzastupljeniji sekundarni metaboliti biljaka su fenolna jedinjenja, koja u svojoj strukturi imaju najmanje jedan aromatični prsten sa jedom ili više hidroksilnih grupa **Error! Bookmark not defined.** [6]. Raspored konjugovanih hidroksilnih grupa utiče da ova jedinjenja budu donori atoma vodonika i samim tim štite ćelije od oksidativnog stresa.[7]. U biljnom materijalu fenolna jedinjenja se uglavnom nalaze vezana za šećere i organske kiseline, a antioksidativna aktivnost i antiinflamatorna aktivnost fenolnih jedinjenja potiče isključivo od aglikonskog dela molekula.

Sadržaj polifenola, kao i kompozicija polifenola za većinu namirnicama biljnog porekla je nedovoljno poznat i uglavnom je ograničen na nekoliko vrsta [8]. Brojni faktori kao što su što su skladištenje, način obrade, uticaj ekoloških faktora mogu uticati na variranje sadržaja polifenola [8]. Tako je potvrđeno da je u biljnim namirnicama proizvedenim organskim uzgojem viši nivo polifenola, u odnosu na konvencionalno tretirane vrste, što je posledica odgovora biljaka na stresne uslove [9]. Zabeleženo je da tokom prerade namirnica biljnog porekla u industrijskim uslovima dolazi do redukcije određene grupe polifenol. Sve izneto ukazuje, da se ne može govoriti o standardnim vrednostima sadržaja polifenola u namirnicama biljnog porekla **Error! Bookmark not defined.**

Prisutna različitost hemijskih struktura polifenola, kao i njihove raspodele u namirnicama biljnog porekla i napicima, značajno utiču na bioraspoloživost, biološku aktivnost i zdravstvene efekte. Bioraspoloživost nekog jedinjenja predstavlja maksimalnu koncentraciju (C_{max}) apsorbovanog jedinjenja u plazmi ljudskog organizma, nakon ingestije. Glavni nedostatak fenolnih jedinjenja, kao bioaktivnog agensa, ogleda se u niskoj bioraspoloživosti u ljudskom organizmu. Najbolji rezultati bioraspoloživosti potvrđeni su kod galne kiseline, izoflavona, kafene kiseline, flavanona i kvercetin glikozida. Slobodni oblici fenola, koji imaju samo aglikonski deo, resorbuju se u tankom crevu pasivnom difuzijom, međutim kod fenolnih jedinjenja u formi glikozida, estera ili polimera, neophodno je da dođe do hidrolize gastrointestinalnim enzimima ili putem crevne mikroflore, nakon čega fenoli mogu da prođu membranu creva pasivnom difuzijom [10].

Nakon hidrolize derivati polifenola metabolišu se u crevima i jetri, pre nego što se nađu u plazmi i tkivima, podležu reakcijama konjugovanja (metilovanje, sulfatovanje, glukoronidacija). Nastali metaboliti su izmenjene hemijske strukture u odnosu na strukturu unetih fenola u organizam, što se može reflektovati i na njihovu biološku aktivnost [10].

3. Dijeteski referentni unos polifenola

Polifenolna jedinjenja nisu neophodna za održavanje vitalnih funkcije organizma za razliku od vitamina i minerala. Međutim, epidemiološke studije su potvrdile njihovu ulogu u redukciji rizika nastanka hroničnih bolesti. Unos polifenola nije regulisan primenom propisa, ali je važno uzeti u obzir dijetetske referentne vrednosti zasnovane na epidemioškim podacima [11].

Individualni unos ukupnih polifenola kod dobrovoljnih učesnika uključenih u istraživanja rađenih u Poljskoj su pokazala da je dnevni unos ukupnih polifenola iznosio 1756,5 mg/d i da je bio viši u odnosu na rezultate dobijene u Francuskoj (1193 mg/d), Finskoj (863 mg/d) Španiji (820 mg/d) i Brazilu (377,5 mg/d). Kao rezultat ovih studija dobijen je detaljan opis klase polifenolnih jedinjenja, a udeo fenolnih kiselina od ukupnih polifenola iznosio je od 46% u Poljskoj, do 67% u Francuskoj [12-16]. Preporučeni dnevni unos ukupnih polifenola unet preko hrane biljnog porekla je približno 1 g [17].

4. Uticaj polifenola na zdravlje ljudi

U analiziranim studijama koje su se bavile ispitivanjem antitumorske i antioksidativne aktivnosti polifenola iz namirnica biljnog porekla, može se uočiti da su ispitivanja vršena u smislu uticaja unosa hrane na prevenciju i smanjenje rizika od hroničnih bolesti i uticaja aktivnih komponenti iz hrane biljnog porekla na zdravlje ljudi. To se ogledalo u tri aspekta i to kod zdravih ispitanika, kod pacijenata sa predtumorskim lezijama i kod pacijenata sa dijagnostikovanim tumorskim oblicima.

Rezultati studija slučajne kontrole uticaja mediteranskog načina ishrane na tumore dojke potvrdili su povezanost u smislu smanjenja rizika nastanka tumora. Kod žena koje su se pridržavale ovog načina ishrane, što je i kvantitativno prikazano kroz ocenu mediteranske ishrane (eng. *Mediterranean Diet Score – MDS*), smanjen je rizik od oko 20%, u odnosu na one koje su bile u najnižoj kategoriji unosa namirnica po mediteranskoj dijeti. Namirnice koje su bile uključene u ishranu, pored ostalih su u velikom procentu činile: voće, povrće cerealije, leguminoze, biljna ulja. Prisutna polifenolna jedinjenja u korišćenim namirnicama su bila od ključnog značaja za dobijene rezultate [18].

U studiji kontrole slučaja dobijeni rezultati ispitivanja uticaja unosa jabuka na smanjenje rizika od više vrsta tumora je pokazalo da unosom u prosečnoj količini od 166 g/dan plodova jabuke je dalo pozitivne rezultate. Najviši stepen redukcije rizika kod tumora je postignut za larings 41%, dok je kod tumora prostate redukcija bila najniža i iznosila 7% [19].

Analizom studija u kojima su učestvovali zdravi ispitanici korišćene su pojedinačne doze crnog i zelenog čaja (2g droge u 300 ml vode). Ustanovljeno je da se 60 minuta posle konzumiranja ekstrakata postiže maksimalna koncentracija katehina u krvi, kao i antioksidativna aktivnost. Usled većeg sadržaja katehina u zelenom čaju postignute su i više vrednosti antioksidativne aktivnosti [20]. Pored ovih istraživanja nađeno je da je da u starosnoj grupi zdravih osoba od 19 do 61 godinu, unošenjem pojedinačnih doza resveratrola od 0,5 g; 1,0 g; 2,5 g i 5,0 g došlo do oslobađanja njegovih metabolita u krvi i urinu. Ustanovljeno je da je pri najvišoj koncentraciji resveratrola (5 g) u krvi oslobođeno 2,4 $\mu\text{mol/l}$, a dobijeni rezultati u *in vitro* uslovima su pokazali da se hemopreventivni efekat postiže pri koncentraciji od 5 $\mu\text{mol/l}$, što iziskuje dodatna istraživanja. Takođe analizama urina je potvrđeno da se 77% metabolita resveratrola oslobađa na taj način [21].

Brojna istraživanja su rađena sa ekstraktima zelenog čaja zbog njihovog visokokog stepena antioksidativne i antitumorske aktivnosti. Primenom doza od 500 mg i 1000 mg polifenola zelenog čaja kod

pacijenta sa visokim rizikom obolevanja od tumora jetre, nađeno je da je u uzorcima krvi nivo *8-hidroksideoksiguanozin* (8OHdG) bio približnih vrednosti: za placebo grupu 1,83 ng/mg, za 500 mg iznosio je 2,08 ng/mg i za 1000 mg 1,86 ng/mg. Nakon tri meseca analizama je potvrđeno da je došlo do znatnog pada vrednosti 8OHdG, za dozu od 500 mg vrednost je iznosila 1,03 ng/mg i 1,15 ng /mg za dozu od 1000 mg, što govori u prilog redukcije oštećenja DNK, i primeni u prevenciji razvoja maligniteta. U urinu su takođe izolovani epigalokatein i epikatehin koji predstavljaju dominantne komponente ekstrakta zelenog čaja [22].

Polifenoli iz ekstrakta zelenog čaja su uticali na redukciju jedinjenja 8OHdG i kod ispitanika pušača nakon četiri nedelje konzumiranja 2000 mg/dan do 2500 mg/dan ekstrakta zelenog čaja. Početne vrednosti 8OHdG su se kretale kod pušača od 50,1% do 80%, a nakon četiri nedelje vrednosti su se redukovale na 20,1% odnosno 39,9%. Kod nepušača je zabeležen neznatan pad 8OHdG vrednosti od 4,7% na 3,8% nakon uzimanja ekstrakta. Polifenolna jedinjenja su uticala i na porast vitalnih ćelija keratinocita kod pušača sa 79,3% na 89,7%. Dobijeni rezultati ukazuju na značaj ekstrakta zelenog čaja u prevenciji kancera kod pušača [23].

Zaključak

Pregledom literature može se uočiti da je veza između unosa hrane biljnog porekla i smanjenja rizika od hroničnih bolesti privukla pažnju naučnika, praktičara i javnosti. Međutim, u praksi su prisutni slučajevi koji su kontradiktorni prethodno iznetim rezultatima, što je posledica jednim delom zbog razlike u apsorpciji, raspodeli, metabolizmu i ekskreciji bioaktivnih jedinjenja, kao i heterogenosti u biološkom odgovoru koji se odnosi na kardiom metabolički zdravstveni ishod. Utvrđivanje glavnih faktora različitosti među pojedincima, kao i razvijanje novih i inovativnih metodologija za objašnjenje ovakve varijabilnosti predstavljaju sveobuhvatni cilj da se na kraju optimiziraju korisni zdravstveni efekti bioaktivnih supstanci iz biljne hrane za svakog ponaosob.

LITERATURA

- [1] Đukić, M. (2008). *Oksidativni stres-slobodni radikali, prooksidansi i antioksidansi*. Beograd, Ed. Mono i Manjana.
- [2] Halliwell, B., Whiteman, M. (2004). Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? *Br J Pharmacol.*, vol. 142, no. 2, p. 231-55.

- [3] Dröge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev.*, vol. 82, no. 1, p. 47-95.
- [4] Sies, H. (1991). Oxidative stress: from basic research to clinical application. *Am J Med.*, vol. 91, no. 3C, p. 31S-38S.
- [5] Weinberg, ED. (1996). The role of iron in cancer. *Eur J Cancer Prev.*, vol. 5, no. 1, p. 19-36.
- [6] Azzi, A, Davies, KJ., Kelly, F. (2004). Free radical biology—terminology and critical thinking. *FEBS Lett.*, vol. 558, no. 1-3, p. 3-6.
- [7] Pietta, PG. (2000). Flavonoids as antioxidants. *J Nat Prod.*, vol. 63, no. 7, p. 1035-42.
- [8] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr.* vol. 79, no. 5, p. 727-47.
- [9] Asami, DK., Hong, YJ., Barrett, DM., Mitchell, AE. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J Agric Food Chem.*, vol. 51, no. 5, p. 1237-41.
- [10] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr.*, vol. 79, no. 5, p. 727-47.
- [11] Williamson, G., Holst, B. (2008). Dietary reference intake (DRI) value for dietary polyphenols: are we heading in the right direction? *Br J Nutr.*, vol. 99, no. Suppl 3, p. S55-8.
- [12] Grosso, G., Stepaniak, U., Topor-Mądry, R., Szafraniec, K., Pająk, A. (2014). Estimated dietary intake and major food sources of polyphenols in the Polish arm of the HAPIEE study. *Nutrition.*, vol. 30, no. 11-12, p. 1398-403.
- [13] Pérez-Jiménez, J., Fezeu, L., Touvier, M., Arnault, N., Manach, C., Hercberg, S., Galan, P., Scalbert, A. (2011). Dietary intake of 337 polyphenols in French adults. *Am J Clin Nutr.*, vol. 93, no. 6, p. 1220-8.
- [14] Ovaskainen ML, Törrönen R, Koponen JM, Sinkko H, Hellström J, Reinivuo H, Mattila P. Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish adults. *J Nutr.* 2008 Mar;138(3):562-6.
- [15] Saura-Calixto, F., Gon, I. (2006). Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chem.*, vol. 94, no. 3, p. 442-447.
- [16] Miranda, AM., Steluti, J., Fisberg, RM., Marchioni, DM. (2016). Dietary intake and food contributors of polyphenols in adults and elderly adults of Sao Paulo: a population-based study. *Br J Nutr.*, vol. 115, no. 6, p. 1061-70.
- [17] Scalbert, A., Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr.*, vol. 130, no. 8S Suppl, p. 2073S-85S.

- [18] Turati, F., Carioli, G., Bravi, F., Ferraroni, M., Serraino, D., Montella, M., et al. (2018). Mediterranean Diet and Breast Cancer Risk. *Nutrients*, vol. 10, no. 3.
- [19] Linseisen, J., Rohrmann, S., Miller, AB., Bueno-de-Mesquita, HB., Büchner, FL., Vineis, P. et al. (2007). Fruit and vegetable consumption and lung cancer risk: updated information from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Int J Cancer*, vol. 121, no. 5, p. 1103-14.
- [20] Leenen, R., Roodenburg, AJ., Tijburg, LB., Wiseman, SA. (2000). A single dose of tea with or without milk increases plasma antioxidant activity in humans. *Eur J Clin Nutr*, vol. 54, no. 1, p. 87-92.
- [21] Boocock, DJ., Faust, GE., Patel, KR., Schinas, AM., Brown, VA., Ducharme, MP., Booth, TD., Crowell, JA., Perloff, M., Gescher, AJ., Steward, WP., Brenner, DE. (2007). Phase I dose escalation pharmacokinetic study in healthy volunteers of resveratrol, a potential cancer chemopreventive agent. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, vol. 16, no. 6, p. 1246-52.
- [22] Luo, H., Tang, L., Tang, M., Billam, M., Huang, T., Yu, J., Wei, Z., Liang, Y., Wang, K., Zhang, ZQ., Zhang, L., Wang, JS. (2006). Phase IIa chemoprevention trial of green tea polyphenols in high-risk individuals of liver cancer: modulation of urinary excretion of green tea polyphenols and 8-hydroxydeoxyguanosine. *Carcinogenesis*, vol. 27, no. 2, p. 262-8.
- [23] Schwartz, JL., Baker, V., Larios, E., Chung, FL. (2005). Molecular and cellular effects of green tea on oral cells of smokers: a pilot study. *Mol Nutr Food Res*, vo

Nataša Zec, M.Sc. ⁶³

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Fotolitička i fotokatalitička razgradnja pindolola

Photolithic and photocatalytic degradation of pindolol

Rezime:

Farmaceutski proizvodi su prvenstveno namenjeni lečenju i prevenciji različitih bolesti kod ljudi. Međutim, poslednjih godina zbog sve veće upotrebe, ovi proizvodi su detektovani u vodi i u zemljištu kao zagađujuće materije. Stručnjaci ukazuju na potencijalnu opasnost od zagađenja ovim proizvodima ako se ne pronađe pogodna i jeftina metoda za njihovo uklanjanje. Danas se posvećuje velika pažnja uklanjanju FAJ iz vodene sredine primenom direktne i indirektno fotolize. U okviru ovog rada ispitivana je fotokatalitička i fotolitička razgradnja β -blokatora pindolola pod dejstvom sunčevog stimularanog zračenja (SSZ) i UVA zračenja. Efikasnost fotokatalitičke razgradnje pindolola ispitana u prisustvu različitih fotokatalizatora, ZrO_2 i ZrO_2 katalizatora dopovanih Si^{4+} u različitim količinama. Kinetika razgradnje je praćena tečnom hromatografijom. Najpre je ispitana direktna i indirektna fotoliza pindolola u prisustvu H_2O_2 pod uticajem SSZ (u prisustvu O_2). Pokazalo se da je pindolol stabilan u procesu direktne fotolize pod dejstvom simuliranog sunčevog zračenja dok se indirektna fotoliza pokazala kao nešto efikasniji proces, 15% jedinjenja je uklonjeno sa SSZ/ H_2O_2 . Ukoliko se pomenuto jedinjenje izloži dejstvu UVA zračenja, ukloni se 12 % datog jedinjenja, za isti vremenski period. Indirektna fotorazgradnja se pokazala kao efikasniji proces; 10 puta više jedinjenja je uklonjeno sa, UVA/ H_2O_2 . Efikasnost fotokatalitičke razgradnje pindolola je ispitana u prisustvu katalizatora ZrO_2 , ZrO_2-1 i ZrO_2-2 pod dejstvom SSZ. Početne pH vrednosti katalizatora ZrO_2-1 i ZrO_2-2 podešene su na pH= 7 i pH =9. ZrO_2-1 pri pH 9 ispoljio je najveću efikasnost kod razgradnje pindolola pod navedenim uslovima u poređenju sa direktnom fotolizom. Nađeno je da je za 120 minuta razgradnje uklonjeno 25 % ovog jedinjenja. Nešto manju efikasnost ovaj katalizator je pokazao pri pH=7, gde je za isti vremenski period uklonjeno 20 % jedinjenja. Dok čist ZrO_2 i ZrO_2-2 pri pH 7 i 9 pokazuju nižu efikasnost čak i u poređenju sa direktnom fotolizom.

Glavne reči: zaštita vode, pindolol, fotokatalitička razgradnja, fotoliza, ZrO_2 , tečna hromatografija, kinetika, UVA.

Abstract: Pharmaceutical products are primarily assigned for the treatment of humans and prevention of various diseases. However, due to the increased usage during the last years, these products are detected in water and soil as toxic compounds. Potential danger of pollution related with these products is indicated by experts, unless adequate and cheap method is found for their elimination. Nowadays, great attention is paid to the removal of PhACs from water through application of direct and indirect photolysis. Within this work

⁶³ natasazec993n@gmail.com

the photocatalytic and photolytic degradation of β - blocker pindolol was tested under the influence stimulated sunlight (SSI). The efficacy of photocatalytic degradation of pindolol was tested in the presence of various photocatalysts, ZrO_2 and ZrO_2 catalysts doped with Si^{4+} in various quantities. The degradation kinetics was monitored by liquid chromatography. Direct and indirect photodegradation of pindolol (in the presence of O_2) were firstly investigated under the influence stimulated sunlight (SSI). It was shown that pindolol was stable during the process of direct photolysis under the simulated sunlight irradiation. While indirect photolysis proved to be a more efficient process, 15% of the compound was removed with SSL / H_2O_2 . If the mentioned compound is exposed to the UVA, radiation, 12 % of the compound was removed for the same time of irradiation. Indirect photodegradation proved to be a more efficient process; 10 times more compounds were removed with, UVA / H_2O_2 . The efficacy of photocatalytic degradation of pindolol was investigated in the presence of ZrO_2 , ZrO_2 -1 and ZrO_2 -2 catalysts under the influence of SSI. The initial pH values of the ZrO_2 -1 and ZrO_2 -2 catalysts were adjusted to pH = 7 and pH = 9. ZrO_2 -1 at pH = 9 manifest the highest efficiency in degrading pindolol under the mentioned conditions compared to direct photolysis. It has been found that in 120 minutes of degradation 25% of this compound has been removed. A slightly lower efficiency this catalyst showed at pH = 7, where for the same time period 20% of the compound was removed. While pure ZrO_2 and ZrO_2 -2 at pH 7 and 9 show lower efficiency even in comparison with direct photolysis.

Keywords: pindolol, photocatalytic degradation, photolysis, ZrO_2 , liquid chromatography, kinetics, toxicity, UVA.

Uvod

Prilagođavanje životnih uslova potrebama čoveka dovodi do svakodnevnih zagađenja životne sredine, zbog čega se sve veća pažnja posvećuje očuvanju životne okoline i poboljšavanju uslova života. Kvalitet vode, kao jedan od najznačajnijih prirodnih resursa, ima veliki značaj kako za različite ekosisteme, tako i za ljude[1]. Farmakološki aktivna jedinjenja (FAJ) i njihovi metaboliti su zagađujuće supstance detektovane u prirodnoj sredini, prvenstveno u površinskim vodama, a zatim i u pijaćoj vodi[2]. Viši procesi oksidacije (AOPs) su se pokazali kao veoma efikasni u uklanjanju organskih polutanata iz vode [3]. Fotohemijske metode prečišćavanja voda, imaju prednosti u odnosu na tradicionalne metode koje se koriste [4].

Fotorazgradnjom se fotoosetljivi molekuli razgrađuju nakon što molekul apsorbuje fotone određene talasne dužine iz dela ultraljubičastog (UltraViolet, UV), vidljivog (Visible, VIS) ili infracrvenog (InfraRed, IR) spektra [5]. Fotokatalitička razgradnja označava fotoprocese u kojima se organska jedinjenja razgrađuju u prisustvu katalizatora uz UV zračenje, sunčevo zračenje ili SSZ.

Spontana regeneracija katalizatora koja se kontinualno dešava omogućuje razgradnju sve dok se substrat u potpunosti ne ukloni [6].

Većina organskih jedinjenja može na ovaj način da se razgradi, a krajnji produkti su neškodljiva neorganska jedinjenja [7].

1. Hemikalije i rastvori

β 1-blokator, pindolol, ($C_{14}H_{20}N_2O_2$), je korišćen bez prethodnog prečišćavanja. Korišćeni su 30% H_2O_2 prilikom indirektne fotolize, kao i acetonitril, (C_3H_3NO), i fosforna kiselina 85% kao komponente mobilne faze za HPLC. Za pripremanje osnovnih rastvora pindolola i koncentracije 0,1 mmol/dm³ odmerene su odgovarajuća mase supstanci na analitičkoj vagi i rastvorene u odgovarajućoj zapremini dva puta destilovane vode. Rastvori su bili zaštićeni od svetlosti. Kao poluprovodnici za fotokatalitičku razgradnju korišćeni su nedopirani i ZrO_2 nanoprahovi dopirani Si(IV) sintetisani hidrotermalnim postupkom, ZrO_2 -1 dopiran sa 2,3 mmol/dm³ i ZrO_2 -2 sa 23 mmol/dm³ tetraetil ortosilikata (Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Univerzitet u Beogradu)[8].

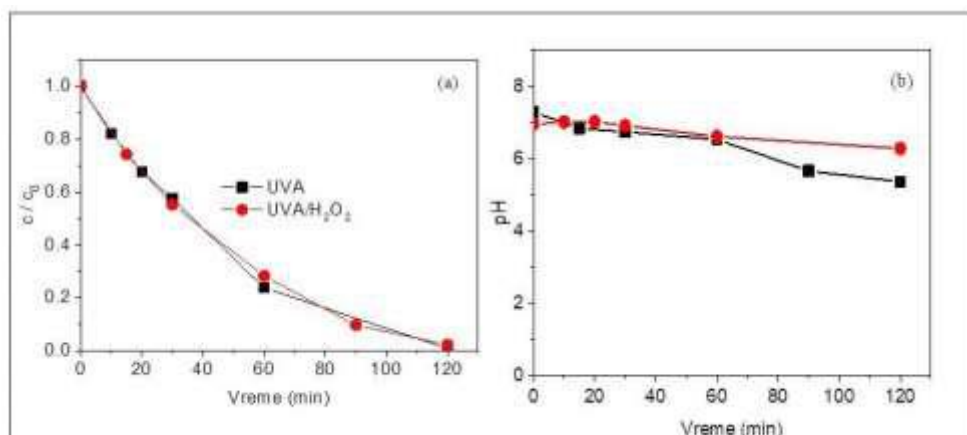
2. Priprema uzorka i ozračivanje

U fotohemijsku ćeliju, odmereno je 20 cm³ rastvora pindolola. Sud za ozračivanje je zatim postavljen na magnetnu mešalicu i termostatiran na $25 \pm 0,5$ °C uz mešanje u struji O_2 . Tokom ozračivanja rastvor je neprekidno mešan na magnetnoj mešalici, čime je postignuta njegova stalna koncentracija tokom ozračivanja. Kao veštački izvor SSZ korišćena je halogena lampa. Svi eksperimenti su izvođeni pri prirodnom pH. Eksperimenti indirektne fotolize izvođeni su u prisustvu H_2O_2 , dok je za eksperimente u prisustvu fotokatalizatora u rastvor dodato 20 mg katalizatora.[9].

3. Rezultati i diskusija

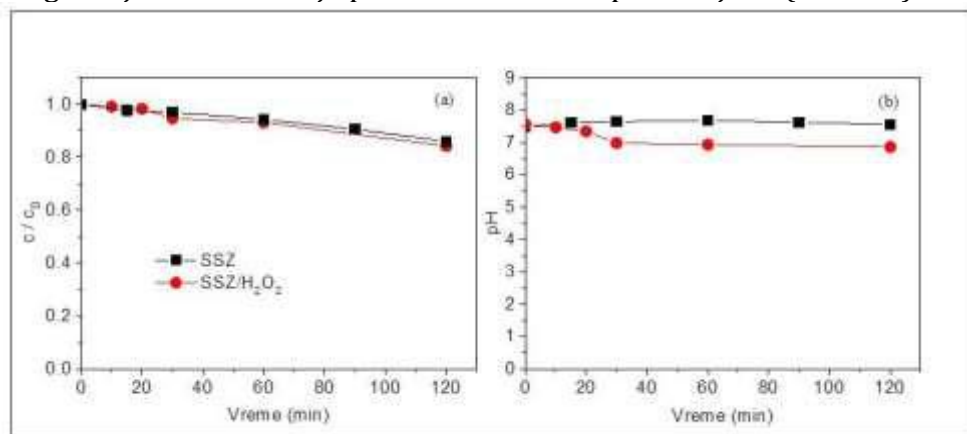
3.1. Direktna i indirektna fotoliza pod dejstvom UVA i simuliranog sunčevog zračenja

Najpre je ispitana direktna i indirektna fotorazgradnja pindolola pod dejstvom UVA zračenja. Na osnovu dobijenih rezultata može se uočiti da prisustvo H_2O_2 nema značajniji uticaj na razgradnju pindolola pod dejstvom UVA zračenja (slika 1). Početna pH-vrednost rastvora pindolola iznosi 7,3 i tokom razgradnje direktnom fotolizom vrednost se smanjuje na 5,4 (slika 1b), verovatno zbog formiranja kiselijih intermedijera u odnosu na polazno jedinjenje.



Slika 1. (a) Kinetika razgradnje i (b) promena pH-vrednosti tokom direktnog i indirektnog fotolize pindolola pod dejstvom UVA zračenja

Proučavanje efikasnosti indirektnog fotolize je značajno zbog svoje jednostavnosti, međutim nakon 120 min razgradnje kako direktnom tako i indirektnom fotolizom pindolol se u potpunosti ukloni iz vodenog rastvora (slika 1). Pored razgradnje pod dejstvom UVA zračenja, ispitana je i razgradnja pod dejstvom SSZ (slika 2). Tokom direktnog fotolize pindolola pod dejstvom SSZ promena pH se praktično može zanemariti s obzirom da je promena vrednosti tokom dva sata razgradnje svega 0,1, u odnosu na početnu vrednost od 7,5. Promena pH-vrednosti tokom indirektnog fotolize je nešto značajnija tek nakon 20 min razgradnje, tj. nakon tačno 30 min razgradnje izmerena je pH-vrednost za 0,6 pH-jedinica niža u odnosu na početnu vrednost. Tokom daljih 90 min razgradnje ta vrednost je praktično ostala nepromenjena (slika 2b).

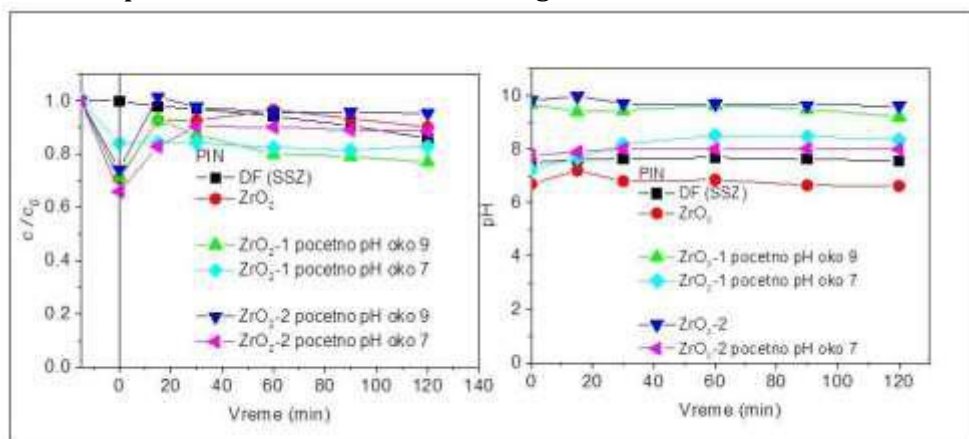


Slika 2. (a) Kinetika razgradnje i (b) promena pH-vrednosti tokom direktnog i indirektnog fotolize pindolola (0,05 mmol/dm³) pod dejstvom SSZ

Slično kao kod razgradnje pod dejstvom UVA zračenja, trend razgradnje pindolola direktnom i indirektnom fotolizom je veoma sličan (slika 2a). Ukoliko se uporede rezultati razgradnje pod dejstvom različitih izvora zračenja (slike 1 i 2), uočava se znatno veća efikasnost prilikom razgradnje pod dejstvom UVA zračenja, u poređenju sa razgradnjom uz SSZ. Dobijeni rezultati su očekivani s obzirom da je apsorpcioni maksimum pindolola na 217 i 264 nm, što doprinosi većoj efikasnosti razgradnje primenom živine lampe visokog pritiska, u poređenju sa halogenom lampom (slika 1).

3.2. Fotokatalitička razgradnja u prisustvu ZrO_2

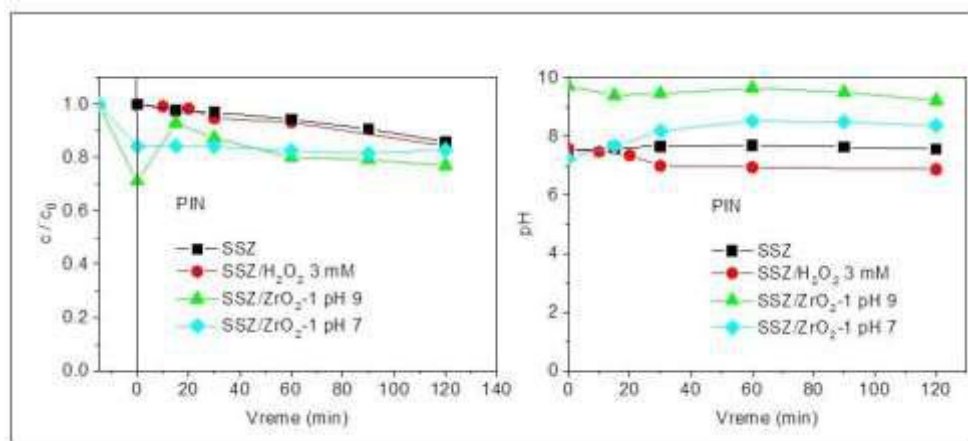
U cilju određivanja katalitičkih sposobnosti ZrO_2 , ZrO_2 -1 i ZrO_2 -2 katalizatora u procesu razgradnje pindolola, izvedeni su eksperimenti direktne fotolize i fotokatalitičke razgradnje u prisustvu katalizatora, primenom SSZ. Početne pH vrednosti katalizatora podešene su na pH= 7 i 9. ZrO_2 -1 pri pH=9 ispoljio je najveću efikasnost u poređenju sa direktnom fotololizom, gde je za 120 minuta razgradnje ukonjeno 25 % pindolola . Nešto manju efikasnost ovaj katalizator je pokazao pri pH=7, gde je za isti vremenski period uklonjeno 20 % jedinjenja. Dok čist ZrO_2 i ZrO_2 -2 pri pH 7 i 9 pokazuju nižu efikasnost. Dobijeni rezultati prikazani su na slici 3a. Dok je na slici 3b prikazana promena pH-vrednosti rastvora pindolola pod uticajem SSZ sa različitim katalizatorima. pH-vrednost rastvora pindolola nakon dodatka čistog ZrO_2 , iznosi 6,8.



Slika 3. (a) Kinetika fotokatalitičke razgradnje pindolola pod dejstvom SSZ zračenja sa katalizatorima ZrO_2 , ZrO_2 -1 i ZrO_2 -2 pri pH-vrednostima 7 i 9 i (b) Promena pH-vrednosti tokom fotokatalitičke razgradnje pindolola pod istim uslovima

Prirodna pH-vrednost rastvora, tokom direktne fotolize je 7,5. Tokom direktne fotolize pod dejstvom SSZ promena pH-vrednosti pindolola se praktično može zanemariti. Prilikom praćenja promene pH tokom razgradnje vrednosti rastvora pindolola tokom fotokatalitičke razgradnje sa ZrO_2 -1 pri pH= 7, vidimo da pH rastvora raste tokom 120 minuta razgradnje do pH= 8,2 što se može objasniti nastankom baznih intermedijera, dok je promena pH rastvora pindolola tokom fotokatalitičke razgradnje ZrO_2 -1 pri pH= 9 zanemarljiva. Promena pH-vrednosti rastvora pindolola tokom fotokatalitičke razgradnje sa ZrO_2 -2 slična je u poređenju sa promenom pH-vrednosti fotokatalitičke razgradnje sa ZrO_2 -1.

Kako se efikasnost ZrO_2 -1 pokazala kao vrlo dobra kada je u pitanju razgradnja pindolola i ABSA, ispitana je razgradnja pod uticajem SSZ i UVA zračenja pri pH-vrednostima 7 i 9 i upoređene sa direktnom i indirektnom fotolizom. Prilikom ispitivanja efikasnosti katalizatora ZrO_2 -1 pri pH 7 i 9 na razgradnju rastvora pindolola dobijeni rezultati upoređivani su sa direktnom fotolizom pod uticajem SSZ i $\text{SSZ}/\text{H}_2\text{O}_2$. Uočeno je da je fotorazgradnja najefikasnija pri pH 9 za dati katalizator. Ukoliko se pomenuto jedinjenje izloži dejstvu SSZ, odnosno $\text{SSZ}/\text{H}_2\text{O}_2$ zračenja, ukloni se 10, odnosno 12% jedinjenja za isti vremenski period. Dok se fotokataliza se pokazala kao efikasniji proces; 15% jedinjenja je uklonjeno sa prisustvu ZrO_2 -1 pri pH 7, dok se u prisustvu ovog katalizatora pri pH 9 razgradilo 25 % pindolola za 120 min (Slika 4a).



Slika 4.(a) Kinetika fotokatalitičke razgradnje pindolola pod dejstvom SSZ zračenja sa, ZrO_2 -1 pri pH-vrednostima 7 i 9 i (b) Promena pH-vrednosti tokom fotokatalitičke razgradnje pindolola pod istim uslovima

Ukoliko se uporede rezultati promene pH-vrednosti tokom fotokatalitičke razgradnje pindolola sa ZrO_2 -1 pod uticajem SSZ, pri pH-

vrednosti 7 i 9 sa direktnom fotolizom i SSZ/H₂O₂ vidimo da se pH vrednost značajno ne menja u većini slučajeva (Slika 4b). Kao što se može videti na slici 4b u početnom periodu razgradnje dolazi do povećanja pH-vrednosti tokom prvih 30 min ozračivanja na 8,3 sa ZrO₂-1 pri pH 7. U slučaju SSZ/H₂O₂ pH-vrednost u toku 120 minuta razgradnje opada sa oko 7,5 na oko 7.

Zaključak

Na osnovu izložene diskusije rezultata, može se izvesti sledeći zaključak da fotolitička i fotokatalitička razgradnja, uz prisustvo ZrO₂, izabranog leka jeste moguć proces pri optimizovanim procesnim uslovima. Dalja istraživanja na navedenu temu bi mogla dati podatke o tipu produkata razgradnje izabranih polutanata upotrebom odabranog visoko aktivnog i selektivnog katalizatora (u ovom istraživanju, pretpostavka važi za ZrO₂ i dopirani ZrO₂). Može se očekivati da bi primena fotolitičkog ili fotokatalitičkog AOPs procesa uz korišćenje katalizatora na bazi ZrO₂ uz dodatak jakih oksidujućih hemijskih vrsta, npr. H₂O₂, te ostalih optimizovanih procesnih parametara, obezbedila visoko efikasan proces konverzije i/ili uklanjanja polutanata.

Literatura

- [1] Agrawal, A., Ravi S. P., Sharma, B. (2010). *Water Resource and Protection* 2, p. 432-448.
- [2] Khetan, S.K., Collins, T.J. (2007). *Chemical Reviews*, vol. 107, p. 23-19.
- [3] Andreozzi, R., Caprio, V., Insola, A., Marotta, R. (1999). *Catalysis Today*, vol. 53, p. 51.
- [4] Vorontsov, A. V., Altyinnikov, A. A. E. N. Savinov., E. N. Kurkin, J. (2007). *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, vol. 144, p. 193.
- [5] Mijatović, Z., Čonkić, Lj., Miljković, S. (2002). *UV zračenje, izvori, osobine, efekti i zaštita*, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- [6] Serpone, N., Pelizzetti, E. (1989). *Photocatalysis. Fundamentals and Applications*, p. 48-52, Wiley, New York.
- [7] Robinson, P. F., Liu, Q.-T., Riddle, A. M., Murray-Smith, R. (2007). *Chemosphere*, vol. 66, p. 757-766.
- [8] Carevic, M.V., Abazovic, N.D., Novakovic, T.B., Pavlovic, V.B., Comor, M.I. (2016). *Applied Catalysis B: Environmental*, vol. 195, p. 112-120.
- [9] Armaković, S. (2017). *Fotokatalitička stabilnost odabranih aktivnih komponenata kardiovaskularnih lekova: kinetika, mehanizam i toksičnost intermedijera*, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno- matematički fakultet, Novi Sad.

Dr Milana Drašković ⁶⁴

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Boja semoline Semolina colour

Rezime:

Svetlo žuta boja igra veoma važnu ulogu za kvalitet krupice-semoline. Proizvođači testenina zahtevaju žutu boju u testeninama i semolini. Boja durum krupice je određena korišćenjem Conica Minolta Chroma Meter CR-400. Očitavanja boje izražena su CIE sistemom boja sa L^* (svetloća), a^* (crveno-zelena) i b^* (žuto-plava). Korišćeni su uzorci krupica sa sličnom veličinom čestica, jer razlike u veličini čestica imaju značajan uticaj na očitavanja boje. Parametri boje semolina pokazali su širok raspon vrednosti između genotipova, za b^* i L^* . Svetloća semoline je prosečno $\sim 84,3$, sa nekim varijacijama između genotipova. Najvažnija mera je b^* , jer to određuje konačnu žutu boju durum proizvoda. Rezultati žutoće su bili niži od tipičnih za ove genotipove ($b^* 15,4-22,2$), sa varijacijama između genotipova, to može biti zbog količine karotenoidnog pigmenta. Ključne reči: Semolina, žuta boja, testenina.

Abstract:

The bright yellow colour plays a very important role for semolina quality. Pasta makers require high yellowness in their pasta and semolina. Durum semolina colour was determined using Conica Minolta Chroma Meter CR-400. Colour readings are expressed on the CIE colour space system for L^* (lightness), a^* (red-green) and b^* (yellow-blue). Semolina samples with similar particle size distributions were used because differences in particle size have a significant effect on colour readings. Semolina colour parameters showed a wide range in values between genotypes, for b^* and L^* . Semolina brightness averaged ~ 84.3 , with some variation between genotypes. The most important measure is b^* , as this determines the final yellowness of durum products. Yellowness scores were lower than typically for these genotypes ($b^* 15.4-22.2$), with variation between genotypes, this can be due to the amount of carotenoid pigment.

Keywords: Semolina, yellow colour, pasta.

Uvod

Struktura i boja čestica durum krupice su sortne osobine. Struktura čestica je staklava i ima veliku mehaničku otpornost što pogoduje proizvodnji testenina. Boja durum krupice – semoline potiče od količine prisutnih karotenoidnih pigmenata. Od boje krupice zavisi i boja testenine što je jedan od najvažnijih parametara pri proceni njenog kvaliteta. Boja čestica se kreće od krem do bele sa sivkastom nijansom. Na boju krupice utiče i granulacioni sastav. Krupne čestice imaju krem a

⁶⁴ draskovic.milana@gmail.com

sitne belu boju sa sivkastom nijansom. Od boje semoline zavisi i boja testenina s tim, što je u gotovim proizvodima boja još naglašenija [1]. Prisustvo čestica usitnjenog omotača štetno utiče na kvalitet i kviri izgled testenine, pa je ograničen. Prisustvo čestica usitnjenog korovskog semena je nepoželjno jer utiče na ukus i miris testenina kao i na druge organoleptičke osobine [2]. Kolorimetrijskim određivanjem boje i korišćenjem CIEL*a*b* sistema boja, boja semolina se može brojčano iskazati na osnovu L* (svetloća), a* (udeo crvene/zelene boje) i b* (udeo žute/plave boje) vrednosti. Brašna od hlebne pšenice imaju L* vrednosti oko 90, dok durum semolina ima niže vrednosti oko 82. Uobičajene b* vrednosti za brašno od hlebne pšenice su oko 9,5. Što se tiče durum semoline, b* vrednost je veća 27.3 ili više. Uopšteno, postoji pozitivna korelacija između intenzivne žute boje semoline i kvaliteta testenina [3,4].

1. Materijal i metode

Genetski materijal korišćen u ovom istraživanju obuhvatio je 14 genotipova durum pšenice, ozimog i fakultativnog tipa, dobijenih od Banke gena Instituta za kukuruz u Zemun Polju, Beograd, Srbija. Linije durum pšenice proizvedene su na istom lokalitetu (Zemun Polje (ZP) (44°52' geografske širine; 20°19' geografske dužine) i 88 m nadmorske visine, tokom dve proizvodne godine (2012 i 2013). Podaci o klimatskim uslovima koji su vladali tokom vegetacionog perioda maj-jun na oglednim poljima dobijeni su od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ) [5]. Godinu 2012 karakterisao je duži toplotni stres u junu, a 2013. godinu veća ukupna količina padavina, za 50% veća u maju i više od dva puta veća u junu.

1.1. Laboratorijsko mlevenje durum pšenice

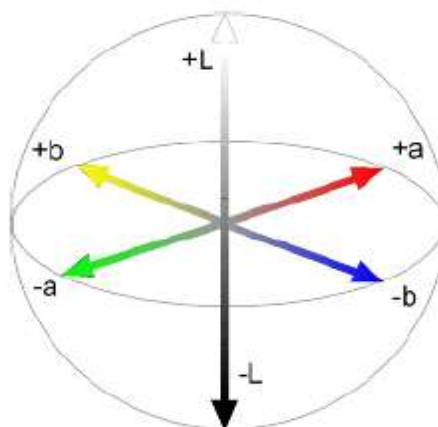
Očišćeni uzorci durum pšenice (3kg) nakvašeni su do 16,5% vlage, i ostavljeni da odleže 24 časa (AACC 26-10.02), [6] a potom su samleveni na Quadrumat Senior laboratorijskom mlinu (Brabender, Duisburg, Germany). Prinosa krupice je izražen u odnosu na ukupnu količinu durum pšenice računato na sadržaj vlage 16,5%.



Slika 1. Uzorci durum krupca-semolina

1.2. Određivanje boje semoline

Boja uzoraka durum krupica (Slika 1.) je direktno izmerena pomoću Konica Minolta Chroma Meter-a CR-400 (Minolta Co, Ltd, Osaka Japan), korišćenjem nastavka za granulirane materijale CR-A50. CIE L^* (svetloća), CIE a^* (crveno-zeleno) i CIE b^* (žuto-plavo) su očitani korišćenjem izvora svetlosti D-65 i ugla posmatrača od 2° . Tri stimulusne vrednosti CIE L^* , a^* i b^* očitavanja su kalibrisane naspram standardne bele ploče [7], (Slika 2a,b). Svaki uzorak je izmeren tri puta.



Slika 2. a).Konica Minolta Chroma Meter CR-400; b).Model CIE $L^*a^*b^*$ sistem boja

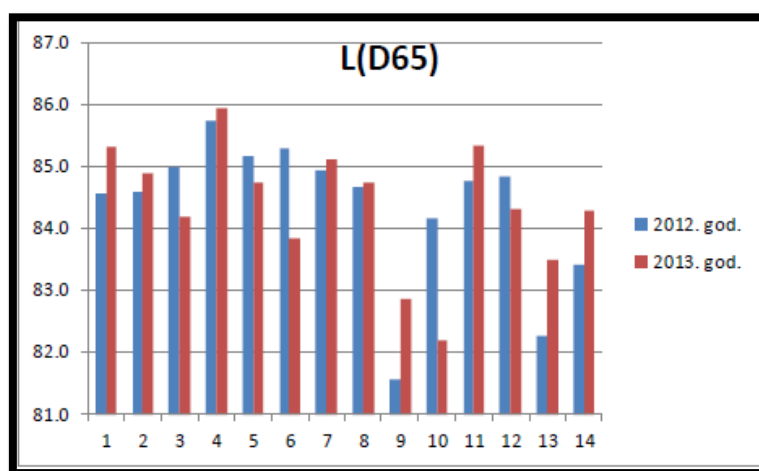
2. Rezultati i diskusija

Pokazatelji boje krupica pojedinačnih genotipova durum pšenice u dve proizvodne godine prikazani su u tabeli 1. Pokazatelji boje izraženi su preko prosečnih vrednosti: svetloće boje L^* , udela crvene boje a^* , udela žute boje b^* , nijanse boje (h) i zasićenosti boje C^* . Dobijene

vrednosti ukazuju da je boja durum krupica u kišnoj 2013. godini svetlija, sa većim udelom crvenog i žutog tona, u odnosu na sušnu toplu 2012. godinu (Grafikoni 1, 2 i 3) i (Tabele 2, 3 i 4).

Tabela 1: Prosečne vrednosti za boju semolina u dve proizvodne godine

Uzorak	godina	L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)	C* (D65)	h (D65)	Dominant Wavelength (D65)	X(D65)	Y(D65)	Z(D65)	x(D65)	y(D65)
1	2012	84.6	-2.09	21.37	21.47	95.58	574.53	61.06	65.18	47.83	0.3508	0.374
2	2012	84.6	-1.2	19.8	19.8	93.5	575.2	61.5	65.2	49.4	0.3490	0.370
3	2012	85.0	-1.5	19.0	19.0	94.4	574.9	62.1	66.0	50.8	0.3470	0.369
4	2012	85.7	-2.2	20.7	20.8	96.1	574.4	63.2	67.5	50.4	0.3489	0.373
5	2012	85.2	-1.4	18.4	18.5	94.4	574.9	62.4	66.3	51.7	0.3460	0.368
6	2012	85.3	-1.0	15.4	15.5	93.6	575.2	62.9	66.6	54.9	0.3410	0.361
7	2012	84.9	-0.9	16.0	16.1	93.3	575.2	62.2	65.9	53.7	0.3422	0.362
8	2012	84.7	-1.6	20.0	20.1	94.4	574.9	61.5	65.4	49.3	0.3490	0.371
9	2012	81.6	-0.7	18.6	18.7	92.0	575.6	56.3	59.5	45.5	0.3489	0.369
10	2012	84.2	-1.2	17.8	17.9	94.0	575.0	60.7	64.4	50.5	0.3455	0.367
11	2012	84.8	-1.6	19.5	19.5	94.8	574.8	61.6	65.5	50.0	0.3478	0.370
12	2012	84.8	-1.5	19.7	19.8	94.3	574.9	61.8	65.7	49.8	0.3485	0.371
13	2012	82.3	0.0	16.4	16.4	90.1	576.1	57.8	60.8	48.8	0.3453	0.363
14	2012	83.4	-0.5	16.0	16.1	91.8	575.7	59.6	63.0	51.1	0.3434	0.363
1	2013	85.3	-2.3	21.9	22.1	96.0	574.4	62.3	66.6	48.5	0.3512	0.375
2	2013	84.9	-1.8	20.7	20.8	95.0	574.7	61.7	65.8	49.0	0.3498	0.373
3	2013	84.2	-1.4	19.8	19.8	94.1	575.0	60.7	64.5	48.7	0.3490	0.371
4	2013	85.9	-2.2	20.7	20.8	96.0	574.4	63.6	67.9	50.8	0.3488	0.373
5	2013	84.7	-1.6	20.3	20.4	94.5	574.9	61.6	65.5	49.1	0.3495	0.372
6	2013	83.8	-1.8	21.1	21.2	94.8	574.8	59.8	63.8	46.9	0.3510	0.374
7	2013	85.1	-1.0	16.8	16.9	93.4	575.2	62.5	66.2	53.2	0.3436	0.364
8	2013	84.7	-1.9	21.1	21.2	95.2	574.7	61.4	65.5	48.4	0.3504	0.374
9	2013	82.9	-0.6	16.7	16.7	92.1	575.6	58.6	61.9	49.5	0.3446	0.364
10	2013	82.2	-0.7	19.0	19.0	92.2	575.5	57.3	60.6	46.2	0.3492	0.369
11	2013	85.3	-2.1	20.8	20.9	95.8	574.5	62.5	66.7	49.6	0.3494	0.373
12	2013	84.3	-1.7	22.2	22.3	94.4	574.9	60.7	64.7	46.6	0.3531	0.376
13	2013	83.5	-0.9	17.9	18.0	92.8	575.4	59.6	63.1	49.3	0.3465	0.367
14	2013	84.3	-1.1	17.8	17.8	93.4	575.2	61.0	64.6	50.8	0.3456	0.366



Grafikon 1. Svetloća uzoraka semoline iz dve proizvodne godine 2012 i 2013

Primenom ANOVA na dobijene podatke zaključuje se sa pragom značajnosti 0,05 da ne postaji značajna razlika u svetloći uzoraka krupice za 2012. i 2013. ($0,035761 \leq p$).

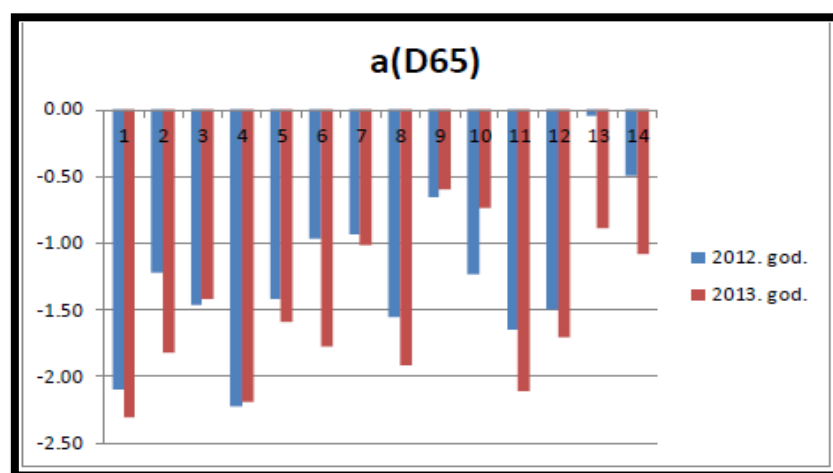
Uticaj godine je najizraženiji kod uzoraka 6, 9, 10 i 13. Najsvetliju boju imao je uzorak 4 u obe proizvodne godine. Ne postoji značajana razlika u odstupanju u svetloći među uzorcima u 2012. ($CV=1,379647$) niti u 2013. ($CV=1,037344$).

Manje je odstupanje u svetloći među uzorcima iz 2013.godine.

Tabela2. Jednofaktorska analiza varijanse (komponente varijanse-svetloća zrna)

ANOVA						
Grupe	Broj	Suma kvadrata	Prosečna vrednost	Varijansa		
2012.	14	1180,977	84,35548	1,379647		
2013.	14	1181,24	84,37429	1,037344		
ANOVA						
Izvor variranja	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između grupa	0,002477	1	0,002477	0,002049	0,964239	4,225201
Unutar grupa	31,42089	26	1,208496			
Ukupno	31,42337	27				

$P < 0,05$, df-stepen slobode, SS-suma kvadrata, MS-sredina kvadrata, F- vrednost



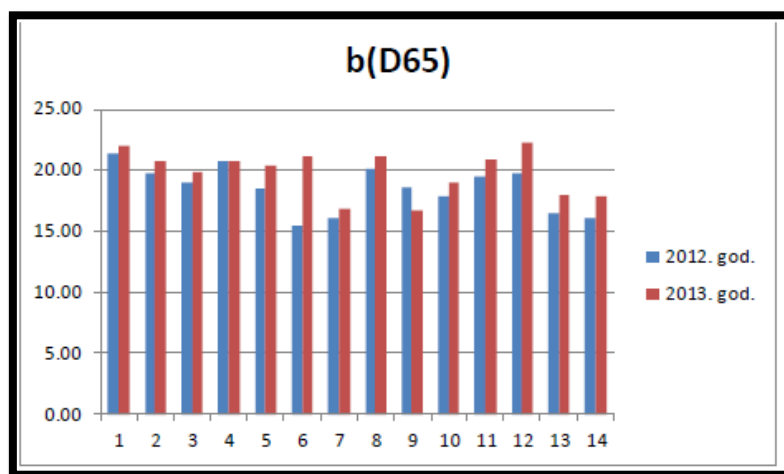
Grafikon 2. Udeo crvenog tona uzoraka semolina iz dve proizvodne godine

Svi uzorci semolina su pokazali veci udeo crvenog tona u kišnoj 2013. godini, mada ne postoji značajna razlika u odstupanju u udelu crvenog tona među uzorcima u 2012. ($CV=0,354001$), niti u 2013. ($0,31424$).

Tabela3: Jednofaktorska analiza varijanse (komponente varijanse-udeo crvenog tona semoline)

ANOVA						
Grupe	Broj	Suma kvadrata	Prosečna vrednost	Varijansa		
2012	14	-17,4267	-1,24476	0,354001		
2013	14	-21,1233	-1,50881	0,31424		
ANOVA						
Izvor variranja	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između grupa	0,488048	1	0,488048	1,460693	0,237697	4,225201
Unutar grupa	8,68714	26	0,334121			
Ukupno	9,175188	27				

$P < 0,05$, df-stepen slobode, SS-suma kvadrata, MS-sredina kvadrata, F- vrednost



Grafikon 3. Udeo žutog tona uzoraka semolina iz dve proizvodne godine

Posebno za kvalitet semoline je značajan visok udeo žutog tona, koji je veći u kišnoj godini. Uzorci 1, 2, 4, 6, 11 i 12 imaju b^* vrednosti veće od 20. Ne postoji značajna razlika u odstupanju u udelu žutog tona među uzorcima u 2012. ($CV=3,536719$), niti u 2013. ($3,346409$).

Tabela 4: Jednofaktorska analiza varijanse (komponente varijanse-udeo žutog tona semolina)

ANOVA						
Grupe	Broj	Suma kvadrata	Prosečna vrednost	Varijansa		
2012.	14	258,8667	18,49048	3,536719		
2013.	14	276,8367	19,77405	3,346409		
ANOVA						
Izvor variranja	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Između grupa	11,53289	1	11,53289	3,35106	0,078648	4,225201
Unutar grupa	89,48067	26	3,441564			
Ukupno	101,0136	27				

$P < 0,05$, df-stepen slobode, SS-suma kvadrata, MS-sredina kvadrata, F- vrednost

Zaključak

Boja je prvi parametar koji potrošač doživljava, i igra veoma važnu ulogu u opštoj percepciji proizvoda. Jarko žuta boja je jedan od poželjnih atributa za procenu kvaliteta testenina a potiče od količine karotenoidnih pigmenata u semolini. Samo odabirom durum semoline intenzivno žute boje zagantovana je i boja testeničarskih proizvoda.

LITERATURA

- [1] Žeželj, M. (1995). *Tehnologija žita i brašna, knjiga I, poznavanje čuvanje i prerada žita*. Novi Sad, SRJ: Tehnološki fakultet u Novom Sadu, Zavod za tehnologiju žita i brašna.
- [2] Bejarević, G. (2001). *Tehnologija proizvodnje testenina*. Novi Sad, Tiski cvet.
- [3] Petrova, I. (2007). *End-use quality of Bulgarian durum wheat*. Bulg. J. Agric. Sci., 13: 161-169.
- [4] Boudalia, S., Mezroua, EY., Bousbia, A., Khaldi, M., Merabti, W., Namoune, H. (2016). *Evaluation of the Stability of the Physico-chemical Properties and Sensory Qualities of Farfalle Pasta from the Region of Guelma, Algeria*. Mal J Nutr 22(3): 443—453.
- [5] RHMZ, Republički Hidrometeorološki zavod Srbija.
<http://www.hidmet.gov.rs>
- [6] AACC, (1999). *Approved Methods, American Association of Cereal Chemists*, Standard No. 26-10.02. Experimental Milling: Introduction, Equipment, Sample Preparation, and Tempering. Reapproval November 3.
- [7] CIE. (1976). *Internacional Commssion on illumination, Colorimetry. Official Recommendation of the International Commission on Illumination. Publication CIE No. (E-1.31) Bureau Central de la CIE, Paris, France.*

Dr. Milana Drašković⁶⁵

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Procena kvaliteta semoline Miksolabom

Assessment of semolina quality with Mixolab

Rezime:

Tehnološki kvalitet durum pšenice i durum krupice (semoline) utvrđuje se različitim hemijskim, fizičkim i reološkim metodama. Reološko ponašanje testa dobijenog od durum semoline tokom mešenja i zagrevanja praćeno je pomoću savremenog analitičkog instrumenta Miksolaba.

Ključne reči: Durum pšenica, semolina, Miksolab

Abstract:

The technological quality of durum wheat and semolina is determined by various chemical, physical and rheological tests. The rheological behavior of the dough obtained from durum semolina during kneading and heating was monitored by Mixolab which is a new generation instrument.

Keywords: Durum wheat, semolina, Mixolab

Uvod

Reološke osobine testa pri zamesu, najčešće se procenjuju tradicionalnim metodama pomoću uređaja kao što su: farinograf, ekstenzograf, amilograf, miksograf, alveograf [1]. Osnovni nedostatak farinografa je što je potrebna velika količina uzorka brašna. (minimum 50 g). Za ispitivanje plastično-elastičnih osobina testa od durum pšenice pri mešenju često se koristi Miksograf (za analizu je potrebno 2 do 10 g brašna) [2]. Savremen uređaj za procenu kvaliteta testa je Miksolab, koji može uspešno da zameni farinograf i amilograf [3,4]. Potencijali različitih reoloških metoda za evaluaciju snage testa/gluten su ustanovili da gluten indeks i pokazatelji kvaliteta određeni alveografom najbolje predviđaju kvalitet testenine durum pšenice [5]. Pored važnosti proteinske komponente za kvalitet finalnog proizvoda, novije studije sve više ističu značaj i skrobne komponente. Istraživanja koja se oslanjaju na frakcionisanje pojedinih komponenata semolina durum pšenice i njihovoj rekonstituciji pokazuju, pored glutena, značaj skrobne komponente i njenih osobina pre svega stepen umreženosti skroba na kvalitativna svojstva gotovog proizvoda [6].

⁶⁵ draskovic.milana@gmail.com

Povećana konkurentnost u industriji testeničarstva nameće nove zahteve u pogledu preliminarog definisanja kvaliteta durum pšenice. U tom smislu velika pažnja je usmerena na iznalaženje novih i efikasnijih postupaka procene kvaliteta pšenice pre njene dalje prerade. Poslednjih godina u čestoj upotrebi za brzu procenu kvaliteta pšenice *Triticum aestivum*, je reološki uređaj novije generacije Miksolab [7,8]. Kako nema dovoljno podataka o njegovoj širokoj primeni u proceni kvaliteta durum pšenice, cilj ovog rada je da se testira njegov potencijal u proceni kvaliteta različitih genotipova durum pšenice poreklom iz dve proizvodne godine, da se prouče korelacije između pokazatelja kvaliteta, kao i da se ispita uticaj klimatskih faktora na tehnološki kvalitet durum pšenice.

1. Materijal i metode

Genetski materijal korišćen u ovom istraživanju obuhvatio je 14 genotipova durum pšenice, ozimog i fakultativnog tipa, dobijenih od Banke gena Instituta za kukuruz u Zemun Polju. Linije durum pšenice proizvedene su na istom lokalitetu (Zemun Polje (ZP) (44°52' geografske širine; 20°19' geografske dužine) i 88 m nadmorske visine tokom dve proizvodne godine (2012 i 2013). Podaci o klimatskim uslovima koji su vladali tokom vegetacionog perioda maj-jun na oglednim poljima dobijeni su od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije [9].

1.1. Laboratorijsko mlevenje durum pšenice

Očišćeni uzorci durum pšenice (3 kg) nakvašeni su do 16,5% vlage, i ostavljeni da odleže 24 časa (AACC 26-10.02)[10], a potom su samleveni na Quadrumat Senior laboratorijskom mlinu (Brabender, Duisburg, Germany). Prinosa krupice je izražen u odnosu na ukupnu količinu durum pšenice računato na sadržaj vlage 16,5%.

1.2. Miksolab analiza

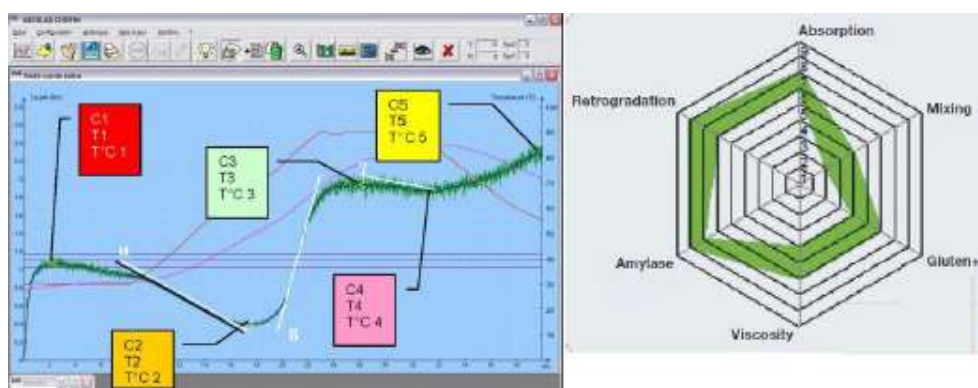
Reološko ponašanje testa dobijenog od durum krupice tokom mešenja i zagrevanja praćeno je pomoću Miksolaba (Slika 1.), (Chopin Technologies, Francuska), primenom "Chopin+" protokola prema ICC 173, (ICC Standards, 2011) [11], pri čemu su definišu sledeći pokazatelji krive (Slika 2a): MUV-moć upijanja vode (%); C1-inicijalna maksimalna konzistencija (Nm) koja služi za određivanje moći upijanja vode; vreme razvoja (min); stabilitet testa (min); C2-minimalna vrednost torzije na početku zagrevanja (Nm); C3-maksimum i minimum torzije u fazi zagrevanja (C3-C4) (Nm) i iznos retrogradacije tj. razlika između

maksimuma torzije nakon perioda hlađenja na 50°C (C5) i torzije u tački (C4), C5-C4 (Nm) α -predstavlja nagib krive između kraja perioda od 30°C i C2; odnosno predstavlja brzinu slabljenja proteinske mreže; β -predstavlja nagib krive između C2 i C3, daje brzinu želatinizacije skroba; γ -predstavlja nagib krive između C3 i C4, daje indikacije o brzini enzimske hidrolize (razgradnje) skroba.

Standardna Miksolab kriva je idealna za kompletnu karakterizaciju durum krupice-semoline (proteininske mreže, skroba i enzimske aktivnosti). Miksolab Profailer konvertuje standardnu krivu u šestougli grafikon sa 6 indeksa kvaliteta ocenjenih od 0 do 9 i obezbeđuje pojednostavljenu grafičku interpretaciju rezultata, koristeći standardizovani protokol (ICC N 173, AACC 54-60. 01). Miksolab Profailer je idealan za kontrolu kvaliteta durum krupice a može da se koristi potpuno pouzdano i za testiranje i selekciju linija durum pšenice (Slika 2b).



Slika 1. Miksolab



Slika 2. a.)Izgled standardne Miksolab krive i b.)Miksolab profailera

Miksolab meri u realnom vremenu moment torzije (u Nm) koji se javlja u testu između dve lopatice. Nakon formiranja testa, uređaj meri njegovo ponašanje u funkciji vremena, razvoja testa tokom mešanja i temperature. Najpre se odmeri masa brašna ili krupice sa konstantnom vlagom, kako bi se dobila željena konzistencija testa pri dodavanju vode tokom prve faze ogleda. Po „Chopin+“ protokolu masa testa iznosi 75 g a njegova ciljna konzistencija je 1,1 Nm ($\pm 0,07$). Durum pšenice imaju nižu plastičnost nego meke pšenice. Niži maksimum viskoziteta u kombinaciji sa manjom stabilnosti na vruće može ukazivati da je dijasstatska aktivnost veća. Ovo, možda, može biti posledica ili povećane aktivnosti amilaze ili većeg sadržaja oštećenog skroba. Pošto durum pšenica ima bolji otpor prilikom usitnjavanja, kod nje je verovatnije da će skrob biti oštećen nego kod meke pšenice. U odnosu na hlebnu pšenicu, durum pšenica se karakteriše sa:

- Manjim stepenom vezivanja vode
- Mnogo kraćim trajanjem formiranja testa
- Slabijim torzionim momentom C2
- Manjim vršnim viskozitetom (C3 i C3-C2)
- Manjom stabilnosti na vruće (C3-C4)
- Podjednakom retrogradacijom (C5-C4)

2. Rezultati i diskusija

Srednje Miksolab vrednosti očitane sa standardne krive i indeksi sa profailera za dve proizvodne godine prikazani su u tabeli 1. Izgled Miksolab krive se razlikuje u zavisnosti od proizvodnih godina (Slika 3). Miksolab krive uzoraka imale su karakterističan oblik za svaku godinu. U početnom delu krive koji karakteriše ponašanje proteinskog kompleksa brašna usled termomehaničkih promena, u obe godine su se diferencirale dve grupe uzoraka na osnovu vrednosti stabiliteta i vrednosti C2.

Međutim, razlike između godina u ovom delu krivih praktično ne postoje. Nasuprot proteinskom delu krive, deo krivie Miksolaba koji opisuje osobine skrobno-amilaznog kompleksa uzoraka se izrazito razlikuje među godinama. Generalno, uzorke iz 2012. godine odlikuju veće vrednosti pokazatelja C3, C4 i C5. Na osnovu iznetog se može pretpostaviti da su razlike u osobinama skrobno-amilaznog kompleksa uzoraka durum pšenice posledica uticaja različitih klimatskih uslova od cvetanja do žetve (maj-jun).

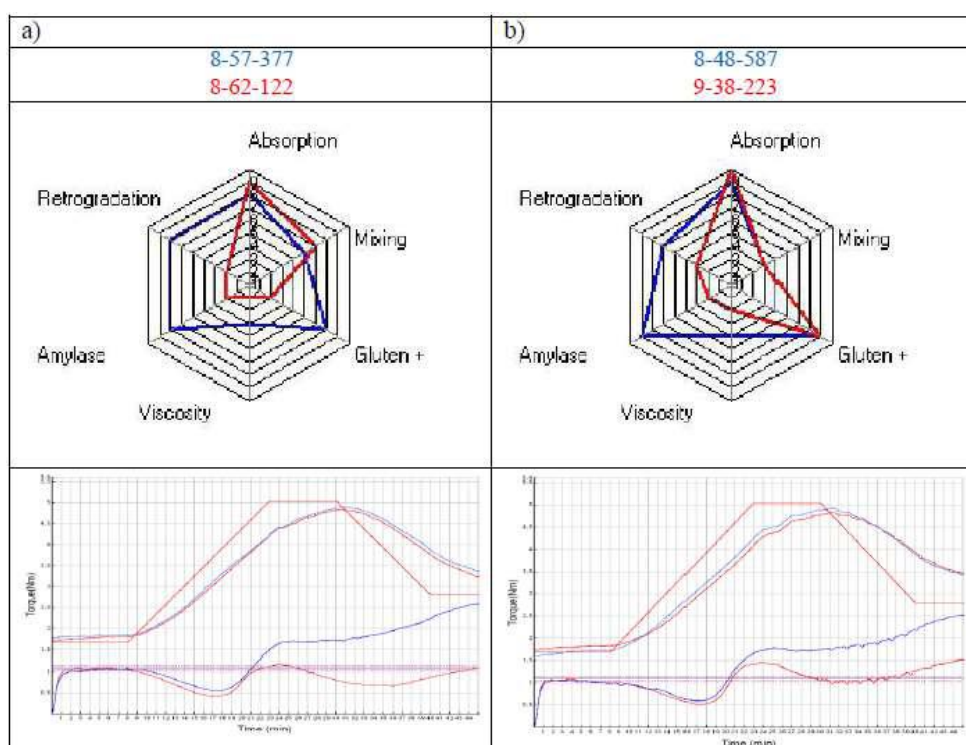
Tabela 1: Srednje Miksolab vrednosti očitane sa standardne krive i indeksi profailera za dve proizvodne godine

Broj uzorka	godina	WA (%)	C1 (Nm)	C2 (Nm)	C3 (Nm)	C4 (Nm)	C5 (Nm)	C3-C4 (Nm)	C5-C4 (Nm)	α Nm/min	β Nm/min	γ Nm/min	INDEX
1	2012	62,00	1,08	0,55	1,70	1,63	2,54	0,06	0,91	-0,05	0,18	0,02	8-57-377
1	2013	62,40	1,10	0,43	1,18	0,67	1,10	0,51	0,43	-0,09	0,20	-0,05	8-62-122
2	2012	61,55	1,07	0,37	1,51	1,39	2,11	0,12	0,72	-0,05	0,15	-0,03	8-16-364
2	2013	62,70	1,12	0,30	1,15	0,82	1,26	0,33	0,44	-0,05	0,31	-0,06	8-16-232
3	2012	61,35	1,09	0,35	1,49	1,35	2,06	0,14	0,71	-0,04	0,24	-0,04	8-16-355
3	2013	65,55	1,10	0,29	1,09	0,75	1,20	0,34	0,45	-0,05	0,27	-0,05	8-16-222
4	2012	58,90	1,13	0,34	1,65	1,53	2,68	0,12	1,15	-0,06	0,23	-0,05	6-16-468
4	2013	63,55	1,09	0,32	1,32	0,97	1,59	0,36	0,63	-0,04	0,34	-0,07	8-16-233
5	2012	61,45	1,10	0,36	1,57	1,48	2,43	0,09	0,95	-0,05	0,25	-0,02	8-16-367
5	2013	63,90	1,11	0,34	1,16	0,87	1,33	0,29	0,46	-0,05	0,27	-0,05	8-16-232
6	2012	62,10	1,09	0,54	1,66	1,52	2,50	0,14	0,98	-0,07	0,27	-0,03	8-28-367
6	2013	69,80	1,12	0,56	1,38	0,86	1,28	0,52	0,42	-0,08	0,29	-0,04	9-47-112
7	2012	60,30	1,13	0,55	1,66	1,47	2,45	0,20	0,98	-0,08	0,25	-0,07	7-47-366
7	2013	62,00	1,09	0,49	1,33	0,84	1,37	0,49	0,53	-0,05	0,28	-0,06	8-45-213
8	2012	60,05	1,09	0,36	1,59	1,48	2,60	0,11	1,12	-0,05	0,31	-0,04	7-16-467
8	2013	59,85	1,11	0,37	1,47	1,12	0,00	0,35	-1,12	-0,04	0,45	-0,09	7-16-310
9	2012	68,50	1,11	0,48	1,47	1,15	1,72	0,33	0,57	-0,07	0,34	-0,03	9-25-243
9	2013	64,45	1,10	0,46	1,25	0,62	0,95	0,63	0,34	-0,09	0,33	-0,10	8-33-112
10	2012	61,65	1,08	0,60	1,81	1,74	2,61	0,07	0,88	-0,01	0,25	-0,04	8-48-587
10	2013	66,05	1,09	0,53	1,44	0,96	1,52	0,48	0,56	-0,08	0,30	-0,11	9-38-223
11	2012	59,90	1,09	0,54	1,75	1,66	2,99	0,10	1,33	-0,09	0,29	-0,02	7-38-488
11	2013	61,85	1,09	0,59	1,62	1,27	2,35	0,35	1,08	-0,08	0,26	-0,06	8-48-317
12	2012	61,95	1,08	0,54	2,00	1,94	2,62	0,07	0,69	-0,05	0,11	-0,04	8-48-687
12	2013	65,65	1,11	0,52	1,58	1,38	2,11	0,21	0,74	-0,03	0,28	-0,04	8-27-345
13	2012	60,10	1,11	0,53	1,71	1,72	2,85	-0,01	1,14	-0,08	0,30	-0,02	7-36-477
13	2013	62,20	1,12	0,59	1,47	1,14	1,71	0,33	0,57	-0,07	0,26	-0,08	8-58-233
14	2012	59,00	1,10	0,52	1,77	1,62	2,95	0,15	1,33	-0,04	0,33	-0,02	5-56-478
14	2013	62,20	1,11	0,58	1,42	0,98	1,56	0,44	0,58	-0,05	0,26	-0,06	8-58-213

Toplotni stres je bio zajednička karakteristika za obe proizvodne godine, ali zbog razlike u broju tropskih dana moguće je da je došlo i do različitog stepena skraćivanja trajanja biosinteze proteina i skroba. Drugu proizvodnu godinu je karakterisala značajno veća količina padavina, tako da se ona u sinergiji sa većim brojem tropskih dana u maju može smatrati uzrokom izmenjenih osobina skrobno-amiloznog kompleksa uzoraka durum pšenice u odnosu na iste genotipove gajene u

2012. godini. Ove razlike verovatno potiču od razlika u veličini skrobnih zrna i u njihovoj morfologiji, kao i načina pakovanja u endospermu.

U cilju boljeg razumevanja evidentiranih razlika u kvalitetu, za dalje analiziranje odabrani su uzorci 1 i 10 na osnovu sličnih vrednosti broja padanja (FN) u obe proizvodne godine. Na ovaj način može se doći do objašnjenja šta zapravo vrednost FN zaista predstavlja, s obzirom da usled klimatskih promena u protekloj dekadi ona više nije realan indirektni pokazatelj nivoa amilolitičke aktivnosti zrna, već kako pretpostavljamo strukture skrobnog kompleksa u smislu veličine i oblika skrobnih granula. Uzorak 1 u odnosu na uzorak 10 karakteriše veći stabilitet testa u obe proizvodne godine i veća međusobna razlika u vrednosti C2 (Tabela 1). To ukazuje da između uzoraka poreklom iz obe godine postoje izvesne razlike u kvalitetu proteina zrna. Zajedničko za oba uzorka je postojanje razlika između dve proizvodne godine u delu krive Miksolaba od C3 do C5 (Slika 3. a i b).



Slika3.(aib) Preklopljeni Miksolabi i profaileri za uzorke durum semolina 1 i 10 iz dve proizvodne godine 2012/2013..

Maksimalna vrednost torzije u fazi zagrevanja (C3, Nm), je izrazito veća u uzorcima durum semolina iz 2012. godine i ukazuje na

više temperature želatinizacije skroba, odnosno veći viskozitet testa. Prosečna vrednost razlike maksimuma i minimuma torzije u fazi zagrevanja u testu (C3-C4) je manja u 2012. godini (0.13) u odnosu na 2013 (0.43) ukazujući na manju amilolitičku aktivnost semoline. Stabilnost vrele paste u testu (C4) je manja u uzorcima semolina iz 2013. godine. Sa tim u vezi i veće vrednosti C5-koja predstavlja meru retrogradacije skrobnih molekula u testu od semolina iz 2012. godine su indikator manje amilolitičke aktivnosti ovih uzoraka. Veća otpornost prema retrogradaciji (manje vrednosti C5-C4) izražena je osobina uzoraka testa od semolina poreklom iz 2013. godine.

Zaključak

Najbolji kvalitativni pokazatelji kod posmatranih genotipova durum pšenice zabeleženi su tokom 2012. godine, koja je po temperaturnim uslovima, količini i raspodeli padavina u periodu maj-jun u periodu vegetacije (cvetanja, oplodnje i nalivanja zrna) bila izuzetno povoljna za ozimu durum pšenicu. Uzorci iz 2013. proizvodne godine, koja je imala veću sumu padavina, imali su manje Miksolabske vrednosti za C3, C4 i C5, manje vrednosti broja padanja i veću amilolitičku aktivnost. Proteinski deo Miksolab standardne krive pokazao je razlike u zavisnosti od genotipa. Savremeni analitički instrument Miksolab pokazao se uspešnim u brzom karakterizaciji različitih genotipova durum pšenice.

LITERATURA

- [1] Pena, R. J., Amaya, A., Rajaram, S., & Mujeeb-Kazi, A. (1990). Variation in quality characteristics associated with some spring 1B/1R translocation wheats. *Journal of Cereal Science*, 12(2), 105–112.
- [2] Mann, G., Diffey, S., Allen, H., Pumpa, J., Nath, Z., Morell, M. K. Smith, A. (2008). Comparison of small-scale and large-scale mixing characteristics: Correlations between small-scale and large-scale mixing and extensional characteristics of wheat flour dough. *Journal of Cereal Science*, 47(1), 90–100.
- [3] Cato, L., Mills, C. (2008). Evaluation of the Mixolab for assessment of flour quality. *Food Australia* 60, 577–581.
- [4] Codină, G., G., Mironeasa, S., Bordei, D., Leahu, A., (2010). Mixolab versus Alveograph and Falling Number. *Czech Journal of Food Sciences* 28, 185–191
- [5] AbuHammad, W.A., Elias, E.M., Manthey, F.A., Alamri, M.S., Mergoum, M., (2012). A comparison of methods for assessing dough and gluten

- strength of durum wheat and their relationship to pasta cooking quality. *International Journal of Food Science and Technology* 47, 2561–2573.
- [6] Delcour, J.A., Vansteelandt, J., Hythier, M.-C., Abécassis, J., (2000). Fractionation and Reconstitution Experiments Provide Insight into the Role of Starch Gelatinization and Pasting Properties in Pasta Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 3774 - 3778.
- [7] Vizitiu, D., Danciu, I., (2012). Rheological evaluation of dry and tempered wheat on laboratory scale using Mixolab device. *Analele Universității din Craiova Biology, Horticulture, Food Produce Processing Technology, Environmental Engineering*, volume XVII (LIII), 455-460.
- [8] Codină, G.G., Mironeasa, S., Mironeasa, C., Popac, C.N., Tamba-Berehoiu, R., (2011). Wheat flour dough Alveograph characteristics predicted by Mixolab regression models. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 638–644.
- [9] RHMZ, Republički Hidrometeorološki zavod Srbija.
<http://www.hidmet.gov.rs>
- [10] AACC, (1999). Approved Methods, American Association of Cereal Chemists, Standard No. 26-10.02. Experimental Milling: Introduction, Equipment, Sample Preparation, and Tempering. Reapproval November 3.
- [11] ICC, (2011). International Association for Cereal Science and Technology. Standard Methods 173.

Dr Matilda Lazić⁶⁶

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dragan Halas, M.Sc.⁶⁷

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Mogućnosti za petrohemijsku valorizaciju pirolitičkog benzina kao sporednog proizvoda pri dobijanju etilena

Possibilities for petrochemical valorization of pyrolysis gasoline as a by-product in the production of ethylene

Rezime:

Cilj rada je prikaz mogućnosti valorizacije benzina pirolize kao sporednog proizvoda pri dobijanju etilena u petrohemijskoj industriji. Pretpostavljeno je da se različitim tehnikama separacije iz benzina pirolize, grupno mogu izdvojiti BTX/BTEX aromati. Iz BTX aromata se u narednim koracima, mogu izolovati benzol i toluol u čistom stanju, kao i frakcija C8 izomera. Posebnim metodama separacije mogu se međusobno razdvojiti C8 izomeri. BTX aromati predstavljaju sirovine za mnogobrojne hemijske sinteze. BTX/BTEX aromati, izolovani iz tečne frakcije pirolitičkog benzina predstavljaju bogatu polaznu osnovu za sekundarnu petrohemijsku preradu u cilju njihove valorizacije u komercijalne proizvode. U širem kontekstu održivog razvoja, benzin pirolize predstavlja prekursor širokog spektra proizvoda organske hemijske industrije npr. sekundarne petrohemijske, hemijski proizvodi, monomeri, polikondenzacione komponente, kaučuk, različiti polimeri, itd.

Ključne reči: benzin pirolize, valorizacija, BTX/BTEX aromati, petrohemijske, polimeri

Abstract:

The aim of the paper is to demonstrate the possibility of valorization of benzene pyrolysis as a by-product in the production of ethylene in the petrochemical industry. It is assumed that BTX / BTEX aromatics in the group can be distinguished by applying various separation techniques from pyrolysis gasoline. From the BTX aromatics, in the next steps, benzene, toluene in pure state, and the C8 isomer fraction can be isolated. Particular separation methods can be separated by C8 isomers. BTX aromatics represent raw materials for numerous chemical syntheses. It was concluded that BTX/BTEX isolated from the liquid fraction of pyrolysis gasoline, represent a rich base for secondary petrochemical processing in order to valorize them to commercial products. In a wider context of sustainable development, pyrolysis gasoline is a precursor to a wide range of organic chemical products, e.g. secondary petrochemicals, chemical products, monomers, polycondensation components, rubber, various polymers, etc.

Keywords: pyrolysis gasoline, valorization, BTX/BTEX aromatics, petrochemicals, polymers

⁶⁶ matildalazic@outlook.com

⁶⁷ draganhalas@gmail.com

Uvod

U procesu pirolize, tzv. parnog krekanja primarnog benzina, u cevnim pećima petrohemijske industrije, kao osnovni proizvod nastaje gas pirolize iz kojeg se izdvaja etilen kao osnovni proizvod. Tečni proizvodi pirolize predstavljaju teži, tečni sporedni proizvod navedenog procesa pirolize. Količina težih proizvoda pirolize zavisi od tipa sirovine i procesnih parametara, pri čemu prinos težih frakcija za sirovinu, primarni benzin, može iznositi i do 30%, od čega je do 25% benzin pirolize a ostatak je lož ulje [1]. Primarni benzin, kao sirovina, u procesu pirolize se prema tome, u znatnom udelu konvertuje u sporedni, tečni proizvod tzv. pirolitički benzin. U pirolitičkom benzinu po sastavu dominiraju aromatski ugljovodonici (tzv. BTX/BTEX aromati) i olefini. Pirolitički benzin ima pretežni sastav: benzol do 30 %mas, toluol do 19 %mas, C₈ -frakcija ugljovodonika (ksiloli, etilbenzol, stirol) do 12 %mas. Ukupni prinos pirolitičkog benzina, u odnosu na primarni benzin kao sirovinu, najčešće iznosi: 6,7-7 %mas. benzola; 2,4-2,6 %mas. toluola; do 2,5 %mas C₈ -frakcije aromata [1]. Na osnovu navedenog sastava i količine nastalog pirolitičkog benzina kao sporednog proizvoda, smatra se da on predstavlja pogodnu sirovinu za dalju valorizaciju u petrohemijskoj preradi. Pirolitički benzin se tretira različitim, komercijalnim separacionim procesnim tehnologijama radi proizvodnje grupnih i pojedinačnih BTX/BTEX aromata. U narednim koracima prerade iz izdvojenih BTX aromata, dobija se čitav spektar sekundarnih petrohemijskih proizvoda, iz kojih se naknadnim transformacijama dobijaju komercijalni proizvodi industrije polimera, itd. Valorizacija pirolitičkog benzina značajno utiče na ukupnu ekonomičnost proizvodnje etilena. Načini i obim valorizacije pirolitičkog benzina, na taj način, predstavljaju primer primene cirkularne ekonomije u petrohemijskoj industriji i podsticanja razvoja unapređenih/novih tehnologija u okviru koncepta održivog industrijskog razvoja.

Zbog složenosti sastava i mnogobrojnih drugih, procesnih faktora i ograničenja, broj mogućih rešenja za iskorišćenje pirolitičkog benzina je izuzetno veliki. Petrohemijska prerada pirolitičkog benzina može se komercijalno, odvijati u sledećim pravcima: hidrogenovanje i ekstrakcija aromata, dobijanje smola, izolovanje individualnih alifatskih i cikloalifatskih komponenata, itd [1,2]. U naftnoj industriji se npr. pirolitički benzin koristi za namešavanje visokooktanskih benzina, što širi spektar njegove valorizacije. Hidrogenizovani pirolitički benzin predstavlja bazni proizvod "HIP-Petrohemija", koji se stavlja u promet na

tržište kao profitabilna sirovina. Katalitičko hidrogenovanje se izvodi u cilju uklanjanja olefina, diena, sumpornih jedinjenja [3].

Predmet rada predstavlja pirolitički benzin. Cilj rada predstavlja upoznavanje sa mogućnostima valorizacije pirolitičkog benzina kao sporednog proizvoda pirolize primarnog benzina, u kojem se kao osnovni proizvod dobija etilen. Pirolitički benzin reprezentuje bazni petrohemijski proizvod bogat BTX/BTX aromata (benzol, toluol, etilbenzol, ksiloli). Pretpostavljeno da se različitim metodama separacije iz benzina pirolize, grupno mogu izdvojiti BTX/BTEX aromati, iz kojih se u narednim koracima, primenom posebnih metoda razdvajanja, mogu izolovati benzol i toluol u čistom stanju, kao i frakcija C₈-izomera dok se iz frakcije C₈-izomera, mogu izolovati *o*-ksilol, *m*-ksilol, *p*-ksilol, etilbenzol. Pretpostavljeno je takođe, da BTX aromati, izolovani iz tečne frakcije pirolitičkog benzina kao prekursora, predstavljaju bogatu polaznu osnovu za međusobnu transformaciju ali i za konverziju sekundarnom petrohemijskom preradom u cilju dobijanja velikog broja različitih proizvoda, koji u narednom ciklusu predstavljaju ulaz za nove procesne konverzije i transformaciju u potpuno nove proizvode.

1. Komercijalne tehnologije valorizacije pirolitičkog benzina

Grupnoj ekstrakciji BTX/BTEX aromata predhodi proces hidroobrade pirolitičkog benzina radi uklanjanja jedinjenja, koja ometaju ekstrakciju aromata od nearomata primenom selektivnih rastvarača. Proces se izvodi u dva reaktora. U prvom reaktoru izvodi se hidroobrada diena na Pd ili Ni katalizatorima. U drugom reaktoru, sirovina se obrađuje vodonikom u prisustvu Co-Mo/Al₂O₃ katalizatora u cilju hidrodesulfurizacije i zasićenja olefina [4].

Za grupno izdvajanje BTX aromata iz pirolitičkog benzina komercijalno, najčešće se primenjuje selektivna ekstrakcija tečno-tečno [1,4] ali se uspešno mogu primenjivati i druge separacione metode, npr. azeotropna ili ekstraktivna destilacija, kao i selektivna adsorbicija [1,4]. Ekstraktivna destilacija koristi kao solvent furfural, anilin, fenol, N-metilpirolidon (proces "Distapex"). Ekstraktivno razdvajanje aromata od nearomata iz pirolitičkog benzina primenom selektivne ekstrakcije tečno-tečno zasniva se na većoj rastvorljivosti aromata od nearomata u pogodnim polarnim, solventima. Iako dodatak malog procenta vode u solvent dovodi do smanjenja moći tzv. rastvaranja i do povećanja potrošnje toplote pri regeneraciji solventa, ipak se primenjuje jer se tako dobijaju čistiji ekstrakti [1,4]. Za ekstrakciju tečno-tečno primenjuju se sledeći solventi: SO₂ ("Edeleanu" proces), smeša dietilen i trietilen glikola

uz dodatak vode ("Udex" proces), sulfolan ("Shell" proces), N-metilpirolidon ("Arosolvan-Lurgi" proces), dimetilsulfoksid ("IFP" proces), N-formilmorfolin [1,4].

Dobijena grupa BTX/BTEX aromata međusobno se razdvaja u naknadnim koracima separacije, primenom različitih metoda. Iz grupe aromata atmosferskom destilacijom se u dve, uzastopne kolone izdvajaju čist benzol i čist toluol. Na dnu toluolske kolone zaostaje aromatska ksilolska frakcija, koja sadrži sva četiri aromatska izomera sa 8 ugljenikovih atoma. C₈-izomeri [1,4] su *o*-ksilol, *m*-ksilol, *p*-ksilol, etilbenzol. Ovi izomeri imaju vrlo bliske fizičke osobine i konsekvantno, njihovo međusobno razdvajanje i izdvajanje u čistom stanju, koje je neohodno za dalju preradu, svrstava se u najsloženije postupke razdvajanja u petrohemijskoj industriji [1]. Postupci međusobnog razdvajanja C₈-izomera su: superfrakcionisanje, kristalizacija, adsorbicija, kompleksiranje, ekstrakcija [1]. Superfrakcionisanjem se izdvaja etilbenzol iz smeše C₈-izomera. Znatno viša temperatura topljenja *p*-ksilola omogućava njegovo izdvajanje u čistom stanju niskotemperaturnom kristalizacijom ("Esso i Amoco" procesi). Za selektivno izdvajanje 98,4% *p*-ksilola iz smeše C₈-izomera primenjuje se i adsorbicioni postupak u prisustvu selektivnog, čvrstog adsorbensa ("Parex" i Aromax" procesi). Dobijeni *p*-ksilol je čistoće preko 99,5% [1]. Za razdvajanje smeše C₈-izomera primenjuje se ekstrakcioni proces novije generacije u prisustvu smeše HF+BF₃ kao sredstva za ekstrakciju.

Uzimajući u obzir da sastav pirolitičkog benzina nije u skladu sa potrebama tržišta za pojedinim C₈-izomerima, razvijene su komercijalne tehnologije međusobne izomerizacije *o,p,m*-ksilola [1]. Najveće potrebe tržišta se iskazuju u pogledu potreba za petrohemijsku preradu *p*-ksilola, sledi *o*-ksilol dok su potrebe najmanje za *m*-ksilolom. Specifičnim procesima međusobne izomerizacije C₈-izomera se zaostatak posle izdvajanja *p*-ksilola ponovo dovodi do ravnotežnog sastava i na taj način se dobijaju dodatne količine *p*-ksilola na račun *m*-ksilola. Najnoviji procesi katalitičke izomerizacije C₈-frakcije omogućavaju izomerizaciju *m*-ksilola i etilbenzola u smešu *p*-ksilola i *o*-ksilola [1,4]. Dobijena smeša *p*-ksilola i *o*-ksilola se koristi kao sirovina za sekundarne sinteze. Za razliku od izomera ksilola, koji međusobno lako izomerizuju, proces izomerizacije etilbenzola je znatno teži i odvija se postupno, do *o*-ksilola.

Veća potrošnja benzola (kao sirovine za naknadne sinteze) od toluola nametnula je potrebu da se dobijeni toluol u čistom stanju, primenom komercijalnih tehnologija prevodi u benzol. Za konverziju se koriste procesi termičkog ("INA", Rijeka) i katalitičkog hidrodealkilovanja toluola. Proces disproportcionisanja toluola daje

benzol i *p*-ksilol [4]. Procesi naknadnih transformacije dobijenih aromata, kao sirovina će biti predstavljeni u narednom poglavlju rada.

2. Valorizacija benzola, toluola i izomera ksilola dobijenih iz pirolitičkog benzina

Benzol, izolovan u čistom stanju iz pirolitičkog benzina, reprezentuje primarni petrohemijski proizvod, iz kojeg se daljom sekundarnom petrohemijskom preradom, može dobiti čitav spektar proizvoda, kao npr.: etilbenzol, kumol i cikloheksan. Komercijalnim procesom dehidrogenovanja etilbenzola proizvodi se stirol, kao važan monomer za proizvodnju polistirena (procesima polimerizacije). Na bazi stirola proizvodi se i veliki broj kopolimera, npr. sintetički kaučuk. Halogeni i nitro derivati benzola služe za proizvodnju boja, lakova, lepkova, pesticida, aditiva za plastične mase. Iz benzola se dobijaju i alkilirani benzoli velike molekule mase, koji se primenjuju u farmaceutskoj industriji i za proizvodnju detergenata. Iz kumena se proizvode aceton i fenol. Iz fenola se komercijalno proizvode fenolformaldehidne smole, polikarbonatne i epoksidne smole, poliamidne smole, bisfenol A. Iz cikloheksana se proizvodi čitav spektar proizvoda, kao što su npr.: adipinska kiselina (komponenta za polikondenzaciju u poliamide) i kaprolaktam (polikondenzaciona komponenta za dobijanje poliamida). Iz nitrobenzena dobija se anilin, diizocijanati, pesticidi, boje, lepkovi, itd. [5].

Toluol se može koristiti kao solvent. Iz toluola se osim benzola i ksilola, dobijaju i sledeći proizvodi: dinitrotoluol, toluol diizocijanat i poliuretani, eksplozivi.

Iz *o*-ksilola se komercijalno proizvode: anhidrid ftalne kiseline, ftalna kiselina, izoftalna kiselina. Iz *p*-ksilola proizvodi se tereftalna kiselina, dimetiltereftalat i polietilen tereftalat (polimer).

Prema tome, benzol, toluol i izomeri ksilola (BTX/BTEX aromati) reprezentuju prekursore monomera i polikondenzacionih komponenata, koje se u narednim procesima transformacija, npr. polimerizacijom/polikondenzacijom/poliadicijom, prevode u npr. sintetske polimere i na kraju, u proizvode od polimernih materijala.

Zaključak

BTX/BTEX aromati, izolovani iz tečne frakcije pirolitičkog benzina predstavljaju pogodnu bazu za međusobnu transformaciju i istovremeno, fleksibilnu sirovinu za konverziju sekundarnom

petrohemijском preradom u cilju dobijanja velikog broja različitih proizvoda. Pirolitički benzin je prvi prekursor velikog broja različitih proizvoda organske hemijske industrije npr. sekundarne petrohemikalije, hemijski proizvodi, monomeri, polikondenzacione komponente, sintetički kaučuk, polimeri i kopolimeri, polikondenzacioni i poliadicione proizvodi, komponente i finalni hemijski proizvodi, itd. Može se zaključiti da se BTX aromati danas, valorizuju velikim brojem komercijalnih tehnologija ali predstavljaju i fleksibilan napoj za unapređene tehnologije današnjice i bliske budućnosti. U širem kontekstu održivog razvoja, pirolitički benzin jeste sporedni proizvod jednog primarnog petrohemijског procesa ali istovremeno, reprezentuje izuzetno fleksibilan napoj iz kojeg se različitim mogućnostima valorizacije dobija čitava serija komercijalnih proizvoda u sekundarnoj petrohemijскоj preradi, koji se u narednim koracima hemijskih transformacija prevode u krajnje proizvode organske hemijske industrije. Valorizacija jednog sporednog proizvoda, podstičući tehnološki razvoj više industrijskih grana, konsekvентно, otvara niz mogućnosti cirkularnoj ekonomiji da se razvija.

Dalji tok rada bi mogao obuhvatati detaljnije izučavanje separacionih tehnologija za grupno ili pojedinačno izdvajanje BTX aromata ili procese njihove transformacije u smislu valorizacije u komercijalne proizvode hemijske industrije sa prikazom njihove primene, itd.

LITERATURA

- [1] Stevančević, D. (1980). *Petrohemija*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- [2] Janović, Z. (2005). *Naftni i petrokemijski procesi i proizvodi*. Zagreb: Hrvatska društvo za goriva i maziva, Republika Hrvatska.
- [3] Bezbednosni list pirolitičkog benzina, from https://www.hip-petrohemija.com/upload/documents/proizvodna_linija/etilen/Piro-benzin%20s.pdf
- [4] Vidović, E. (2010). *Aromatski ugljovodonici (skripta za internu upotrebu)*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.
- [5] El-Shekeil, A. (2013). *Modern Petrochemicals*. USA: Createspace Independent Pub.

Dr Matilda Lazić⁶⁸

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dragan Halas, M.Sc.⁶⁹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Duško Salemović⁷⁰

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Putevi iskorišćenja atmosferskog ostatka u rafinerijama nafte

Ways of refinery utilization of atmospheric residue in oil refineries

Rezime:

U radu su prikazani putevi iskorišćenja atmosferskog ostatka u rafinerijama nafte. Ostatak sa dna kolone za atmosfersku destilaciju sirove nafte predstavlja tamni naftni destilat, sporedni proizvod atmosferske prerade i niskovredni proizvod konvencionalnih rafinerija. Pretpostavljeno je da savremeni tipovi rafinerija nafte imaju komercijalna postrojenja za iskorišćenje atmosferskog ostatka. Atmosferski ostatak se može obrađivati konverzionim procesima pri čemu nastaju svetli derivati (visokovredni proizvodi na tržištu derivata). Atmosferski ostatak se može prerađivati, takođe, vakuum destilacijom u cilju dobijanja teških uljnih destilata širokog spektra primene. Zaključeno je da atmosferski ostatak reprezentuje poželjnu i fleksibilnu sirovinu za različite procese u rafinerijama nafte. Ti procesi povećavaju ekonomičnost i efikasnost procesa u celoj rafineriji nafte i iskoristljivost sporednih proizvoda do visokovrednih derivata. Na taj način se sporedni proizvod atmosferske destilacije nafte stavlja u važan fokus rafinerijske prerade u smislu održivog razvoja naftne industrije i indirektno, u konceptu cirkularne ekonomije.

Ključne reči: atmosferski ostatak, iskorišćenje, rafinerija nafte, visokovredni naftni proizvodi.

Abstract:

In this paper the ways of exploiting the atmospheric residue in oil refineries are shown. The residue from the bottom of the column for the atmospheric distillation of crude oil represents a dark petroleum distillate, a by-product of atmospheric processing and a low-grade product of conventional refineries. It is assumed that modern types of oil refineries have commercial plants for the utilization of the atmospheric residue. The atmospheric residue can be processed by conversion processes to produce light ends (high-grade products on the market). The atmospheric residue can also be processed by vacuum distillation to obtain heavy oil distillates (a wide range of applications). It was concluded that the atmospheric residue represents a desirable and flexible raw material for different processes in oil refineries. These processes increase cost-effectiveness and efficiency of the

⁶⁸ matildalazic@outlook.com

⁶⁹ draganhalas@gmail.com

⁷⁰ duskosalemovic@gmail.com

process throughout the oil refinery and the utilization of side products to high-value derivatives. In this way, the by-product of atmospheric distillation of crude oil is placed in an important focus of processing/refinery in the sense of the sustainable development of the oil industry and indirectly in the circular economy concept.

Keywords: *atmospheric residue, utilization, oil refinery, high-grade petroleum products.*

Uvod

Atmosferski ostatak predstavlja najtežu frakciju, koja zaostaje na dnu kolone za atmosfersku destilaciju sirove nafte. Sastoji se iz tzv. teških komponenata iz sirove nafte sa temperaturom ključanja iznad 350°C [1]. Komponente frakcije ostatka sa dna atmosferske kolone ne mogu isparavati u koloni za atmosfersku destilaciju jer bi u radnim uslovima kolone došlo do njihovog krekanja ili razgradnje. Frakcija sa dna atmosferske kolone, prema tome, predstavlja najtežu frakciju destilacije sirove nafte i svrstava se u tzv. tamne destilate a nema direktnu primenu za proizvodnju visokovrednih motornih goriva. U cilju povećanja ekonomičnosti rada cele rafinerije, potrebno je valorizovati atmosferski ostatak drugim procesima sekundarne prerade nafte u okviru rafinerija kompleksnog tipa ili rafinerija sa dubokom konverzijom [1] da bi se generalno, povećao udeo proizvedenih tzv. svetlih derivata. Prinos i sastav atmosferskog ostatka zavise od tipa nafte i operacionih uslova rada atmosferske kolone [1-4].

U zavisnosti od sastava i količine atmosferskog ostatka ali i raspoložive tehnologije u određenim tipovima rafinerija, moguće je primeniti različite tehnologije njegovog iskorišćenja u cilju dobijanja tržišno viskovrednih naftnih proizvoda.

Predmet rada predstavlja atmosferski ostatak. Cilj rada obuhvata upoznavanje sa načinima iskorišćenja ostatka sa dna atmosferske kolone za destilaciju sirove nafte, koji se smatra niskovrednim, tamnim primarne destilacije nafte u savremenim rafinerijama. Pretpostavljeno je da se u zavisnosti od sastava i količine atmosferskog ostatka isti može prerađivati u okviru kompleksnih rafinerija nafte i rafinerija nafte sa dubokom konverzijom, primenom različitih komercijalnih tehnologija. Tamni proizvodi atmosferske destilacije i rafinerija nafte generalno, teže se valorizuju na tržištu od svetlih proizvoda i ne predstavljaju fokus rafinerija smislu gotovog proizvoda. Tamne proizvode, kao što je npr. atmosferski ostatak treba preraditi odgovarajućim procesima u atraktivnije proizvode, što povećava efikasnost celokupne rafinerije. Ciklus prerade tamnih proizvoda nastalih u primarnim i sekundarnim procesima prerade nafte u cilju povećanja ekonomičnosti rafinerija i maksimizacije količine viskovrednih proizvoda na tržištu derivata

uklapa se u koncept održivog industrijskog razvoja u sferi naftne privrede.

1. Putevi iskorišćenja atmosferskog ostatka

Ostatak sa dna kolone za atmosfersku destilaciju, predstavlja pogodnu sirovinu za preradu u okviru rafinerijskih postrojenja za katalitičko krekovanje; vakuum destilaciju u cilju proizvodnje baznih ulja iz kojih se postupkom blendinga dobijaju ulja za podmazivanje, mazive masti i voskovi. Atmosferski ostatak se koristi za sagorevanje u rafinerijskim pećima radi proizvodnje energije [4].

Najčešći način iskorišćenja atmosferskog ostatka je da se isti, cevovodima transportuje u procesnu jedinicu za vakuum destilaciju u okviru savremenih rafinerija nafte složenog tipa. U koloni za vakuum destilaciju izvodi se sekundarno razdvajanje teškog atmosferskog ostatka frakcionisanjem u blagom vakuumu, što omogućava razdvajanje na radnoj temperaturi kolone, pri kojoj ne dolazi do krekovanja prisutnih, teških komponenata. Vakuum destilacijom nastaju sledeći proizvodi: uljni destilati tzv. bazna ulja, teška bazna ulja, cilindarsko ulje, vakuum ostatak. Bazna ulja se razlikuju po viskozitetu a time i po klasifikaciji kvaliteta. Bazna ulja služe za namešavanje ulja za podmazivanje, proizvodnju lubrikanata, mazivih masti i voskova veoma širokog spektra upotrebe. Dobijanje baznih ulja i maziva se može izvoditi i u posebnim rafinerijama za proizvodnju baznih ulja i parafina [1]. Proizvodi vakuum destilacije se koriste u narednim koracima rafinerijske prerade kao sirovine za različite konverzije procese u kojima nastaju svetli, visokovredni naftni proizvodi na tržištu (motorni benzin i dizel gorivo). Proces valorizacije proizvoda, poreklom iz atmosferskog ostatka, npr. vakuum destilati i vakuum ostatak egzistiraju u rafinerijama kompleksnog tipa odnosno, onim rafinerijama koje omogućavaju tzv. duboku preradu. U rafinerijama za duboku konverziju sa kogeneracijom (rafinerije najnovije generacije) manji deo vakuum ostatka kao sirovine se koristi za dobijanje putnog bitumena ili vrlo viskoznih ulja, dok se veći deo sirovine prerađuje procesima duboke konverzije (npr. hidrokrekovanje vakuum ostatka, koksovanje, asfaltizacija i kogeneracija) u motorni benzin i dizel, kao najprofitabilnije svetle derivate [1,2,4]. Osnovni preduslovi za korišćenje atmosferskog ostatka za vakuum preradu ili neki drugi, transformacioni proces su specificirani viskozitet frakcije i limitiran sadržaj sumpora prema zahtevima ekoloških regulativa.

U slučaju da konfiguracijom rafinerija nafte nisu obuhvaćena vakuum postrojenja ili ne postoji interes za prodaju rafinerijama baznih ulja, atmosferski ostatak se može mešati sa gorivim uljima. Navedeni način iskorišćenja, međutim, nije pogodan za povećanje količine svetlih proizvoda u okviru rafinerije. Goriva ulja su teški, bočni proizvodi atmosferske kolone i najčešće služe za proizvodnju energije sagorevanjem u industrijskim pećima ili za proizvodnju pregrijane vodene pare u rebojlerima unutar rafnerija ili reprezentuju goriva za tankere.

Atmosferski ostatak reprezentuje značajnu sirovinu za proces termičkog razređenja u cilju dobijanja proizvoda niže viskoznosti od polazne sirovine i njihove upotrebe kao goriva. Atmosferski ostatak je takođe, pogodna sirovina za proces proizvodnje naftnog koksa u rafinerijama nafte, primenom procesa koksovanja. Koksovanjem se valorizuje tamni destilat sa dna atmosferske kolone osim u čvrst koks i u benzin i kerozin (svetli proizvodi) sa značajnim prinosom. Komercijalni procesi loma viskoznosti i koksovanja su veoma zastupljeni u savremenim tipovima rafinerija nafte za valorizaciju atmosferskog ostatka i smeše atmosferskog i vakuum ostatka [3].

Ako sirovina za atmosfersku kolonu predstavlja sirova nafta sa niskim sadržajem sumpora (maksimalno, 1% mas. sumpornih jedinjenja) nastali atmosferski ostatak se bez predobrade koristi direkto, kao napoj za specijalnu verziju procesa katalitičkog krekanja u fluidizovanom sloju-FCC, koji se naziva RCC (eng. Resid Catalytic Cracking) [4]. RCC reprezentuje konverzioni proces novije generacije. Omogućava iskorišćenje najteže frakcije atmosferske prerade nafte u cilju dobijanja svetlijih proizvoda, visokovrednih na tržištu derivata, što konsekvntno, predstavlja ekonomski interes rafinerije nafte. RCC je varijanta procesne jedinice za FCC, koja koristi teške napoje, prvenstveno atmosferski ostatak ali može prerađivati i vakuum ostatak, teška vakuum gasna ulja ili gasna ulja iz procesa koksovanja [4,5]. Navedeno ukazuje da RCC proces radi sa fleksibilnim sirovinama iz drugih, rafinerijskih procesa koje su teško iskoristljive kao finalni proizvodi, što mu daje na značaju u smislu procesa koji povećava ekonomičnost rada rafinerija nafte. U slučaju teških nafti sa visokim sadržajem sumpora, predhodno se mora izvršiti hidrodiesulfurizacija. U koloni za RCC dolazi do krekanja predgrejanih teških frakcija u prisustvu katalizatora. Osnovni proizvod predstavlja FCC-benzin, koji se koristi kao visokooktanska komponenta za namešavanje motornog benzina i istovremeno, reprezentuje znatno svetliji proizvod u odnosu na sirovinu. Navedeno omogućava povećanje ukupnog iskorišćenja sirove nafte u

okviru rafinerijske prerade i predstavlja cilj najnovijih generacija rafinerija. RCC, takođe, proizvodi i druge svetlije proizvode, koji se koriste kao sirovine za proces npr. alkilovanja unutar rafinerija. Nastali teži proizvodi se mogu namešavati u npr. dizel gorivo. Prema tome, RCC je naročito pogodan proces za primenu u rafinerijama, koje nastoje da maksimizuju proizvedenu količinu benzina na račun gorivih ulja i drugih teških frakcija/ostataka iz različitih rafinerijskih procesa ili jedinica. RCC jedinice daju visok prinos benzina visokog kvaliteta u pogledu oktanskog broja i niskog napona pare [4]. Međutim, prinos dizela iz RCC jedinica nije visok, pri čemu isti ima nizak cetanski broj, što je uslovljeno prirodom korišćene sirovine. RCC jedinice su veoma složene jer zahtevaju skupu i kompleksnu procesnu opremu, uređaje i fluidizaciju katalizatora, pri čemu optimizacija procesa spada u najkompleksnije sisteme. Predgrejani napoj se meša sa zagrejanim katalizatorom, unosi se u reaktor u kojem formiraju fluidizovani sloj. Krekovanje sirovine izaziva koksovanje i deaktivaciju katalizatora, koji pada na dno reaktora i transportuje se u regenerator. Gasoviti proizvodi izlaze sa vrha reaktora i ulaze i kolonu za frakcionisanje. RCC proizvodi čitav niz uglavnom, svetlih proizvoda, među kojima je najznačajniji, kako je navedeno FCC-benzin [4,5]. Dobijeni laki gasovi se koriste u zatvorenom rafinerijskom ciklusu za proizvodnju energije njihovim sagorevanjem, što daje dodatni značaj RCC procesa u smislu održivog tehnološkog razvoja u okviru naftne industrije.

Zaključak

Atmosferski ostatak predstavlja nusproizvod procesa atmosferske prerade sirove nafte odnosno, tamni proizvod bez značajnije vrednosti na tržištu derivata. Atmosferski ostatak međutim, reprezentuje fleksibilnu i pogodnu sirovinu za preradu u okviru veoma velikog broja rafinerijskih postrojenja. Poreklom iz atmosferskog ostatka se mogu dobiti raznovrsni svetli naftni proizvodi, viskovredni na tržištu derivata, kao npr. motorni benzin, dizel gorivo i gasoviti proizvodi. Atmosferski ostatak se danas, osim konverzionim rafinerijskim procesima, u znatnom obimu, prerađuje i vakuum destilacijom u cilju dobijanja vakuum uljnih destilata, prvenstveno baznih ulja. Bazna ulja su polazna osnova za dobijanje ulja za podmazivanje, mazivih masti i voskova koji takođe, jesu tamni rafinerijski proizvodi ali viskovredni na tržištu derivata. Putevi iskorišćenja atmosferskog ostatka u rafinerijskoj preradi su prema tome, mnogobrojni. Primenom procesnih tehnologija valorizacije atmosferskog ostatka povećava se ekonomičnost rafinerija

nafte. Cilj svake, savremene rafinerije nafte na globalnom nivou je doboka konverzija sirovine, odnosno maksimizacija prinosa svetlih derivata i/ili krajnjih naftnih proizvoda visoke tržišne vrednosti. Različite mogućnosti transformacije atmosferskog ostatka tj. njegova fleksibilnost kao sirovine stavlja ga u fokus rafinerijske prerade sporednih proizvoda i održivog tehnološkog razvoja u širem kontekstu.

Dalji tok rada bi mogao obuhvatati izučavanje palete proizvoda iz atmosferskog ostatka sa primenama u različitim industrijskim granama i svakodnevnom životu, detaljniji prikaz pojedinih unapređenih procesa za konverziju atmosferskog ostatka, itd.

LITERATURA

- [1] Klarić, I. (2008). *Tehnološki procesi organske industrij I deo, za internu upotrebu*. Split: Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Republika Hrvatska.
- [2] Sertić-Bionda, K. (2006). *Procesi prerade nafte, predavanja za internu upotrebu*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju, Republika Hrvatska.
- [3] Janović, Z. (2005). *Naftni i petrokemijski procesi i proizvodi*. Zagreb: hrvatsko društvo za goriva i maziva, Republika Hrvatska.
- [4] Refinery reference desk. Atmospheric bottoms, Energy Insights by McKinsey Company, from <https://www.mckinseyenergyinsights.com/resources/refinery-reference-desk/atmospheric-bottoms/>
- [5] Group of authors. (2011). Residue Catalytic Cracking Technology and Catalyst. China National Petroleum Corporation, from <http://petrochinaintl.com.cn>

Dr Milenko Stašević⁷¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Ljubica Lazić Vulićević⁷²

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Aleksandar Rajić⁷³

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Preostali vek konstrukcije tornja postrojenja za istraživanje nafte i gasa

The residual life of the tower construction of the oil and gas exploration plant

Rezime:

U ovom radu je formulisana kompletna metoda za analizu preostalog veka konstrukcije tornja postrojenja za istraživanje nafte i gasa. Ova metoda se zasniva na energetsom kriterijumu ili drugim rečima na gustini energije deformacije (GED), koja je ugrađena u softverski paket "PP_VEK". Ona koristi ciklične karakteristike materijala iz domena malo ciklusnog zamora, iste karakteristike koje se koriste za predviđanje veka, do pojave početnog - inicijalnog oštećenja. Metoda je nastala i verifikovana kod avionskih konstrukcija i termoelektričnih postrojenja. Korišćenjem ove metode, omogućuje se smanjenje obima remonta i revitalizacije postrojenja, povećanje bezbednosti njihovog rada (sprečavaju se havarije), zaštita životne sredine, uz značajne finansijske uštede.

Glavne reči: toranj, zamor, prslina, preostali vek, metoda gustine energije deformacije (GED), softver VEK, zaštita životne sredine, ekonomičnost.

Abstract:

In this paper a complete method for the analysis of the residual life of the tower construction of the oil and gas exploration plant has been given. This method is based on an energy criterion or, in other words, a deformation energy density (GED) that is embedded in the software package "PP_VEK". It uses the cyclic characteristics of materials from the domain of a low cyclic fatigue, the same characteristics that are used to predict the life until the appearance of initial damage. The method was created and verified on the airplane constructions and thermal power plants. Using this method it is possible to reduce the volume of overhaul and revitalization of the plant, and to increase the safety of their work (preventing damage), environmental protection, with significant financial savings.

Key words: tower, fatigue, cracks, residual life, deformation energy density method (GED), software VEK, environmental protection, economy.

⁷¹ milenkostasevic2013@gmail.com

⁷² lazic.ljubica@yahoo.com

⁷³ aleksandarrajic@yahoo.com

Uvod

Kod konstrukcija koje su izložene dinamičkim opterećenjima tokom eksploatacije moguća je pojava inicijalnih oštećenja u vidu prslina u kritičnim delovima konstrukcije. Jedna od takvih konstrukcija je i toranj postrojenja za istraživanje nafte i gasa (sl.1.), koji je uzet u razmatranje. Tokom eksploatacije toranj postrojenja opterećen je promenljivim spektrom opterećenja, koji tokom eksploatacije može dovesti do pojave inicijalnih oštećenja u vidu prslina, kao i njihovog širenja.

Toranj remontnog postrojenja predstavlja čeličnu rešetkastu noseću strukturu kompleksne geometrije i tehnologije izrade sa nizom elemenata koji obezbeđuju ostvarenje projektovanih funkcija, poput nošenja bušačkog alata, vađenje alata kod zaglavljivanja i izvršenje rudarskih operacija [1, 2, 3, 5].

Za određivanje preostalog veka (veka širenja oštećenja - prsline) tornja potrebno je definisati sledeće: određivanje kritičnih mesta na bazi metode konačnih elemenata (MKE) [1], spektar opterećenja i napona, potrebne karakteristike materijala i određivanje preostalog veka tornja (primena metode gustine energije deformacije GED, ugrađene u softver „PP_VEK“) za realni spektar opterećenja [2].



Slika 1. Toranj postrojenja za istraživanje nafte i gasa.

1. Rudarske operacije

Radi obezbeđenja nesmetane eksploatacije nafte i gasa, pored bušenja na određenu dubinu, potrebno je izvršiti određene rudarske operacije. One se sprovode u dva različita slučaja i to: nakon izvedenog bušenja radi puštanja bušotine u eksploataciju i u toku same eksploatacije, radi otklanjanja nedostataka i oštećenja (opreme i zemljišta) koja se javljaju tokom eksploatacije. Navedene radove izvodi razmatrano postrojenje za istraživanje nafte i gasa.

Prilikom remonta bušotina postrojenje izvršava redovne rudarske operacije i nepredvidive rudarske operacije [2, 4, 5], koje su nepoželjne i veoma nepovoljno deluju na bušotinu i remontno postrojenje. Obično se radi o spašavanju bušotine za dalju proizvodnju nafte i gasa. To je sledeća operacija: instrumentacija - zaglava alata u bušotini.

Sve ove operacije izvode mehaničke operacije, takozvane manevre, prilikom spuštanja i vađenja kolone proizvodnih cevi - tubinga u i iz bušotine, zatim bušenje cementnog čepa i potezanje tornja tokom zaglave.

Tokom remonta bušotine postoji potreba za cementiranjem njenih određenih delova, kako bi dobili razdvojene intervale za izvršenje određenih operacija. Nakon izvršenja navedenih operacija sledi bušenje ugrađenih cementnih čepova. Instrumentacija je nepoželjna operacija i teško ju je definisati. To je ekstremna operacija, a u pitanju je zaglava alata u bušotini. Na osnovu razmatranja izveštaja rada usvojenog postrojenja za dalju analizu veka tornja usvojen je prosek operacija - spektar opterećenja za jednu godinu rada i to:

- 365 operacija, spuštanje sprava,
- 365 operacija, vađenje sprava,
- 10 operacija, bušenje cementnog čepa i
- 5 operacija, instrumentacija - zaglava sprava u bušotini.

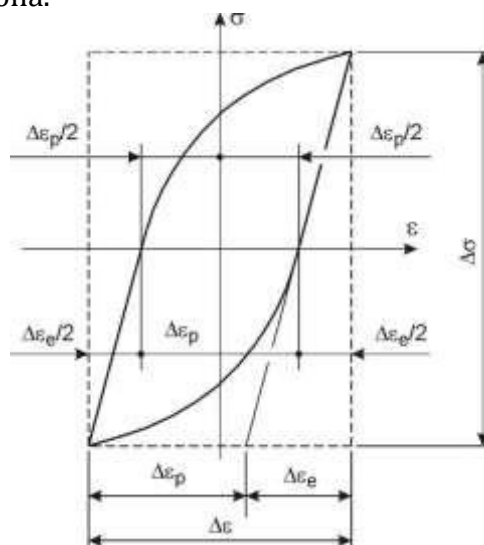
Za ovaj spektar realnih rudarskih (mehaničkih) operacija odrediće se preostali vek tornja.

2. Ispitivanje otpornosti na malociklični zamor (MCZ)

Zamor je pojava postepenog razaranja materijala mašinskog dela izloženog delovanju promenljivog opterećenja. Akumulacija oštećenja u vidu obrazovanja i rasta mikropora predstavlja prvu fazu razaranja, koja se završava kada se spajanjem mikropora obrazuju prsline. Širenje prsline, koje se završava lomom, predstavlja drugu fazu razaranja [6, 7, 9]. Prsline obrazovane pri broju ciklusa $N < 10^5$, rezultat su malocikličnog zamora.

Ponašanje materijala pri malocikličnom zamaranju ispituje se eksperimentalno. U tu svrhu koriste se glatke epruvete, koje se na više nivoa regulisanih deformacija, sa faktorom asimetrije -1, na sobnim, povišenim ili sniženim temperaturama, izlažu malocikličnom zamaranju.

Naponsko deformacioni odziv pri malocikličnom zamaranju oblika je idealizovane histerezisne petlje, prikazane na sl. 2. Raspon deformacija $\Delta\varepsilon$ odgovara ukupnoj širini petlje, a raspon napona $\Delta\sigma$ odgovara njenoj ukupnoj visini. Amplituda napona jednaka je polurasponu napona.



Slika 2. Idealizovana histerezisna petlja.

Rezultati ispitivanja epruveta na malociklični zamor su ciklične karakteristike materijala: koeficijent ciklične čvrstoće K' , eksponent cikličnog deformacionog ojačavanja n' , koeficijent zamorne čvrstoće, σ'_f , eksponent zamorne čvrstoće b , koeficijent zamorne duktilnosti ε'_f , eksponent zamorne duktilnosti c , i date su u tabeli 3, koje koristimo za određivanje preostalog veka.

3. Model za procenu preostalog veka na bazi GED

Prilikom procene veka elemenata konstrukcije sa inicijalnim oštećenjem neophodno je formulisati funkcionalnu zavisnost između gradijenta širenja prsline da/dN i faktora intenziteta napona K_I [2,8,10].

Nakon analize energije nastale usled plastične deformacije oko vrha prsline, neophodno uspostaviti njenu zavisnost sa gradijentom širenja prsline da/dN . Konačno se dobija funkcionalna zavisnost između gradijenta širenja prsline i faktora intenziteta napona (jednačina1), koja

nakon integraljenja od inicijalne dužine prsline a_i do krajnje dužine prsline a_c , daje relaciju za broj ciklusa N , koji nam daje preostali vek tornja.

$$N = \frac{(1 - n') \psi}{4 E I_{n'} \sigma_f' \varepsilon_f'} \int_{a_i}^{a_c} (\Delta K_I - \Delta K_{th})^2 da \quad (1)$$

Veličine u jednačini 1, koja je instalisana u softwer „PP_VEK“ su: N broj ciklusa, E modul elastičnosti, $I_{n'}$, ψ - konstante zavisne od indeksa ojačanja, ΔK_{th} - konstanta (opseg praga K_I), koje koristimo za određivanje preostalog veka, tabela 3).

4. Procena preostalog veka tornja za realni spektar opterećenja

Na osnovu proseka rudarskih operacija za jednu godinu rada, koje izvršava usvojeno postrojenje, njihovih dijagrama opterećenja u tabelama 1. i 2, dat je realni spektar (blok) napona. koji odgovara jednoj godini rada postrojenja [2]. U tabeli 3. kao rezultat proračunske analize širenja prsline primenom softverskog paketa „PP_VEK“ su prikazani svi neophodni ulazni podaci koji uključuju: geometrijske karakteristike razmatranog reprezentativnog elementa (sl. 3.) sa inicijalnom prslinom, odgovarajućim zakonom širenja prsline (GED) i za njega neophodnim karakteristikama materijala, kao i realnim spektrom napona. Program sve vreme daje vrednosti faktora intenziteta napona K_I i korektivne funkcije Y za porast dužine prsline od 0,5 mm, do kritične dužine prsline.

Kriterijum za analizu širenja prsline u ovoj tabeli je trenutak kada vrednost dužine prsline reprezentativnog elementa (epruvete) dostigne kritičnu vrednost 17 mm od početne dužine prsline 3.5 mm. U tabeli 3 su dati rezultati širenja prsline odnosno procena preostalog veka za realni spektar opterećenja. Kao što se vidi, kao konačan rezultat dobija se broj blokova 17, odnosno 17 godina za eksploatisani materijal tornja, jer svaki blok sadrži broj operacija, koje se javljaju u eksploataciji tokom jedne godine.

Tabela 1. Realni spektar napona.

operacija	Minimalni napon (Mpa)	Maksimalni napon (Mpa)	Broj ponavljanja
spuštanje sprava	0	42,84	365x111=40515
vađenje sprava	0	42,84	365x111=40515
bušenje cementnog čepa	44,87	46,89	4x10=40
instrumentacija	48,5	80,8	5x1=5
	80,8	121,3	5x5=25

Tabela 2. Realni spektar napona (jedan blok).

Nivoi napona	S_{min} (MPa)	S_{max} (MPa)	Broj ciklusa
Nivo 1	0	42,84	40515
Nivo 2	0	42,84	40515
Nivo 3	44,87	46,89	40
Nivo 4	48,5	80,8	5
Nivo 5	80,8	121,3	25

Za posmatrani primer uneti su sledeći podaci: ciklične karakteristike materijala, dimenzije epruvete (širina $w=50$ mm, poluprečnik otvora $r=5$ mm), dužina prsline (početna 3,5 mm i kritična 17 mm, koja je dobijena konstruktivno, sl. 3.), priraštaj prsline 0,5 mm, maksimalni i minimalni napon (razlika napona i odnos napona $R=0,1$), prag zamora, žilavost loma materijala i modul elastičnosti.

Tabela 3. Rezultati analize širenja prsline za realni spektar opterećenja za eksploatisani materijal, po metodi GED.

Proračun sa rupom i jednom prskotinom

Ulazni podaci za: **EXPLOATISANI MATERIJAL**

Korak: 100 Finoca stampe: 50000 Izaberite zakon širenja: GED Brisi Izracunaj

parametre konstante
 nF: CF:

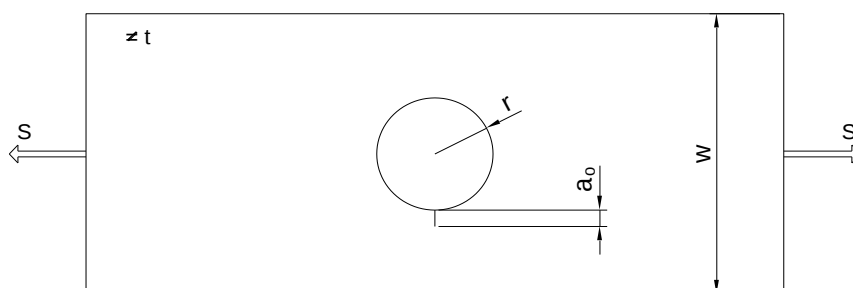
Podaci o geometriji:
 a0: 0,0035
 ac: 0,017
 w: 0,05
 t: 0,005
 r: 0,005

Ciklične karakteristike materijala:
 E: 204200
 SigmaF: 1290,2
 EpsilonF: 0,36
 n': 0,23932
 ln': 3,067
 Psi: 0,95152
 Kth0: 5,8
 Klc: 1,25

Podaci o opterećenjima:

SigmaMax	Min	N
SigmaMax1: 42,84	Min1: 0	N1: 40515
SigmaMax2: 42,84	Min2: 0	N2: 40515
SigmaMax3: 46,89	Min3: 44,89	N3: 40
SigmaMax4: 80,8	Min4: 48,5	N4: 5
SigmaMax5: 121,3	Min5: 80,8	N5: 25

Nukupno	a	da/dN	KI	BrojacBlokova
0	0,0035	0	9,662169076	0
50000	0,003726869	0,000000004	9,751232535	0
100000	0,003972113	0,000000005	9,857097377	1
150000	0,004232041	0,000000005	9,947973279	1
200000	0,004510003	0,000000005	10,03494915	2
250000	0,004803801	0,000000005	10,11738745	3
300000	0,005111134	0,000000006	10,19505807	3
350000	0,005435358	0,000000006	10,26928348	4
400000	0,005772218	0,000000006	10,33965286	4
450000	0,006125312	0,000000007	10,40754518	5
500000	0,006492411	0,000000007	10,47313663	6
550000	0,006871344	0,000000007	10,53672239	6
600000	0,007266117	0,000000007	10,59960062	7
650000	0,007674783	0,000000008	10,66202821	8
700000	0,008095473	0,000000008	10,72428562	8
750000	0,008532682	0,000000008	10,78754132	9
800000	0,008986258	0,000000009	10,85170681	9
850000	0,009450284	0,000000009	10,91789132	10
900000	0,009934155	0,000000009	10,98626383	11
950000	0,010432954	0,000000010	11,05696946	11
1000000	0,010952101	0,000000010	11,13107271	12
1050000	0,011488299	0,000000010	11,20836629	12
1100000	0,012047421	0,000000011	11,28893238	13
1150000	0,012628694	0,000000011	11,37507402	14
1200000	0,013231463	0,000000012	11,46627335	14
1250000	0,013862292	0,000000012	11,56227900	15
1300000	0,014520930	0,000000013	11,66400436	16
1350000	0,015207296	0,000000014	11,77155220	16
1400000	0,015928832	0,000000014	11,88619300	17
1450000	0,016688478	0,000000015	12,00768306	17



Slika 3. Geometrija reprezentativnog elementa sa otvorom i inicijalnom prslinom.

Zaključak

Metoda gustine energije deformacije (GED) data u ovom radu za procenu preostalog veka konstrukcije tornja je realna i doprinosi racionalizaciji primene procedure u praćenju stanja i održavanja, kako sa aspekta tehničkih performansi, tako i na planu optimizacije, preventivnog održavanja i redukcije troškova uopšte. Ona se uspešno može primeniti i za druge konstrukcije i opremu (letilice, termo-energetska postojenja, cevovodi, posude pod pritiskom, itd). U pitanju je nova metoda, koja je uglavnom nepoznata našim korisnicima, a i šire, a osnovna ideja je edukacija i njena dalja obavezujuća primena u cilju prevencije oštećenja i otkaza opreme, a u cilju povećanja ekonomičnosti i zaštite životne sredine.

LITERATURA

- [1] Stašević M., (2002). *Analiza naponsko deformacijskog stanja tornja remontnog postrojenja Cardwell II*, magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] Stašević M., (2014). *Prilog procene veka konstrukcije tornja postrojenja za istraživanje nafte i gasa*, doktorski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [3] (1978). *Tehničko uputstvo i dokumentacija, Remontno postrojenje Cardwell II i Katalog rezervnih delova*, AD NIS Naftagas, pogon Specijalni radovi, Novi Sad.
- [4] Malogajski S., (1996). *Optimizacija radova u naftnim i gasnim bušotinama*, magistarski rad, Rudarsko geološki fakultet, Beograd.
- [5] Bizjak R., (2004). *Tehnologija bušenja sa projektovanjem*, Društvo inženjera i tehničara NIS Naftagas, Novi Sad.

-
- [6] Liu, Y.Y., Lin, F.S., (1984). A mathematical equation relating low cycle fatigue data to fatigue crack propagation rates. *Intenational Journal Fatigue*, Vol. 6, pp.31-36.
 - [7] Chand, S., Gaarg, S.B.L., (1985). Crack propagation under constant amplitude loading, *Engineering Fracture Mechanik*, Vol.21(1), pp.1-30,
 - [8] Boljanović, S., Maksimović, S., Djurić, M., (2009). Analysis of crack propagation using Local Strain Density Method, *Scientific Technical Review*, Volume LVIX, No. 2, pp. 12-17.
 - [9] Glinka, G.,A (1985). Notch stress-strain analysis approach to fatigue crack propagation, *Engeenering Fracture Mechanik*, 21 (2); pp. 245-261.
 - [10] Lazić Vulićević Lj., (2015). *Otpornost prema zamornom lomu zavarenih cevi od čelika povišene čvrstoće*, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Republika Srbija.

Dr Aleksandar Rajić ⁷⁴

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Ljubica Lazić Vulićević ⁷⁵

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Milenko Stašević ⁷⁶

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Numerička simulacija procesa brizganja voštanog modela implantata kolena

Numerical simulation of the injection process for wax pattern of knee implant

Rezime:

U radu je opisana numerička simulacija kao efikasan alat za projektovanje kalupa i parametara ubrizgavanja voska. Početna faza u procesu preciznog livenja je kreiranje voštanih modela. Greške koje se javljaju prilikom utiskivanja voska mogu biti prouzrokovane skupljanjem, vazдушnim uključcima i nižim kvalitetom površinske hrapavosti alata. U cilju otklanjanja ovih grešaka u ovom istraživanju je primenjen softver SolidWorks Plastics. Rezultati simulacije su analiza vremena popune, pozicije mesta ubrizgavanja, temperature i pritisci.

Ključne reči: numerička simulacija, brizganje voska, projektovanje alata, voštani model

Abstract:

The paper presents numerical simulation as an efficient tool for mould and wax injection parameters design. The master pattern manufacturing by wax injection is the starting operation in the investment casting procedure. Errors caused by shrinkage, air traps and the lower quality of surface roughness may occur in the wax injection process. The software SolidWorks Plastics was used in this research in order to avoid these errors. The software analysed the fill time, gate location, temperatures and pressures.

Keywords: numerical simulation, wax injection, mould design, wax model

Uvod

Najnoviji trendovi razvoja postupka preciznog livenja usmereni su u pravcu razvoja složenih tankozidnih alata sa visokim zahtevima sa aspekta dimenzione tačnosti, visokom čvrstoćom i posebnim karakteristikama. Početna faza u preciznom livenju je kreiranje voštanih modela i stručnjaci iz ove oblasti smatraju da je kvalitet završnog odlivka usko povezan sa kvalitetom voštanog modela. Ključni faktori uticaja na

⁷⁴ aleksandarrajic@yahoo.com

⁷⁵ lazic.ljubica@yahoo.com

⁷⁶ milenkostasevic2013@gmail.com

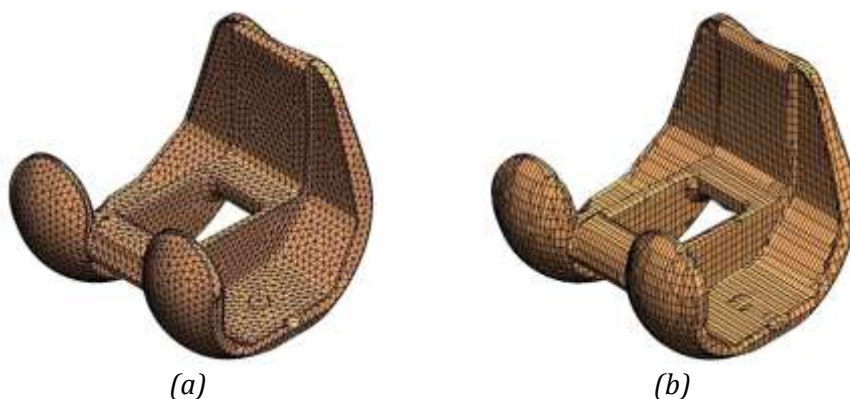
greške prilikom utiskivanja voska jesu neuravnoteženo popunjavanje kalupne šupljine i neuniformno hlađenje.

U ovom istraživanju primenjen je softver SolidWorks Plastics koji je u potpunosti integrisan u SolidWorks simulacijski paket. Ovaj softver omogućava simulaciju procesa ubrizgavanja kao i izmene na osnovu dobijenih rezultata. U daljem istraživanju realizovana je 3D računarska simulacija brizganja voska za model implantata kolena. Očekivani rezultati simulacije su analiza vremena ciklusa ubrizgavanja i pozicije mesta ubrizgavanja.

1. Programski modul SolidWorks Plastics

Program SolidWorks Plastics je Computer Aided Engineering (CAE) softver prvenstveno namenjen za računarsku simulaciju injekcionog livenja polimera. Ono što je bilo važno u odabiru ovog softvera je njegova kompatibilnost sa softverom SolidWorks kao i mogućnost kreiranja matematičkih modela na osnovu Cross-WLF i 2D Tait-ovih jednačina stanja. Za definisanje konstrukcije simulacijskog modela potrebno je učiniti sledeće korake: konstruisanje geometrije simulacijskog modela, definisanje mreže konačnih elemenata, definisanje posebnih tačaka na modelu i provera mreže [1, 2].

U istraživanju su primenjena dva modela simulacije: Shell i Solid. Poligonalni model kod Shell simulacije imao je 10623 elementa i 5305 tačaka - slika 1(a), a kod Solid simulacije 12190 elemenata i 11929 tačaka - slika 1(b).



Slika 1. Simulacijski mesh modeli: Shell (a) i Solid (b) [1]

2. Karakteristike materijala

Relacije između reoloških karakteristika voska i parametara ubrizgavanja dugo su bile zanemarivane od strane inženjera u livnicama i oni su najčešće koristili metodu „probaj i pogreši” i tako učili na sopstvenim greškama. Rezultat ovakvog pristupa bio je dugačak proizvodni ciklus, visoki troškovi, nizak stepen kvaliteta alata i voštanih modela [1, 2].

Numerička simulacija pokazala se kao efikasna metoda za projektovanje alata i parametara procesa ubrizgavanja. Usko grlo u primeni ove metode je nedostatak konstitutivnih jednačina i nepoznavanje karakteristika materijala koji su korišćeni kao industrijski voskovi. Prilikom računarske simulacije ubrizgavanja voska neophodno je razmotriti sve termofizičke i reološke karakteristike procesa ubrizgavanja voska. U cilju dobijanja validnih karakteristika voska potrebno je prilagoditi standardne metode koje se koriste za ispitivanje polimernih materijala. U suprotnom, bilo bi nemoguće predvideti ponašanje voska [3, 4].

U biblioteci materijala programa SolidWorks Plastics nije pronađen odgovarajući materijal, tako da su svi neophodni parametri definisani na osnovu podataka dobijenih od strane proizvođača Paramelt Argueso. Dobijeni su podaci za nekoliko materijala (Cerita F30-53MOD, Paracast FW 13070, itd.), sa i bez punioca, a za potrebe ovog istraživanja odabran je vosak F 28-448. To je vosak za modele bez punioca i definisan je kao novi materijal u biblioteci materijala programa SolidWorks Plastics.

Viskozitet voska F 28-448 opisan je parametrima Cross-WLF modela, dok su za PVT karakteristike voska uzeti parametri 2D Tait-ovog modela, tabela 1.

Tabela 1: Parametri Cross-WLF i 2D Tait-ovog PVT modela za vosak F 28-448

Parametar Cross- WLF	Vrednost	Parametar 2D Tait	Vrednost	Parametar 2D Tait	Vrednost
n	0,4576	b _{1m} (m ³ /kg)	0,0009451	b _{4s} (1/K)	0,001
τ* (Pa)	1,0471	b _{2m} (m ³ /kg·K)	5,96e-007	b ₇ (m ³ /kg)	4,13e-005
D1 (Pa·s)	2,41e+0.19	b _{3m} (Pa)	2,15e+008	b ₈ (1/K)	0,07831
D2 (K)	263,15	b _{4m} (1/K)	0,005891	b ₉ (1/Pa)	1,71e-008
D3 (K/Pa)	0	b _{1s} (m ³ /kg)	0,0009038	b ₅ (K)	333,15
A1	56,456	b _{2s} (m ³ /kg·K)	2,98e-007	b ₆ (K/Pa)	1,9e-007
A2 (K)	51,6	b _{3s} (Pa)	3,23e+008		

3. Računarska simulacija procesa ubrizgavanja voska

Računarska simulacija procesa ubrizgavanja voska izvedena je u skladu sa preporukama proizvođača i parametrima datim u tabeli 2.

Tabela 2: Preporučene vrednosti parametara ubrizgavanja voska

Parametar	Preporučena vrednost
Temperatura alata (°C)	20
Temperatura topljenja (°C)	63
Temperatura utiskivanja (°C)	45
Apsolutna maksimalna temp. topljenja (°C)	106
Maksimalni smicajni napon (MPa)	0,41
Maksimalna brzina smicanja (1/s)	40000

Poluautomatska mašina MPI55 za utiskivanje voska je zadata u simulaciji sa definisanim maksimalnim pritiskom ubrizgavanja od 7 MPa, maksimalnom brzinom ubrizgavanja od 200 cm³/s i maksimalnom silom stezača 226 kN. Analiza punjenja voštanog materijala tokom procesa ubrizgavanja realizovana je u softveru SolidWorks Plastics standardnom procedurom. Računarska simulacija je sprovedena kako bi se verifikovala tehnološka izvodljivost popunjavanja kalupne šupljine. U istraživanju je odabrana opcija kontrole popunjavanja preko zapremine tako da su kao rezultat simulacije dobijena različita vremena ubrizgavanja.

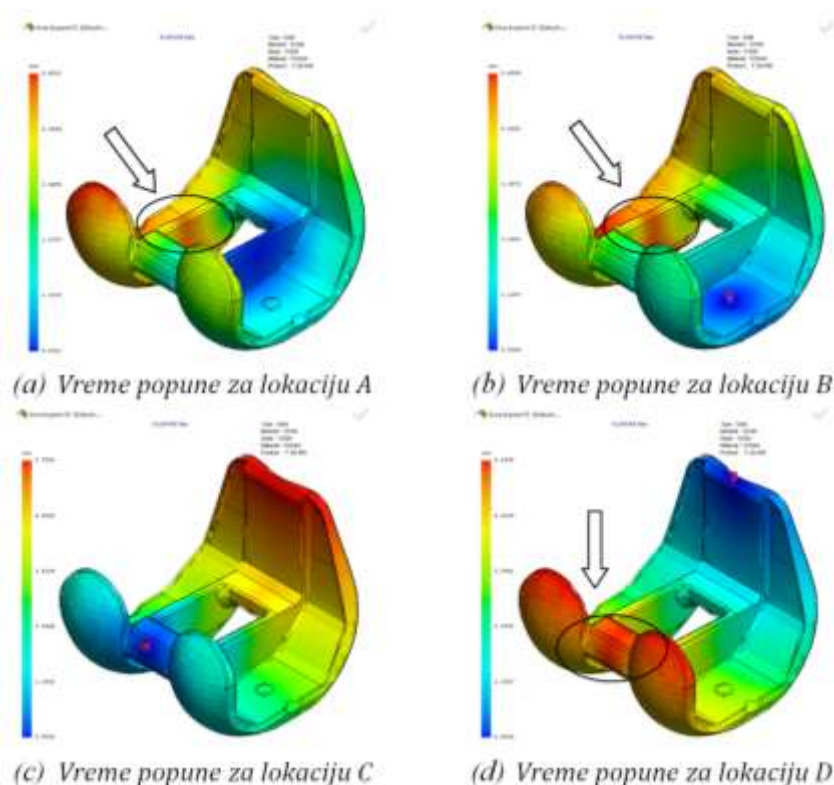
4. Rezultati računarske simulacije

U prvoj simulaciji primenjeni su Shell i Solid simulacijski modeli i analiza tipa Flow+Pack. Analizirana su četiri različita mesta ubrizgavanja i ona su prikazana na slikama 2(a)–(d). U varijanti A na slici 2(a) odabrana je opcija automatskog definisanja mesta ubrizgavanja dok je u varijantama B, C i D na slikama 2(b), 2(c) i 2(d) mesto ubrizgavanja definisano manualno. U tabeli 3 prikazana su izračunata vremena popune za različite simulacijske modele i mesta ubrizgavanja. U varijantama A i B mogu se uočiti nehomogenosti pri popunjavanju na tankom središnjem zidu. U varijanti D postoje nehomogenosti u području središnjeg mosta, na sredini i na prelazima ka tankim zidovima. Ove nehomogenosti pri popunjavanju mogu prouzrokovati neuniformno skupljanje i vitoperenja na središnjim delovima voštanog modela.

Tabela 3: Vremena popune različitih simulacijskih modela i mesta ubrizgavanja

Tip simulacijskog modela	Vreme popune za lokaciju A (s)	Vreme popune za lokaciju B (s)	Vreme popune za lokaciju C (s)	Vreme popune za lokaciju D (s)
Solid	5,6812	5,6590	5,7066	5,6559
Shell	3,6911	3,6953	3,6957	3,6887

U varijanti C lokacija ubrizgavanja je na prednoj strani središnjeg mosta što je ujedno i najdeblji deo modela. U ovoj varijanti vreme popune je najduže ali je uočljiva uniformna popuna kalupne šupljine, što ukazuje na manji procenat deformacija i tačniji model. Na osnovu ovoga je varijanta C, slika 2(c), usvojena kao optimalna i primenjena je u daljem istraživanju.

**Slika 2.** Vremena popune za različite lokacije ubrizgavanja [1]

U drugoj simulaciji izabrana je Shell metoda konačnih elemenata obzirom na kraće vreme potrebno za izvođenje analize. Tip analize je bio

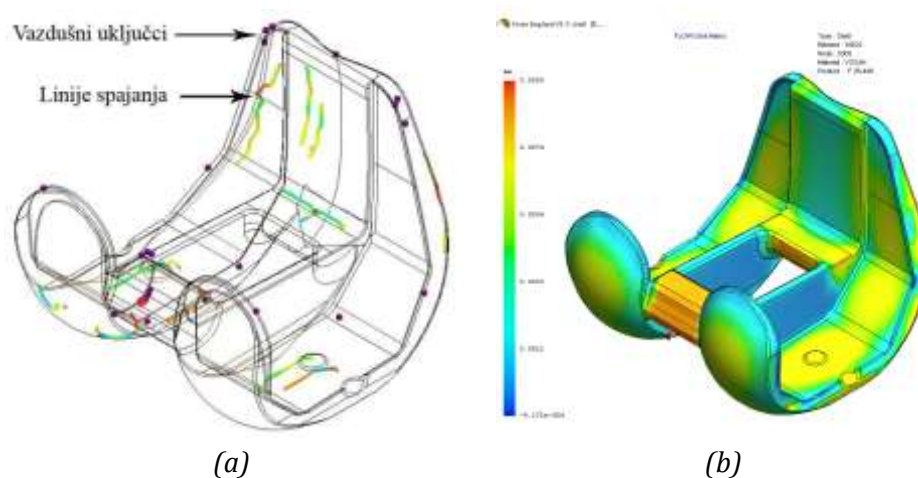
Flow+Pack+Warp. U analizi su vrednosti tačke preklapanja „switch point” zadate vrednostima 90%, 95% i 100%. Vreme zadržavanja pritiska i vreme hlađenja postavljeni su na automatski režim.

U tabeli 4 prikazani su rezultati računarske simulacije izvedene u softveru SolidWorks Plastics sa 12 različitih varijanti. U simulaciji su zadate dve različite vrednosti brzine ubrizgavanja $10 \text{ cm}^3/\text{s}$ i $15 \text{ cm}^3/\text{s}$, dok su temperatura topljenja voska i temperatura alata zadate sa tri različite vrednosti, od minimuma do maksimuma, u opsegu preporučenom od strane proizvođača. Temperature topljenja voska su 61°C , 63°C i 66°C a temperature alata su 20°C , 27°C i 35°C .

Tabela 4: Rezultati numeričke simulacije

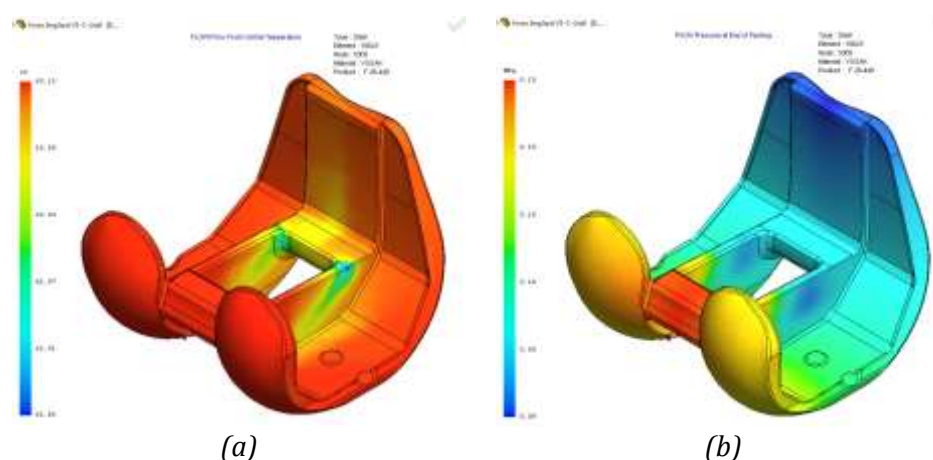
Broj varijante	Parametri procesa							
	Brzina brizganja [cm^3/s]	Temperatura topljenja voska [$^\circ\text{C}$]	Temperatura alata [$^\circ\text{C}$]	Tačka preklapanja [%]	Vreme naknadnog pritiska [s]	Vreme hlađenja [s]	Vreme popune [s]	Procenat popune [%]
1	10	61	20	90	9,17	17,7	6,5628	100
2	10	63	20	95	9,17	18,08	6,0191	100
3	10	66	27	100	9,17	19,99	5,6588	100
4	10	61	27	90	9,17	18,9	6,6046	100
5	10	63	35	95	9,17	22,21	5,9837	100
6	10	66	35	100	9,17	23,03	5,6649	100
7	15	61	20	90	9,17	17,74	4,2986	100
8	15	63	20	95	9,17	18,12	3,9920	100
9	15	66	27	100	9,17	20,03	3,7953	100
10	15	61	27	90	9,17	18,94	4,4492	100
11	15	63	35	95	9,17	22,26	4,0687	100
12	15	66	35	100	9,17	23,07	3,7707	100

Na slici 3(a) prikazane su pozicije vazdušnih uključaka i linije spajanja dobijene simulacijom ubrizgavanja. Na slici 3(b) prikazana su ulegnuća koja mogu nastati nakon hlađenja.



Slika 3. Vazdušni ukljucci i linije spajanja (a) i ulegnuća (b)

Rezultati simulacije prikazani na slici 4(a) takođe ukazuju da je napredovanje fronta toka ($62,85^{\circ}\text{C}$ – $63,15^{\circ}\text{C}$) usko povezano sa temperaturom brizganja i pritiskom. Na slici 4(b) prikazana je analiza pritiska na kraju punjenja i kao što se može uočiti pritisak se kreće u rasponu od 0,09 do 0,1 MPa.



Slika 4. Temperatura fronta toka (a) i analiza pritiska na kraju punjenja (b)

Zaključak

U istraživanju su primenjene tehnike merenja i analize, razvijene za polimerne materijale, koje uspešno simuliraju ponašanje industrijskih voskova. Proces brizganja voska simuliran je za 3D model implantata kolena na osnovu jednačina za generalizovane Njutnovske fluide,

prilagođenog 2D Tait-ovog PVT modela i Cross-WLF modela viskoziteta sa sedam parametara za Nenjutnovske fluide.

Istraživanje je pokazalo da se analizom ciklusa ubrizgavanja voska numeričkom simulacijom sprovedenom u softveru SolidWorks Plastics primenom standardnih procedura, mogu izabrati optimalna rešenja za lokaciju ubrizgavanja i da je moguće odrediti optimalnu varijantu sa najkraćim vremenom popune. Takođe se analizom mogu identifikovati pozicije vazdušnih uključaka, linije spajanja i ulegnuća. Računarska simulacija pruža projektantu informacije o parametrima kao što su zaostali naponi, temperature i pritisci u toku procesa ubrizgavanja voska.

LITERATURA

- [1] Rajić, A. (2015). Primena aditivnih proizvodnih tehnologija u postupku preciznog livenja ortopedskih implantata, Doktorska disertacija, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin” Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu.
- [2] He, B., Wang, D., Li, F., Sun, B. (2014). Simulation study on wax injection for investment casting, *Advanced Materials Research*, Vol. 834-836, pp. 1575-1579.
- [3] Rajic, A., Desnica, E., Stojadinovic, S., Nedelcu, D. (2014). Numerical Simulation and Additive Manufacturing technology in design of knee implant patterns, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, Vol. 16, No. 9-10, September - October 2014, pp. 1180-1190.
- [4] Wang, D., He, B., Li, F., Sun, B. (2013). Numerical simulation of the wax injection process for investment casting, *Materials and Manufacturing Processes*, 28:2, pp. 220-224
- [5] Zhang, J., Ye, H.W., Li, K.W., Wang, G., Li, F. (2011). Numerical simulation of mold filling process for wax pattern of the impeller in investment casting. *Applied Mechanics and Materials*, 80-81, pp. 965-968.
- [6] Gebelin, J.C., Jolly, M.R., Cendrowicz, A.M., Cirre, J., Blackcurn, S. (2004). Simulation of die filling for the wax injection process: Part I. Models for material behavior. *Metallurgical and materials transactions B*, 35, 761-768.

Leonardo Brenda, spec.ing.⁷⁷

Odeljenje za obrazovanje, DRAXLMAIER Zrenjanin

Predrag Mošorinski, M.Sc.

Tehnička škola, Zrenjanin

Dr Lazo Manojlović

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Mehatronički sistemi u modernim elektromotornim pogonima

Mechatronic Systems in Modern Electric Motor Drives

Rezime:

Mehatronika je grana koja ima visok udeo u svim elementima privrede današnjice. Pneumatski elementi prisutni su danas u velikom broju pogona, najviše se koriste unutar tzv. male automatizacije. Elektropneumatika nudi relativno jednostavna rešenja koja su u većoj meri univerzalna i koriste standardizovane elemente. Korišćenjem Elektropneumatike, PLC-a, frekventnih regulatora, senzora, moderni elektromotorni pogoni nam za uzvrat daju proizvode veoma visokog kvaliteta. Primer toga su proizvodne linije u auto industriji koje rade, gotovo neprekidno, sa jako malim brojem zastoja. Moderni elektromotorni pogoni sve češće koriste savremenu opremu, u cilju što preciznijeg rada, rada koji podrazumeva da su greške svedene na minimum, a slobodno možemo reći, totalno anulirane. Jedna uporedna kalkulacija automatizacije pogona sa pneumatskim i pogona sa električnim upravljanjem istih karakteristika, daje jasnu sliku ekonomičnosti. Cena pogonske energije po radnim operacijama ide u prilog komprimovanom vazduhu, jer je u ovom slučaju skuplja električna automatizacija za oko 40%. Ako se pri tome dodaju troškovi održavanja i rada, prednost se daje uređajima sa pneumatskim upravljanjem, a oprema će imati duži vek trajanja, što ide u prilog osnovnim principima cirkularne ekonomije.

Ključne reči: Mehatronika, mehatronički sistemi, elementi privrede, elektropneumatika, moderni elektromotorni pogoni, automatizacija, cirkularna ekonomija.

Apstrakt:

Mechatronics is a branch that has a high share in all elements of the economy of today. Pneumatic elements are present today in a large number of drives, mostly used within the so-called small automation. Electropneumatics offers relatively simple solutions that are more universal and use standardized elements. Using Electropneumatics, PLCs, frequency regulators, sensors, modern electric drives give us, in return, products of very high quality. For example, there are production lines in the automotive industry that work, almost continuously, with a very small number of delays. Modern electric drives are increasingly using modern equipment, in order to achieve the most precise work, the work that implies that the errors are minimized, and we can freely say, totally annihilated.

A comparative calculation of the automation of a pneumatic drive and a drive with electrical control of the same characteristics gives a clear picture of the economy.

⁷⁷ leonardoaronbrenda@gmail.com

The cost of operating energy after operating operations is in favor of compressed air, because in this case, electric automation is collected by about 40%. If maintenance and operating costs are added, priority is given to pneumatically controlled devices, and the equipment will have a longer lifetime, which is in line with the basic principles of the circular economy.

Key words: *Mechatronics, mechatronic systems, elements of the economy, electropneumatics, modern electric drives, automation, circular economy.*

UVOD

Mehatronika je interdisciplinarna oblast inženjerskih nauka koja predstavlja simbiozu mašinstva, elektrotehnike, i automatskog upravljanja.

Razvoj mehatronike bi se mogao podeliti u tri faze [1]. Prva faza se odnosila na period koji je karakterističan samom pojavom pojma **Mehatronika**. U tom razdoblju mehatronika se razvijala potpuno nezavisno i individualno u različitim tehničkim sredinama.

Drugo razdoblje u početku 80-tih godina obeleženo je integracijom optike i elektronike te uvođenjem računara u sklopu sklopovsko-programskog projektovanja mehatroničkog sistema.

Treća faza je započela u ranim 90-tim godinama uvođenjem računarske inteligencije u mehatroničke sisteme te značajnom primenom savremenih algoritama u upravljanju mehaničko-tehnološkim procesima, njihovom zaštitom i nadzorom.

Pneumatski elementi prisutni su danas u velikom broju pogona, najviše se koriste unutar tzv. male automatizacije. Elektropneumatika nudi relativno jednostavna rešenja koja su u većoj meri univerzalna i koriste standardizovane elemente. Korišćenjem Elektropneumatike, PLC-a, frekventnih regulatora, senzora, moderni elektromotorni pogoni nam za uzvrat daju proizvode veoma visokog kvaliteta.

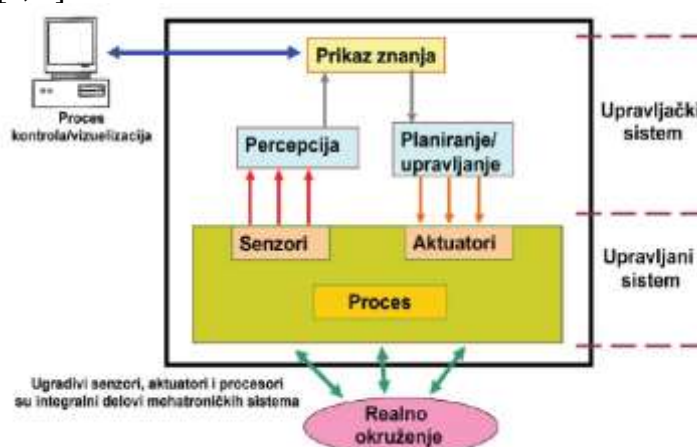
Moderni elektromotorni pogoni sve češće koriste savremu opremu, u cilju što preciznijeg rada, rada koji podrazumeva da su greške svedene na minimum, a slobodno možemo reći, totalno anulirane.

1. STRUKTURA MEHATRONIČKIH SISTEMA

Savremeni mehatronički sistem predstavlja fuziju mehaničkih, električnih i elektronskih komponenti u jedinstven funkcionalni automatizovani sistem upravljan računarom [2]. Mehatronički sistemi su u međuzavisnosti funkcionalnih mehaničkih, električnih i informacionih podsistema.

Funcionalnom vezom ovih sistema pomoću senzora, aktuatora i upravljačkog računara definisan je savremeni mehatronički sistem. Struktura kompleksnih mehatroničkih sistema je složena i može da sadrži sledeće elemente: Mehanički sistem za translatorno i rotaciono kretanje, hidraulički sistem, elektro-pneumatski sistem, senzori, aktuatori, računarski upravljački sistem, sistem za merenje i akviziciju podataka, baza podataka.

Mehatronički sistemi uključuju percepciju, kognitivne procese i zaključivanje, a značaj i veza njegovih pojedinih elemenata pokazani su na slici 1 [3, 4].



Slika 1. Arhitektura mehatroničkog sistema

Kod projektovanja modernih mehatroničkih sistema, prvi korak predstavlja modeliranje i simulacija mehatroničkih sistema. Drugi korak predstavlja projektovanje upravljačkog sistema, optimizacija i simulacija mehatroničkih sistema. Ako su svi zahtevi i kriterijumi ispunjeni, vrši se izrada prototipa sistema, njegova izrada, montaža, povezivanje, programiranje, testiranje i puštanje u rad. Primenom novih tehnologija smanjuje vreme projektovanja i izrade novih uređaja i sistema. Zbog svoje multidisciplinarnosti, proces obrazovanja u oblasti mehatronike je veoma kompleksan.

U savremenoj tehnici se sve više teži automatici i upravljanju na daljinu. Automatika je budućnost i čemu treba težiti u daljem usavršavanju. Upravljanje primenjujemo na različite sisteme, bilo da su oni diskretnog ili kontinualnog tipa. Teži se ka ispitivanju (modeliranju) sistema sa povratnim spregama i pronalaženju upravljanja sistema i kako ih učiniti stabilnim.

Modeliranje je način predstave realnog sistema i teorije o tom sistemu u obliku kojim se može manipulirati. Realan sistem je izdvojeni

deo realnog sveta koji nam je od interesa. Dok nam simulaciju omogućavaju razni softverski paketi (Matlab, Simulink, Control System Toolbox) radi lakšeg praćenja rezultata i mogućnosti ispravljanja i verifikacije datog modela kao valjanog.

2. INDUKTIVNI SENZORI

Induktivni senzori blizine se najčešće ugrađuju na nepokretnom delu konstrukcije, i spektar primene im je jako širok, i koriste se u svim granama industrije. Koriste se pri kontroli, pozicioniranju i nadgledanju proizvodnih procesa [5]. Najčešće se primenjuju u industriji plastičnih masa, tekstilnoj, drvoprerađivačkoj i auto industriji i svuda gde proizvodni proces treba da je automatizovan. Izrađuju se u tzv, U-obliku, cilindrični i prizmatični [6].

U industrijskoj primeni induktivni senzori su danas neophodni. U upoređivanju sa mehaničkim prekidačima oni nude skoro idealne pretpostavke. Njihova prednost je: beskontaktni princip (nema habanja,vek trajanja praktično neograničen), zaštićeni od suprotnog polariteta napajanja i kratkog spoja na izlazu, neosetljivi na vibracije, prašinu i vlagu (mogu da rade pod ekstremno teškim uslovima).

3. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLER (PLC)

PLC predstavlja industrijski digitalni računar, koji omogućava da se u realnom vremenu obavi akvizicija velikog broja podataka, izvrši njihova obrada i na osnovu programa, PLC-a formira upravljanje koje se prenosi na izvršne organe. On je projektovan za rad u industrijskim uslovima, ima male dimenzije, može se programirati i reprogramirati.

Izvršenjem programa smeštenog u programskoj memoriji, PLC neprekidno prati stanje sistema preko ulaznih davača.

Na osnovu logike implementirane u programu PLC-a, određuju se akcije koje izvršavaju izlazni uređaji u unapred zadatim vremenskim intervalima.

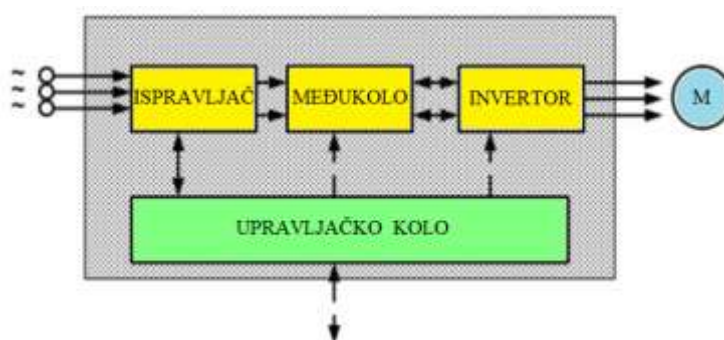
Prema broju ulazno/izlaznih priključaka PLC uređaji mogu se načelno podeliti na mikro PLC sa maksimalno 32 ulaza/izlaza, male PLC do 256 ulaza/izlaza, srednje PLC do 1024 ulaza/izlaza i velike PLC-e preko 1024 ulazno/izlaznih priključaka [7]. Svaki PLC bez obzira broj ulaza-izlaza, ima istu hardversku strukturu, sličnu drugim računarskim sistemima, prilagođena industrijskom okruženju: Centralna procesors-

ka jedinica (CPU), memorija za program i podatke, ulazna jedinica, izlazna jedinica, komunikaciona jedinica, jedinica za specijalne funkcije, jedinica za napajanje.

Ulazna jedinica predstavlja interfejs za prijem digitalnih i analognih signala iz procesa. Karakteristični digitalni ulazni uređaji su tasteri, prekidači, blizinski senzori, fotoelektrični senzori, ultrazvučni senzori, senzori nivoa, presostati, termostati i drugi. Karakteristični analogni ulazni uređaji su termoelementi, otpornički termometri i drugi pretvarači električnih i neelektričnih veličina u standardne strujne i naponske signale. Konverziju analognih signala u digitalne vrše analogno-digitalni (A/D) konvertori, koji su deo ulazne jedinice.

4. FREKVENTNI REGULATOR SINAMICS G110

Frekventni regulatori su elektronski uređaji koji omogućavaju upravljanje brzinom trofaznih asinhronih motora pretvarajući ulazni mrežni napon i frekvenciju, koji su fiksirane vrednosti, u promenljive veličine. Frekventni regulator je termin koji se odomaćio kod nas. Postoji mnoštvo naziva za ove uređaje u engleskoj terminologiji, kao što su Adjustable Speed Drives, Variable Frequency Drives (VFD), Inverter itd. Pored osnovne funkcije upravljanja brzinom AC motora, frekventni regulatori integrišu i brojne druge funkcionalnosti kao što su: zaštita motora, alarmiranje, procesno upravljanje u zatvorenoj petlji (na primer održavanje konstantnog pritiska u cevi), mogućnosti podešavanja brzine i kontrola rada putem raznih interfejsa (ručno preko tastera na samom regulatoru ili daljinski povezivanjem na komunikacione interfejse kao što su RS485 MODBUS, PROFIBUS, itd. [8]. Na slici 2. je dat prikaz interne strukture frekventnog regulatora.



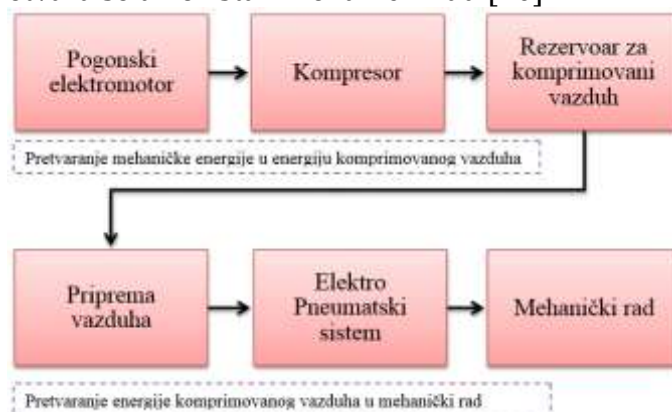
Slika 2. Interna struktura frekventnog regulatora

Ispravljač pretvara mrežni AC napon u pulsirajući DC napon. Međukolo stabilizuje ovaj DC napon i stavlja ga na raspolaganje invertoru.

Invertor generiše frekvenciju napona na motoru (DC napon ponovo pretvara u kontrolisani AC napon). Upravljačko kolo prima i šalje signale iz ispravljača, međukola i invertora. To je mikroprocesorski sistem koji na osnovu svojih algoritama upravljanja definiše pobudu za motor kako bi se dobio željeni odziv.

5. KARAKTERISTIKE ELEKTRO – PNEUMATSKOG UPRAVLJANJA

Zadaci pneumatskog sistema su uključivanje i pretvaranje, prenos i upravljanje energijom. Slika 3 shematski prikazuje princip rada pneumatskog sistema [9]. U gornjem bloku prikazana je pretvaranje mehaničke energije u energiju komprimovanog vazduha koji se akumulira u rezervoar za komprimovani vazduh. Kroz pneumatsku razvodnu mrežu taj vazduh se dovodi u donji blok, u kojem se vrši obrnuto pretvaranje energije. Nakon jedinice za pripremu vazduha (čišćenje, sušenje, zauljivanje), u pneumatskom sistemu energija vazduha pretvara se u koristan mehanički rad [10].



Slika 3. Shematski prikaz principa rada pneumatskog sistema

Taj sistem obuhvata komponente koje upravljaju smerom strujanja, protokom i pritiskom vazduha, kao i komponente koje vrše pretvaranje energije. Osim pretvaranja u mehanički rad, pneumatski sistem često obavlja i ulogu upravljanja odnosno regulacije.

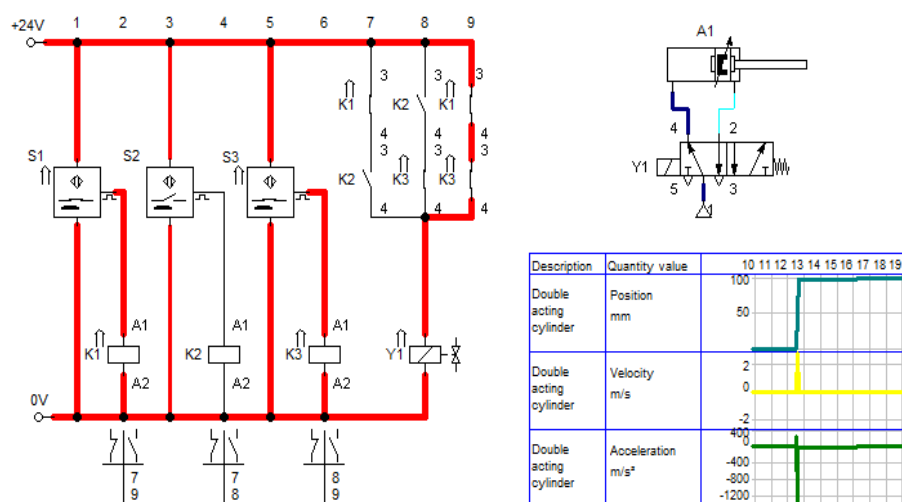
6. CIRKULARNA EKONOMIJA U ELEKTROMOTORNIM POGONIMA

Posmatrajmo shemu na slici 4. koja daje prikaz primera jednog elektropneumatskog sistema. Jedan od principa cirkularne ekonomije je ušteda, a zamenom elektromotornog pogona elektropneumatskim, su uštede višestruke, i kreću se između 35-40%.

Kao primer se može navesti jedna presa u industriji koja će primenom elektropneumatskih sistema dovesti do gore spomenute uštede, a istovremeno i do sigurnosti operatera, koje se postiže dodatnim uslovima.

Kada se da nalog davaču signala (senzoru) za uključenje, kroz njega će proteći struja, pa će se zatvoriti strujni krug u grani 1. Špulna kontaktora K1 će privući kotvu koja će zatvoriti kontakte kontaktora K1. Međutim, špulna Elektromagnetnog razvodnika Y1 neće biti aktivirana jer nije zadovoljen uslov rada našeg uređaja, tj. nisu aktivirana najmanje dva od tri davača signala.

Kada se aktiviraju bilo koja dva davača signala, u ovom slučaju S1 i S3, zatvoriće se strujni krug, proteći će struja kroz namotaje špulne Elektromagnetnog razvodnika Y1, a to će dovesti do promene proticanja vazduha kroz razvodnik, i on će aktivirati cilindar A1. Slika 4. pokazuje promenu položaja cilindra A1, a to se vidi i na dijagramu praćenja sistema.



Simulaciju izradio: Leonardo Brenda

Slika 4. Uključenje prvog i trećeg davača signala S1 i S3

Uz postavljanje uslova da uređaj radi samo kada je zadovoljen uslov da minimalno dva davača signala treba da su uključeni da bi uređaj radio, dobija se na sigurnosti operatera.

ZAKLJUČAK

Mehatronika nije nova tehnička grana, već novonastali pristup koji naglašava neophodnost ujedinjavanja i snažnog međudelovanja

različitih područja tehnike. Mehatronički sistemi, zbog svoje fleksibilnosti i reagovanju na promene u kratkom vremenskom intervalu, umnogome mogu doprineti velikim uštedama energije u modernim automatizovanim industrijskim sistemima.

Mehatroničke sisteme karakteriše određena mera "**inteligencije**" pošto samostalno reaguju na promene radnih uslova i radne okoline, koristeći implementirane algoritme za regulacije fleksibilnosti režima rada (jednostavno se programski mogu uneti željene izmene) [11].

Najvažnije komponente mehatronskih sistema su senzori, koji prate promene u nekom tehničkom procesu, okolini, itd. Nakon toga šalju signale mikroprocesorima na obradu, koji zatim, pomoću programskih kodova, upravljaju izvršnim elementima kako bi se izvršio uticaj na promenu rada sistema. Takođe, treba istaknuti da se bez elektropneumatike, ne mogu zamisliti moderni elektromotorni pogoni. Mehatronika i mehatronički sistemi se predstavljaju ne kao nove inženjerske grane, nego kao novi koncept, novi pristup inženjerstvu u kome je potrebna interakcija i integracija između različitih inženjerskih disciplina.

LITERATURA

- [1] Šešlija D. (2010): *Fabrička automatizacija*, Deo 1, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad
- [2] Hajro V., Danon J. (1984): *"Električne mašine"*, 5 izdanje, Tehnička knjiga Beograd.
- [3] Zrnić V. (1984): *"Pneumatika"*, II izmenjeno i dopunjeno izdanje, Tehnička knjiga Beograd, .
- [4] Mitraković B. (1991): *"Asinhronne mašine"*, 7. Izdanje, Naučna knjiga, Beograd.
- [5] Bajić D. (1984): *"Električna i elektronska kola i merni instrumenti"*, Tehnološko metalurški fakultet, Beograd.
- [6] <http://www.automation.siemens.com>, pristupljeno mart 2018.
- [7] Siemens, "Compact Operating Manual" Sinamics G110, Issue 04/04.
- [8] Siemens.(2004): " Sinamics G110 Variable Speed Drives ".
- [9] Korbar R. (2007): *"Pneumatika i hidraulika"* Veleučilište u Karlovcu.
- [10] Drndarević V. (2016): *"Elementi elektronike – Digitalna kola"*, Beograd.
- [11] Weste N., Harris D.(2011): *CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective*, Addison Wesley.

Vekić Milan, struk.inž. ⁷⁸

Dr Duško Salemović ⁷⁹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Idejno rešenje pogona za preradu lešnika

Conceptual design of hazelnut processing plant

Rezime:

Idejno rešenje pogona za preradu lešnika omogućuje malim i srednjim poljoprivrednim gazdinstvima koji su se orijentisali na uzgoj i preradu leske da zatvore ciklus proizvodnje i da tržištu ponude što veću paletu proizvoda. Takođe, napravljen je i mali osvrt na mogućnost iskorišćenja ljuske lešnika.

Ključne reči: Lesnik, prerada pogon.

Abstract:

The conceptual design of processing plants hazelnut enable small and medium-sized farms, which is investigating the cultivation and processing of hazel to close the cycle of production and the market offers the greatest possible range of products Also, we made a small reference to the possibility of utilization of hazelnut shel..

Keywords: hazelnut, processing, industry

Uvod

Velika nutritivna i dijetoterapeutska vrednost jezgre lešnika doprinosi stalanom porastu potražnje i potrošnje u konditorskoj industriji. Manja količina plodova koristi se i za stonu potrošnju i u kulinarstvu. Lešnik je našao široku primenu i u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. Ulje se koristi u proizvodnji boja. Iz kore i lišća dobija se tanin. Drvo leske daje dobar kvalitet uglja, koji koriste umetnici. Lešnici se obrađuju na različite načine, što dovodi i do različitih produkata:

- “Pržena jezgra” (iseckana jezgra u vidu komadića),
- *Krupan lešnik* (uklonjena samo ljuska),
- *Krem od lešnika*,
- *Ulje od lešnika*,
- *Prženi lešnik*,
- *Pasta od lešnika* (nougat),
- *Mleko od lešnika*.

Hemijski sastav lešnika prikazan je u tabeli 1 [1].

⁷⁸ mvekić.vekić3@gmail.com

⁷⁹ duskosalemovic@gmail.com

Tabela 1: Hemijski sastav lešnika i procentualni udeo komponenti

Hemijsko jedinjenje	Procentualni udeo (%)
Belančevine	14,1
Pepeo	2,0
Voda	4,8
Bezazotne ekstr materije	17,6
Ulje	61,5

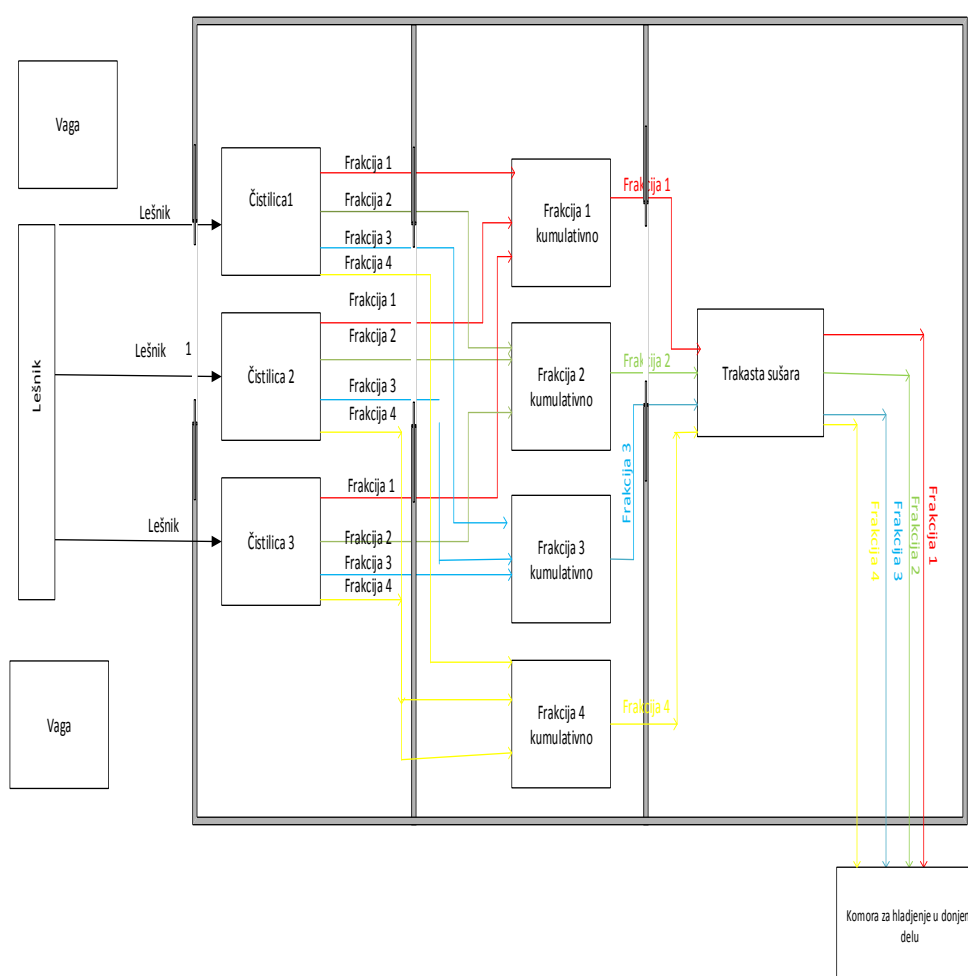
1. Tehnologija skladištenja lešnika

Proces skladištenja lešnika prikazan je na slici 1, dok će u daljem tekstu biti dat opis tehnološkog postupka prerade lešnika. Pre procesa skaladištenja i prerade, treba izvršiti berbu i transport sirovog lešnika do procesnog postrojenja u kome se odvija ceo dalji tehnološki postupak po fazama.

**Slika 1.** Blok šema tehnološkog postupka skladištenja lešnika

1.1 Opis procesa skladištenja lešnika i prostorni raspored potrebne opreme

Na slici 2 prikazan je prostorni raspored dela pogona gde se vrše procesi: vaganja, prijema, čišćenja i sušenja lešnika, zaključno sa skladištenjem.



Slika 2. Šema procesa skladištenja i tokovi materijala

Nakon berbe i dopremanja do pogona vrši se vaganje i uzorkovanje. Uzorkovanje se vrši u cilju određivanja sadržaja vlage. Posle ove operacije lešnik se transportuje do čistilica koje razdvajaju lešnik od nečistoća i po frakcijama. Na slici ovaj proces se odvija u delu pod oznakom 1. Kapaciteti čistilica se biraju na osnovu projektovanog kapaciteta prerade. Čistilice se naručuju od italijanskog proizvođača koji je omogućio opciju samostalnog izbora kapaciteta i broja frakcija na koji se želi razdvajati lešnik.

Pod pojmom "frakcija" podrazumevamo krupnoću ploda u ljusci. Ovo je neophodno zbog daljeg procesa prerade i prodaje. "**Lešnik u ljusci**" se prema krupnoći razvrstava na : **vrlo krupan, sa prečnikom preko 18 mm**; (označen crvenom linijom) **krupan**, sa prečnikom od 16 do 18

mm;(označen plavom linijom na šemi) **srednje krupan**, sa prečnikom od 13 do 16 mm(označen zelenom linijom na šemi) i **sitan** sa prečnikom manjim od 13 mm”(označen žutom linijom na šemi).

Nakon prijema, vaganja i uzorkovanja lešnik se transportuje do čistilica koje se nalaze u prostoriji označenoj rednim brojem 1. Lešnik se zatim kumulativno po veličini frakcijama sakuplja u prostoriji br 2 i upućuje na sušenje u prostoriju br.3

1.1.1 Sušenje

Operacija sušenja omogućava da procenat vlage koji se kod sirovog lešnika kreće od 20-30% spusti ispod 7% . Ulje lešnika u kojem dominira oleinska kiselina podložen je hidrolitičkim promenama. Prilikom razmatranja svih činioca i aspekata vezanih za tehnologiju sušenja odabrana je trakasta sušara.

Trakasta sušara predstavlja pravougaonu komoru u kojoj su smešteni trakasti transporter. Ove sušare mogu da budu sa jednom ili više traka. Sušare su sa kontinualnim režimom rada sa recirkulacijom (kod nekih se koristi višestepeno zagrevanje agensa za sušenje). Agensi sušenja mogu biti produkti sagorevanja, vazduh a ponekad i pregrejana para. Trakaste sušare su namenjene za sušenje sipkastih(zrnastih, granulisanih, krupno disperznih, vlaknastih) materijala. [2].

Trakasta sušara može da se koristi u toku perioda kada se lešnik ne suši. Podešavanjem parametara sušenja, može upotrebiti za sušenje drugih sirovina uslužno.

Nakon sušenja lešnik se transportuje u donji deo zgrade gde se skladišti u komori za hladjenje i čuva do momenta prerade.

Čuvanje lešnika se vrši na temperaturi skladišta od 8 do 10 °C a relativna vlažnost vazduha oko 80%. [3].

2. Tehnologija prerade lešnika

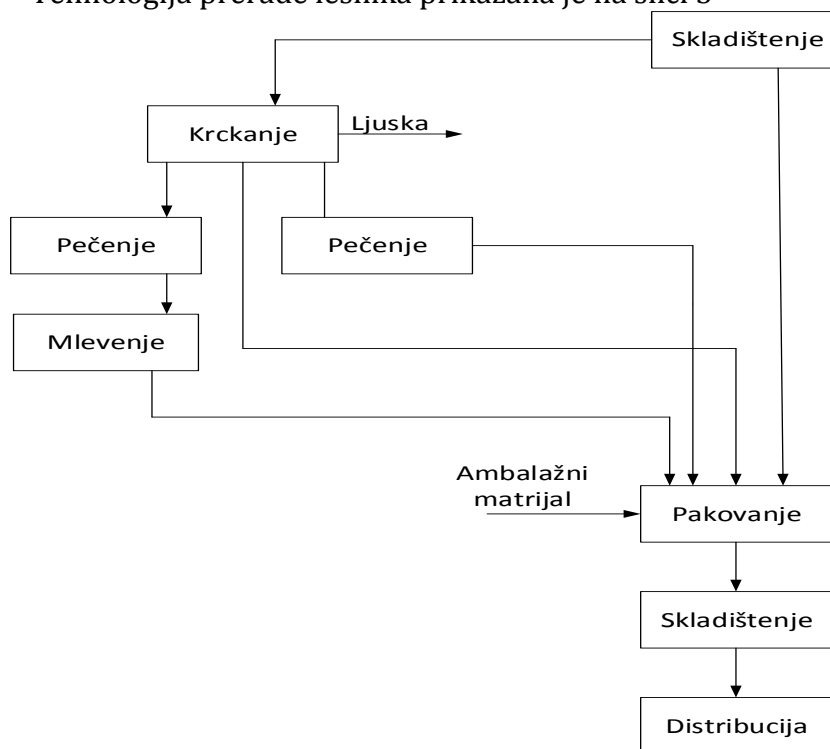
Pogon za skladištenje i preradu je zamišljen tako da se celokupan proces počevši od prijema lešnika odvija u dve vertikalne etaže, koje su povezane. U gornjoj etaži se vrši proces čišćenja i sušenja, a zatim se osušeni lešnik transportuje u donju etažu u kojoj se nalazi rashladna komora gde se lešnik skladišti. Donji deo je ukopan u postojeći teren celom svojom visinom. Na njega se uzidjuje gornji deo zgrade

Osim komore za skladištenje u donjoj etaži se nalazi i poseban deo gde se lešnik ljušti, peče, melje i pakuje. Takođe ceo proces pakovanja se odvija u donjoj etaži.

Na ovaj način smanjuje se uticaj sunčeve svetlosti i kiseonika koji može bitno da utiče na kvalitet lešnika.

Ovakav predlog za raspored etaža, odeljenja i prostorija omogućava energetska efikasnost, koja se ogleda u lakšem održavanju željene temperature u prostorijama gde se lešnik skladišti i preradjuje. Ovo je bitno jer je doba kada se lešnik intenzivno preradjuje vreme letnjih meseci kada su temperature visoke. U zavisnosti od sorte, lešnik dospeva u periodu od kraja jula do oktobra.

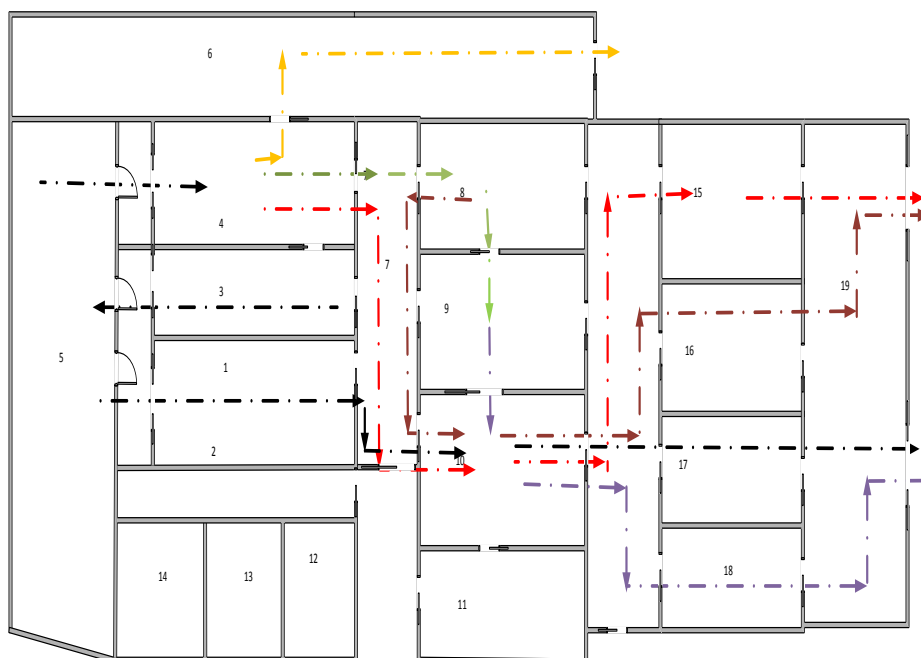
Tehnologija prerade lešnika prikazana je na slici 3



Slika 3. Blok šema tehnološkog postupka prerade lešnika

2.1 Opis procesa prerade lešnika i prostorni raspored potrebne opreme

Na slici 4 prikazan je prostorni raspored donjeg dela objekta gde se vrši prerada lešnika.



Slika 4. Raspored prostorija u kojima se vrši prerada lešnika

Lešnik se skladišti u ljusci jer se na taj način smanjuje dodatni gubitak vlage. Osušeni lešnik se doprema u komoru (5) iz gornjeg dela hodnikom označen rednim brojem (3) gde se skladišti

Iz komore označene rednim brojem (5) lešnik ide do prostorije za ljuštenje (4). Oljušten lešnik se odatle u zavisnosti od plana proizvodnje transportuje do prostorija (8) (pečenje), (9) (mlevenje), (10) (pakovanje). Hodnikom (1) se transportuje neoljušten lešnik do prostorije za pakovanje (10). Prostorije za pečenje, mlevenje, i pakovanje su takodje medjusobno povezane.

Hodnikom (7) se transportuju proizvodi do prostorije za pakovanje.

Nakon pakovanja roba se smešta u magacinski prostor označen rednim brojevima (15), (16), (17) i (18). Prostorija (19) je predviđena za otpremu gotovih proizvoda ka krajnjim potrošačima.

Pakovanje lešnika se vrši u ambalažu nepropusnu za vlagu i svetlost takodje se preporučuje pakovanje u vakuumu.

Prostorija (12) predstavlja sanitarni čvor, dok (13) predstavlja odeljak garderobe. Prostorija (14) predstavlja trpezariju gde radnici ručavaju i do njih se dolazi hodnikom (2). Prostorija (11) predstavlja magacin ambalažnog materijala. Prostorija (6) je predviđena za skladištenje ljuske. Isprekidanim linijama prikazane su putanje i tokovi

za različite grupe proizvoda. Zuta boja predstavlja tok ljuske, dok crvena predstavlja tok oljuštenog lešnika. Zelena boja predstavlja tok samlevenog, oljuštenog i pečenog lešnika. Braon boja predstavlja tok pečenog lešnika.

3. Prerada ljuske

Ljuska od lešnika predstavlja vrlo vaznu sirovinu koja se može iskoristiti. Radman prilikom ljuštenja se kreće od 48-50%, [3].

Ljuska se može iskoristiti za proizvodnju briketa koji se mogu ponuditi tržištu ogrevnog materijala ili koristiti za sopstvene potrebe.

Briket je čvrst energent biljnog porekla. Briket se može praviti od raznih biljnih ostataka i otpada biljnog porekla. Proces proizvodnje se sastoji od usitnjavanja sirovine a zatim njenog kompresovanja pod visokim pritiskom kako bi se dobio kompaktan briket koji po izgledu podseća na ogrevno drvo. Jedan kubik briketa menja 3-4 kubika ogrevnog drveta.

Ono što je bitno je da sirovina bude suva oko 10% vlažnosti. Kako bi briket bio čist i bez štetnih materija prilikom sagorevanja, ne dodaje se nikakav lepak niti aditiv, već se sirovina samo zagreva i kompresuje. Ukoliko se u briketirku ubaci tona sirovine dobije se približno tona briketa, dok zanemarljiva količina vode ispari prilikom procesa. [4]. Slika gotovog briketa prikazana je na slici 5



Slika 5. Izgled briketa

Zaključak

Strategija razvoja poljoprivrede obuhvata paket mera u koje su utkane i podsticajne mere države za podizanje visegodišnjih zasada. Prmarnu proizvodnju mora da prati i odgovarajuća prerada da bi se postigla konkurentnost na tržištu i ostvario profit.

Potencijalni kupci proizvoda su: poslastičarnice, pekare, kuhinje, hoteli, restorani i trgovinski lanci.

Imperativi ovog idejnog rešenja jesu zatvoren ciklus proizvodnje, energetska efikasnosti i maksimalno iskorišćenju prostora, sirovina i opreme

Bitno je i naglasiti da na prostoru srednjeg i južnog Banata nepostoji nijedana slična prerada.

Uzgoj lešnika u našoj zemlji je nažalost još na nivou entuzijazma. Plodovi se suše i skladište na različite nekonvencionalne načine koji bitno utiču na kvalitet lešnika.

LITERATURA

- [1] Dimić, E. (2005). *Hladno cedjenja ulja*. Novi Sad.
- [2] Topić, R. (2014). *Sušenje i sušare*. Beograd
- [3] Mladenović, N. (2010). *Gajenje leske*. Vranje: Poljoprivredna i savetodavna stručna služba Vranje

Spec. Veselin Mulić ⁸⁰

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Željko Eremić ⁸¹

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Julija Mulić, student ⁸²

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

Informacione tehnologije i ekonomika mašinskih sistema

Information technology and economics of mechanical systems

Rezime:

U radu je prikazan primer primene upravljačkog sistema zasnovanog na Arduino platformi u modernizaciji adaptivne brusilice. Razvojem informacionih tehnologija klasični upravljački sistemi se mogu osavremeniti. Ovakvi sistemi mogu biti održiva zamena savremenih skupih CNC brusilica.

Ključne reči: Cirkularna ekonomija, informacione tehnologije, adaptivna brusilica

Abstract:

The paper presents an example of the application of the Arduino-based control system in the modernization of the adaptive grinder. With the development of information technology, classic control systems can be upgraded. Such systems can be a sustainable replacement for modern expensive CNC grinders.

Keywords: Circular Economy, Information Technology, Adaptive Grinder

Uvod

Rad ukazuje na primenu adaptivne brusilice za kružno brušenje, ekonomiku njihove popravke (mehanizacija, automatizacija, robotizacija), umesto recikliranja ili kupovine nove. Brusilicu čine tradicionalni mašinski elementi i akvizicioni merni sistem. Mašinski elementi su dugovečni i trajne upotrebne vrednosti, dok akvizicioni sistemi razvojem IT postaju neuporedivo bolji. *Arduino* platforma omogućava lako stvaranje prototipa novog akvizicionog sistema. U radu *Arduino* platforma akvizira merni signala 3.3 (senzor 8 meri prečnik obradka) i upravljački signal 3.2 (hidraulički sistem za poprečni posmaka tocila). Energetski napojni kabl ima oznaku 3.1.

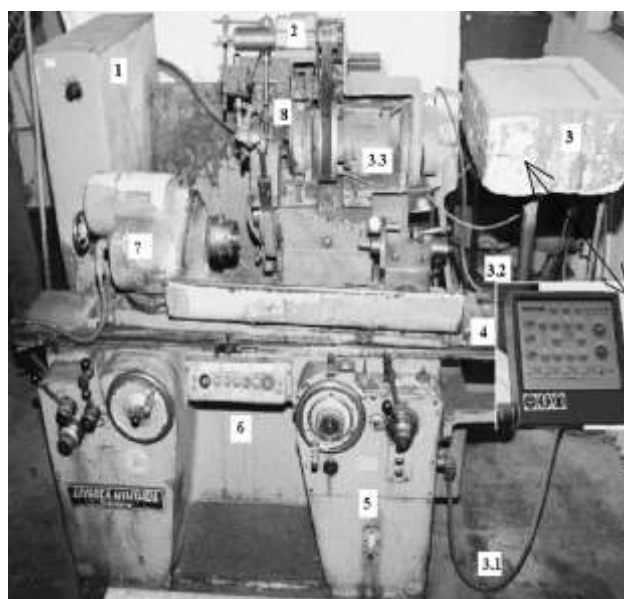
⁸⁰ vmulic@ptt.rs

⁸¹ zeljko.eremic@vts-zr.edu.rs

⁸² blackladyzr@gmail.com

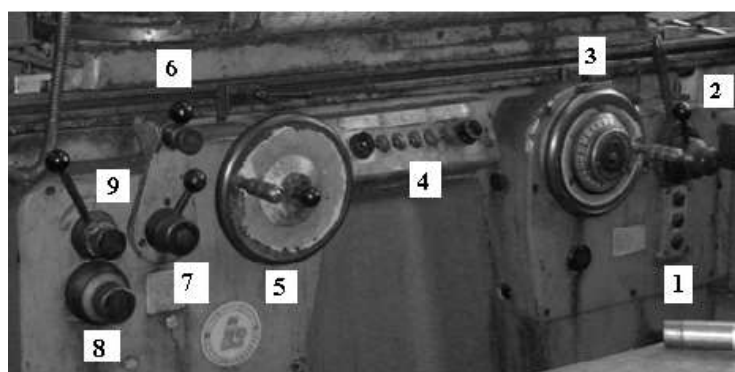
1. Tehnički opis adaptivne brusilice

Bitne fabričke karakteristike brusilice *LŽT Kikinda UFB 500*, proizvedene 1973 godine, su: broj obrtaja tocila od 63 do 3000o/min, hod radnog stola obradka 500mm i maksimalni raspon između šiljaka 625mm.



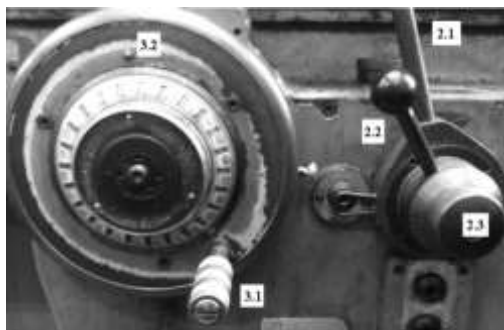
Slika 1. Adaptivna brusilica za kružno brušenje sa starim i novim akvizicionim mernim sistemom (vidi strelicu).

Slika 1 je fotografija brusilice sa numerisanim bitnim mašinskim elementima: upravljačko energetska orman 1, pinola tocila za unutrašnje kružno brušenje 2, akvizicioni analogni merni sistem *MARPOSS* 3, radni sto za uzdužno kretanje obradka 4, postolje 5, elektro tasteri *on/of* oznake 6 i elektromotor za kružno pomoćno kretanje obradka 7.



Slika 2. Upravljačko komandne ručice i tasteri

Na slici 2. nalazi se fotografija upravljačko komandnih ručica i tastera brusilice sa svojim pozicionim brojevima. Numerisane ručice i tasteri prikazani na njoj služe za: pokretanje *MARPOSS*-a i izbor posmaka za grubo, srednje i fino brušenje 1, hidrauličko primicanje tocila za pomoćno i radno kretanje 2, ručno primicanje tocila do prve varnice i izbor dubine brušenja 3, elektroprekidači 4, ručno uzdužno pomeranje radnog stola 5, radni sto 6 i poluga koju potiskuju levi i desni graničnik zbog promene smeru duplog hoda obradka, posmak uzdužni i to hidraulički radni i pomoćni 7, hidraulički posmak uzdužnog brušenja 8 i *on/of* hidrauličko uzdužno kretanje obratka 9. Radno kolo 3 ima dve skale za primicanje tocila do prve iskre i određuje ukupne dubine brušenja δ_3 , (prethodno δ_3' + završno δ_3'' brušenja).



Slika 3. Komandne ručice broj 2 i 3

Slika 3 je fotografija sa ručicama za: za ručno primicanje tocila obradku do pojave prve varnice 3.1, merna skala primicanja 3.2, hidrauličko grubo primicanje raspona $R=60\text{mm}$ oznake 2.1, izbor hidrauličkog poprečnog posmaka 2.1 i izbor hidrauličkog posmaka brušenja 2.2 i merna skala posmaka 2.3.

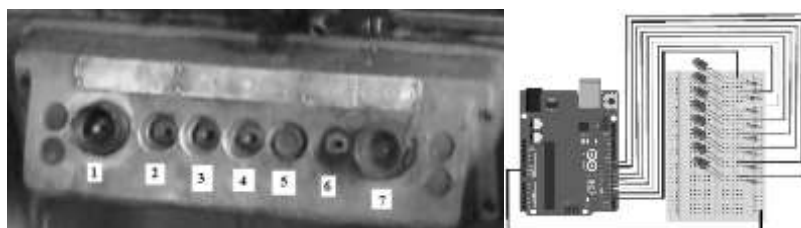
Tabela 1. Merna skala ručice broj 2.3 i ručice 3.2:

min. Vrednost:	0	min. vrednost:	0
maks. Vrednost:	10 mm/o	maks. vrednost:	2mm
raspon:	10 mm/o	raspon:	2mm
tačnost:	0.5 mm/o	tačnost:	0.01 mm
osetljivost:	0.5 mm/o	osetljivost:	0.01 mm
podeoci srednji:	20/0.5 mm/o	podeoci fini:	200/0.01 mm
podeoci grubi:	10/1 mm/o	podeoci srednji:	40/0.05 mm
		podeoci grubi:	20/0.1 mm

Numerisani potencijometri i tasteri prikazani na fotografiji sa slike 4 služe za: uključenje elektromotora pomoćnog kružnog kretanja obradka 1, stop elektro sistema brusilice 2.

Aktiviranje elektromotora pumpe hidrauličkog sistema 3, pokretanje elektromotora glavnog kretanja tocila za spoljašnje brušenje

4, start elektromotora pumpe za hlađenje 5, uključenje elektromotora glavnog kretanja točila za unutrašnje kretanje 6 i potencijometar akvizicionog sistema MARPOSS obeležen brojem 7.



Slika 4. Tasteri i potencijometri komandne table 4 i zamena sa ARDUINO platformom

Numerisani tasteri prikazani na slici 5 su: prekidač napojni sa lampicom 1, prekidači bez namene 2, 3 i 4, taster automatskog brušenja 5, merna skala dubine prethodnog brušenja raspona 6mm, obeleženo brojem 6.

Tabela 2: Skala merila broj 6 i 7 i zbor displeja prema broju karaktera

min. vrednost	-10/100mm	min. vrednost:	-10/1000mm
maks. vrednost	+50/100mm	maks. vrednost	+50/1000mm
raspon:	60/100mm	raspon:	60/1000mm
tačnost:	1/100mm	tačnost:	1/1000mm
osetljivost:	1/100mm	osetljivost:	1/1000mm
podeoci fini:	60/0,01mm	podeoci fini:	60/0,001mm
podeoci srednji:	12/0,05mm	podeoci srednji:	12/0,005mm
podeoci grubi:	6/0,1mm	podeoci grubi:	6/0,01mm

Merna skala dubine završnog brušenja raspona 0,6mm na poziciji broj 7, prekidač izbora posmaka prethodnog brušenja sa lampicom 8, prekidač izbora posmaka prethodnog brušenja sa lampicom 9, prekidači bez namene 10 i 11, taster izbora unutrašnjeg ili spoljašnjeg brušenja 12.



Slika 5. Akvizicioni analogni sistem MARPOSS i ARDUINO displej brusilice za kružno brušenje

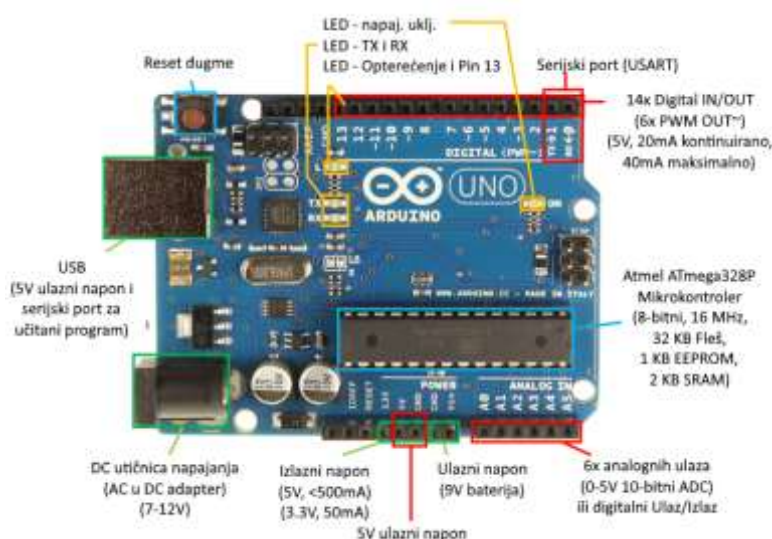
2. Tehnički opis Arduina

Arduino platforma je platforma čiji je razvoj započeo početkom 21. veka. Prva ploča se pojavila 2005. godine na *Design Institute of Ivrea* u Italiji. Razvijen je veći broj različitih tipova *Arduino* ploča za različite namene. Svakako je najpoznatija ploča *Arduino Uno Rev3*. *Arduino* je platforma fizičkog računarstva otvorenog koda zasnovana na jednostavnoj ploči mikrokontrolera i razvojnom okruženju za pisanje softvera za takvu ploču, [5].

Tabela 3. *Arduino UNO specifikacije* [6]

Mikrokontroler	Atmega168
Radna voltaža	5V
Ulazna voltaža (preporuka)	7-12V
Ulazna voltaža (granica)	6-20V
Digitalni izlazni/ulazni pinovi	14
Analogni ulazni pinovi	6
DC struja po izlazno/ulaznom pinu	40mA
DC struja za 3,3V pin	50mA
Fleš memorija	32 KB (Atmega328)
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1 KB (Atmega328)
Brzina časovnika	16 MHz

Detalji rasporeda komponenata na *Arduino Uno*, kao i specifikacije na ploči se mogu videti u tabeli 3 i slici 6.



Slika 6. *Arduino UNO ploča*[7]

LCD displej koji može prikazati najviše 16x2 karaktera. Uz pomoć konvertora sabirnice I2C i srodnih biblioteka, ovaj modul može se jednostavno koristiti sa samo 2 žice. Prikaz kombinacije LCD displeja i I2C se može videti na slici 7.



Slika 7. I2C i 1602 LCD Displej[8] i priključci MARPOSS

Za merenja jačine struje, mernog i upravljačkog signala, mogu se koristiti različiti senzori. Jedan od njih je ACS712. Senzor dolazi u tri varijante, od 5, 30 i 30A, zasnovan na ACS712ELC čipu, a jedina razlika je faktor skaliranja, prema tabeli 2 (tačnost, osetljivost).

Tabela 4: Specifikacije senzora [9]

	5A modul	20A modul	30A modul
Voltaža napajanja (VCC)	5Vdc nominalno	5Vdc nominalno	5Vdc nominalno
Opseg merenja	-5 do +5 Ampera	-20 do +20 Ampera	-30 do +30 Ampera
Voltaža na 0A	VCC/2 (nominalno 2,5Vdc)	VCC/2 (nominalno 2,5Vdc)	VCC/2 (nominalno 2,5Vdc)
Faktor skaliranja	185 mV po Amperu	100 mV po Amperu	66 mV po Amperu
Čip	ACS712ELC-05A	ACS712ELC-10A	ACS712ELC-30A

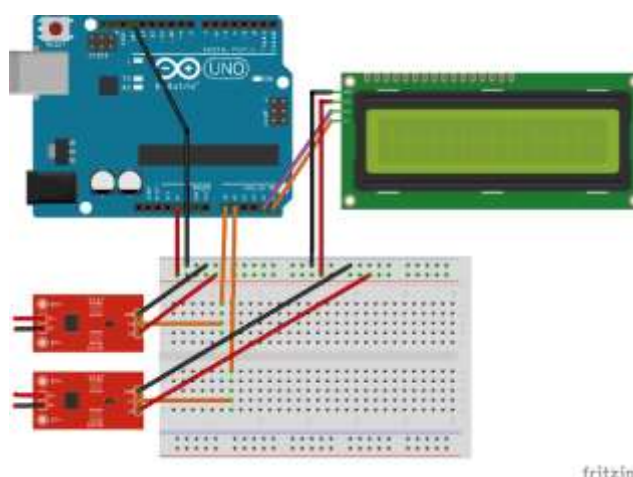
U tabeli 4 se mogu videti glavne karakteristike varijantni senzora.



Slika 8. Ilustracija rada ARDUINO senzora ACS712 i senzor rastojanja MARPOSS[10]

Šema predloženog sistema za merenje uključuje sledeće komponente:

- Arduino UNO Rev3 kao centralnu komponentu sistema, koja prihvata rezultate senzora.
- Dva senzora za merenje struje tipa ACS712 odgovarajuće amperaže. Rezultati njihovih merenja se prosleđuju na analogne ulaze Arduino UNO Rev3 i to A0 i A1. Svaki od senzora se na drugoj strani redno vezuju na pozicije gde protiče struja koju želimo izmeriti.
- 1602 LCD Displej sa I2C interfejsom za prikaz rezultata merenja. Pri tome se signali sa Arduino UNO Rev3 posredstvom interfejsa I2C prosleđuju na 1602 LCD Displej. Displej ima dva puta po 16 pozicija za prikaz slova i brojeva kojima se opisuju rezultati merenja.
- Protoboard ploča služi za lakše spajanje provodnika.



Slika 9. Šema predloženog sistema za merenje

Zaključak

Prema rezultatima rad je opravdao svoj cilj. Paralela između *MARPOSS* i *Arduino* platforme je lako izvodljiva. Upravljački sistem *Arduino* platforme podrazumeva integraciju tastera, prekidača i potencijometra na komandnoj tabli *MARPOSS*-a.

Tradicionalni skupi mašinski elementi: pogon, postolje, nosači točila i obratka, objedinjeni sa jeftinim upravljačim sistemom *Arduino* opravdava dalje korišćenje adaptivne brusilice uz minimalne troškove.

Literatura

- [1] Wagner, A. and Bajsić, I. (2004). Measurement of the surface-temperature field in a fog lamp using resistance-based temperature detectors. *Strojniški vestnik – Journal of Mechanical Engineering*, vol. 50, no. 2, p. 72-79.
- [2] Boguslawski, L. (2004). Influence of pressure fluctuations distribution on local heat transfer on flat surface impinged by turbulent free jet. *Proceedings of International Thermal Science Seminar II*, Bled, June 13.-16.2004.
- [3] Goon, B. (2005). Effects of excessive drinking on sport participation. Retrieved on 7.8.2006, from http://www.excessive_drinking.com
- [4] Debeljković, D.LJ., Mulić, V.S., "Sinteza linearnih sistema klasičan i moderan pristup", Čigoja štampa, Beograd, 2002.
- [5] José Rafael Cortés, L. et al. *Raspberry Pi and Arduino Uno Working together as a Basic Meteorological Station*. arXiv preprint arXiv:1711.09750. 2017.
- [6] Gil de la Iglesia, Didac. (2013). *Tangible User Interfaces. Laboratory Guide*.
- [7] Getting Started with Arduino, <https://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/arduino/Arduino.html>, pristupljeno 24.03.2019.
- [8] I2C 1602 LCD Display - Blue Backlight, merni priključci mernog i upravljačkog signala displeja *MARPOSS*, <https://ledsandchips.com/i2c-1602-lcd-display-blue-backlight>
- [9] ACS712 Current Sensor, http://www.energiazero.org/arduino_sensori/acs712%2030a%20range%20current%20sensor.pdf
- [10] Current Measure Module up to 20A - ACS712, <https://www.trademe.co.nz>
- [11] Mulić V: Stručna praksa, VTŠSS, Zrenjanin, 2014.
- [12] Debeljković, D.LJ., Mulić V.S., Stoilković, T.D, Simeunović, G.V., Sićović, A.M.: "Matematički modeli objekata i procesa u sistemima automatskog upravljanja IV", Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Beograd, Beograd. 2008

Dr Lazo Manjolić⁸³

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Jednostavan samonapajajući senzor za praćenje pozicije Sunca Simple Self-Powered Sun Tracking Sensor

Rezime:

U ovom radu je prikazana mogućnost projektovanja jednostavnog senzorskog sistema za praćenje pozicije Sunca. Senzor, koji se samostalno napaja, zasnovan je na niskonaponskim operacionim pojačavačima sa ultraniskom potrošnjom električne energije. Čitavo senzorsko električno kolo se samostalno napaja, tj. kolo koristi samo energiju dobijenu iz fotodetektora, tj. samih senzora pri čemu nema potrebe za angažovanjem dodatnog spoljašnjeg napajanja. Fotodetektori su raspoređeni tako da mogu da detektuju pravac sunčevog zračenja. Na osnovu kola za analognu obradu signala na izlazima električnog kola generišu se dva veoma osetljiva naponska signala. Oba signala odgovaraju uglovima azimuta i elevacije Sunca u odnosu na ravan u kojoj se nalaze fotodiode. Električna kola imaju inherentnu automatsku regulaciju pojačanja. Zbog toga su izlazni signali samo proporcionalni odgovarajućim uglovima, a ne i nivou sunčevog zračenja.

Ključne reči: Fotodetektori, operacioni pojačavači, merenje pozicije Sunca.

Abstract:

The possibility of designing a simple self-powered solar tracking sensor circuitry based on the low-voltage ultra-low power operational amplifiers is presented. The complete circuitry is self-powered, i.e. the circuitry uses only the energy obtained from the photodetectors, i.e. the sensors. There is no need for the additional external power supply. The photodetectors are arranged in a way to sense the direction of the solar radiation. Based on the signal processing circuitry at the circuitry outputs two highly sensitive voltage signals are generated. Both signals correspond to the pitch and roll angles of the Sun with respect to the photodiodes. The circuitry has an inherent automatic gain control. Therefore, the output signals are only proportional to these angles and not to the solar radiation level.

Keywords: Photodetectors, operational amplifiers, Sun position measurement.

Uvod

U ovom radu je predstavljena mogućnost realizacije jednostavnog, ekonomičnog i pre svega ekološki prihvatljivog samonapajajućeg senzora za praćenje pozicije Sunca zasnovanog na operacionim pojačavačima sa izuzetno niskom potrošnjom električne energije. Čitavo električno kolo senzora se samo napaja, tj. koristi samo

⁸³ lazo.manojlovic@vts-zr.edu.rs

energiju dobijenu sa fotodetektora, tj. samog senzora tako da nema potrebe za dodatnim spoljašnjim napajanjem. Fotodetektori su raspoređeni tako da detektuju pravac sunčevog zračenja. Na osnovu izvedene analogne obrade signala na izlazima senzora se generišu dva veoma osetljiva naponska signala. Oba signala odgovaraju uglovima azimuta i elevacije Sunca u odnosu na ravan u kome se nalaze fotodiode. Električno kolo poseduje inherentnu automatsku regulaciju pojačanja tako da su izlazni signali proporcionalni samo ovim uglovima ali ne i nivou sunčevog zračenja.

1. Dizajn senzorskog sistema za praćenje pozicije Sunca

Električna šema predloženog jednostavnog samonapajajućeg senzorskog sistema za praćenje pozicije Sunca prikazana je na slici 1. Da bi se obradili naponski signali sa fotodetektora potrebna su samo dva operaciona pojačavača i nekoliko pasivnih komponenti, kao što su metal film otpornici. Istovremeno, kako fotodetektor (PD_{YU1}, PD_{YU2}, PD_{YD1}, PD_{YD2}, PD_{XR1}, PD_{XR2}, PD_{XL1} i PD_{XL2}) rade u fotonaponskom režimu, naponi dobijeni na izlazima fotodioda napajaju operacione pojačavače. Iskorišćene su ukupno četiri od osam fotodioda (PD_{YU1}, PD_{YU2}, PD_{YD1} i PD_{YD2}) koje su povezane serijski kako bi se dobio odgovarajući naponski nivo za napajanje operacionih pojačavača OP1 i OP2. Električni naponi na odgovarajućim fotodiodama, koje rade u fotonaponskom režimu, dati su pomoću [1]:

$$V_i = V_T \ln \left(\frac{\mathfrak{R} P_i}{I_s} \right), \quad (1)$$

gde je V_i odgovarajući i -ti ($i = YU1, YU2, YD1, YD2, XR1, XR2, XL1$ i $XL2$) fotodiodni napon, V_T je termalni napon dat sa $V_T = k_B T / q$, gde je $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K Bolcmanova konstanta, T apsolutna temperatura, a $q = 1.602 \times 10^{-19}$ C elementarno pozitivno naelektrisanje, $\mathfrak{R}$ je osetljivost fotodiode, P_i je optička snaga koja dospeva na aktivnu površinu i -te fotodiode i I_s je struja zasićenja fotodiode. Da bi fotodiode radile u fotonaponskom modu, moraju biti povezane na čvorove sa visokom impedansom, što zahteva visoke vrednosti otpora R_L . Odgovarajuća optička snaga koja dospeva na aktivnu površinu fotodiode zavisi od položaja senke u unutrašnjosti senila, tj. zavisi od položaja senke na aktivnoj površini fotodiode, kao što je to grubo prikazano na slici 1. U ovom slučaju površina osvetljenog dela aktivne površi fotodiode zavisi od uglova azimuta i elevacije Sunca u odnosu na fotodiode kao što je to prikazano na slici 2. Ovo naravno važi samo za fotodiode koje se nalaze u senci. Na primer, ako Sunce osvetljava senzor iz prvog kvadranta, kao što

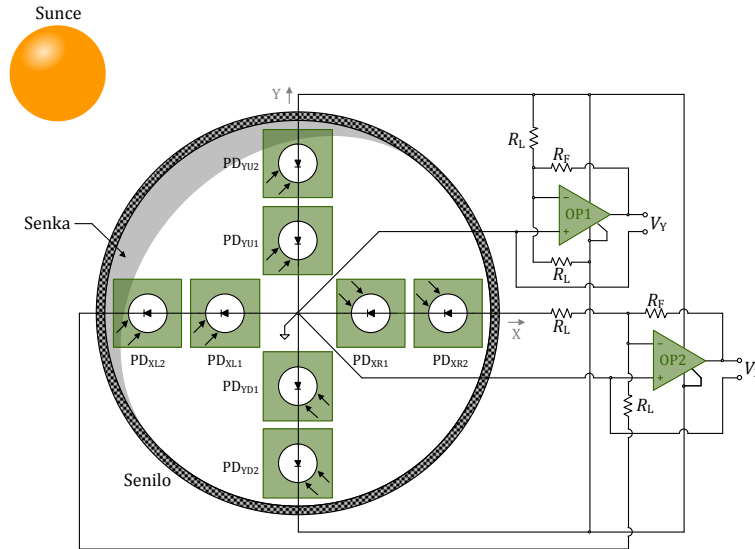
imamo u slučaju prikazanom na slici 2., samo će fotodiode PD_{YU2} i PD_{XR2} biti u senci i njihova odgovarajuća osvetljena aktivna površina će biti jednaka:

$$A_{XR2} = A - K\xi \text{ i } A_{YU2} = A - K\psi \quad (2)$$

gde su pretpostavljeni mali uglovi azimuta ξ i elevacije ψ ($\xi, \psi \ll 1$), što daje, u prvoj aproksimaciji, linearnu zavisnost površine osvetljenog aktivnog dela fotodiode u odnosu na odgovarajuće uglove, i gde je A aktivna površina fotodiode i K je pozitivna konstanta proporcionalnosti koja zavisi od geometrije senzora za koju takođe važi $A \gg K\xi, K\psi$. Odgovarajući fotodiodni naponi V_i prema jednačini (1) dati su pomoću:

$$V_{XR2} = V_T \ln \left(\frac{\Re E A_{XR2}}{I_S} \right) \text{ i } V_{XR1} = V_{XL1} = V_{XL2} = V_T \ln \left(\frac{\Re E A}{I_S} \right) \quad (3.1)$$

$$V_{YU2} = V_T \ln \left(\frac{\Re E A_{YU2}}{I_S} \right) \text{ i } V_{YU1} = V_{YD1} = V_{YD2} = V_T \ln \left(\frac{\Re E A}{I_S} \right) \quad (3.2)$$



Slika 1. Električna šema jednostavnog samonapajajućeg senzora za praćenje pozicije Sunca.

gde je E solarna iradijansa. Izlazni naponi senzora V_X i V_Y su dati kao:

$$V_X = -\frac{R_F}{R_L} (V_{XR2} + V_{XR1} - V_{XL2} - V_{XL1}) \text{ i} \quad (4.1)$$

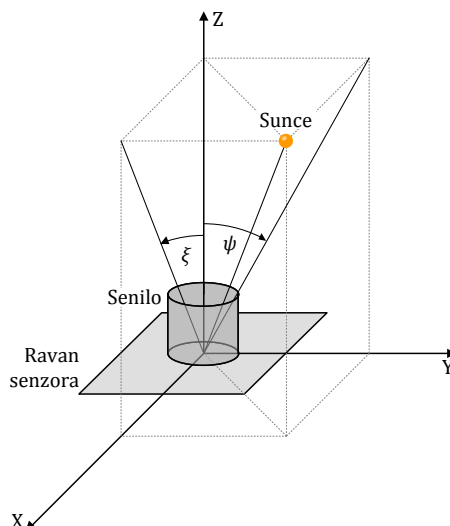
$$V_Y = -\frac{R_F}{R_L} (V_{YU2} + V_{YU1} - V_{YD2} - V_{YD1}). \quad (4.2)$$

gde R_F je otpornost otpornika povratne sprege. Jednačine (2), (3) i (4) daju:

$$V_X = -\frac{R_F}{R_L} V_T \ln \left(1 - \frac{K\xi}{A} \right) \approx \frac{R_F K}{R_L A} V_T \xi = S\xi \text{ i} \quad (5.1)$$

$$V_Y = -\frac{R_F}{R_L} V_T \ln \left(1 - \frac{K\psi}{A} \right) \approx \frac{R_F}{R_L} \frac{K}{A} V_T \psi = S\psi. \quad (5.2)$$

U prvoj aproksimaciji, izlazni naponski signali V_X i V_Y su direktno proporcionalni uglovima azimuta i elevacije sa faktorom proporcionalnosti, tj. senzorskom osetljivošću S . Kako su izlazni signali nezavisni od nivoa solarnog zračenja, senzor ima inherentnu automatsku regulaciju pojačanja.



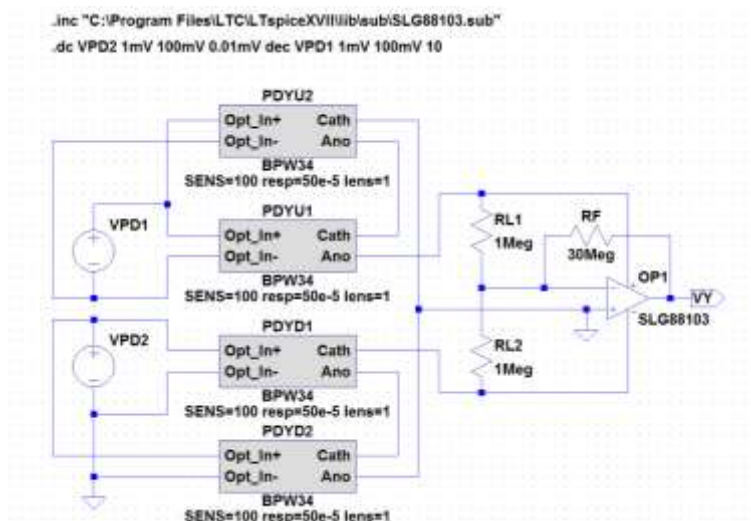
Slika 2. *Merenje azimuta i elevacije Sunca u odnosu na ravan senzora.*

2. Realizacija senzorskog sistema za praćenje pozicije Sunca

Realizacija predstavljenog jednostavnog samonapajajućeg senzorskog sistema za praćenje pozicije Sunca biće bazirana na jedinstvenim karakteristikama operacionog pojačavača SILEGO SLG88103 Rail to Rail I/O 375 nA Dual OpAmp [2]. Da bi se testiralo predloženo električno kolo izvršena je simulacija u softverskom paketu LTspice XVII [3]. Simulirano je električno kolo samo za jednu osu, kao što je to prikazano na slici 3. Čitavo električno kolo se sastoji iz dva ovakva električna kola od kojih svako ima za cilj da izmeri položaj Sunca duž jedne ose. U simulaciji su kao fotodetektor iskorišćene četiri fotodiode BPW34 kompanije OSRAM Opto Semiconductors [4] zbog njihove relativno velike aktivne površine od 7.45 mm^2 ($2.73 \text{ mm} \times 2.73 \text{ mm}$) koja omogućuje relativno širok merni opseg zglova azimuta i elevacije i relativno dobru linearnost senzorskog sistema.

Sunčevo zračenje je modelovano sa dva izvora elektromotorne sile VPD1 i VPD2, pri čemu njihov napon u milivoltima (mV) odgovara solarnoj iradijansi u mW/cm^2 . Solarna iradijansa je menjana u opsegu od 342

1 mV/cm² (1 mV) do 100 mV/cm², (100 mV), pri čemu poslednja vrednost predstavlja maksimalnu moguću vrednost sunčevog zračenja [5]. Odgovarajući rezultati simulacije prikazani su na slici 4.



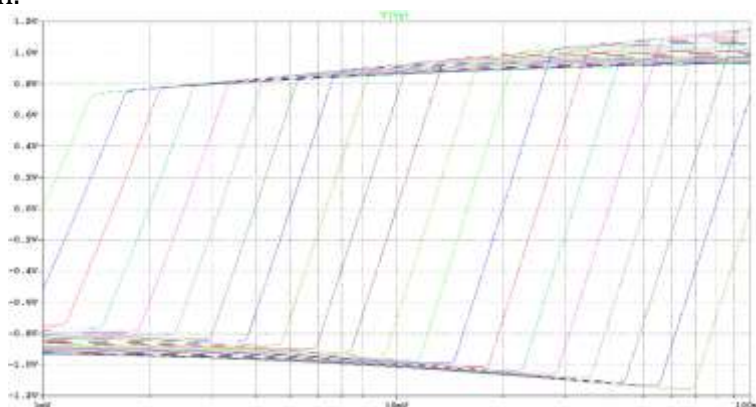
Slika 3. Električna šema simuliranog električnog kola.

Zaključak, koji se može izvući na osnovu dobijenih rezultata simulacije, je da je ovako koncipiran senzorski sistem veoma osetljivi na promenu pravca sunčevog zračenja, koji je, sa druge strane, modelovan kao promena solarne iradijanse, tj. odgovarajućim promenljivim naponima izvora elektromotornih sila VPD1 i VPD2. Važna karakteristika predloženog senzorskog sistema je da njegova osetljivost ne zavisi od nivoa sunčevog zračenja odnosno od vrednosti solarne iradijanse. Ovo se može zaključiti na osnovu istih vrednosti strmina senzorskog odziva u logaritamskoj skali. Zbog toga, senzor ima inherentnu automatsku regulaciju pojačanja, što je veoma važna karakteristika ovog senzorskog sistema, posebno ako se ima u vidu da se izlazni signali ovog senzora mogu koristiti kao signali greške u odgovarajućem upravljačkom sistemu gde je stabilnost sistema u širokom opsegu vrednosti solarne iradijanse od najveće važnosti. Ista osetljivost senzora u širokom opsegu vrednosti solarne iradijanse dovodi do vrlo jednostavnog dizajna upravljačkog sistema. Dinamička otpornost fotodiode R_{SH} je data kao:

$$R_{SH} = \frac{V_T}{\mathcal{R}_{AE}}, \quad (6)$$

koja je u slučaju fotodiode BPW34, sa sledećim odgovarajućim vrednostima $\mathcal{R} = 0.5 \text{ A/W}$ i $A = 7.45 \text{ mm}^2$ i minimalnom pretpostavljenom solarnim iradijansom od $E = 1 \text{ mW/cm}^2$ daje

maksimalnu vrednost dinamičke otpornosti fotodiode od $R_{SH} \approx 670 \Omega$. Da bi se osigurao fotonaponski režim rada fotodiode njena dinamička otpornost mora biti mnogo manja od otpornosti kojom je fotodioda opterećena, tj. mora biti ispunjen uslov $R_{SH} \ll R_L$. Izborom $R_L = 1 \text{ M}\Omega$ ovaj uslov je neosporno ispunjen. Vrednost otpornosti R_F otpornika u povratnoj grani može biti izabrana proizvoljno kako bi se dobila željena osetljivost senzora. U ovom slučaju izabrana je vrednost od $R_F = 30 \text{ M}\Omega$. Prema simuliranim rezultatima koji su prikazani na slici 4., maksimalni izlazni napon senzora se nalazi u opsegu $V_{X,Ymax} \approx 1 \text{ V}$. Stoga je jačina električne struje koja protiče kroz otpornik u povratnoj grani i samim time i kroz opteretne otpornike manja od $I_{Fmax} = V_{X,Ymax}/R_F \approx 33 \text{ nA}$, što je mnogo manje od jačine električne struje kojom se napajaju operacioni pojačavači od $I_Q = 375 \text{ nA}$. Jačina električne struje napajanja operacionih pojačavača mora da ispuni sledeći uslov $I_Q \ll \mathfrak{RAE}$ kako bi se omogućio istovremeni rad fotodiode u fotonaponskom režimu i odgovarajuće napajanje operacionih pojačavača. Kako je $\mathfrak{RAE} \approx 37 \mu\text{A}$ za minimalnu vrednost solarne iradijanse od $E = 1 \text{ mW/cm}^2$, ovaj uslov je takođe ispunjen.



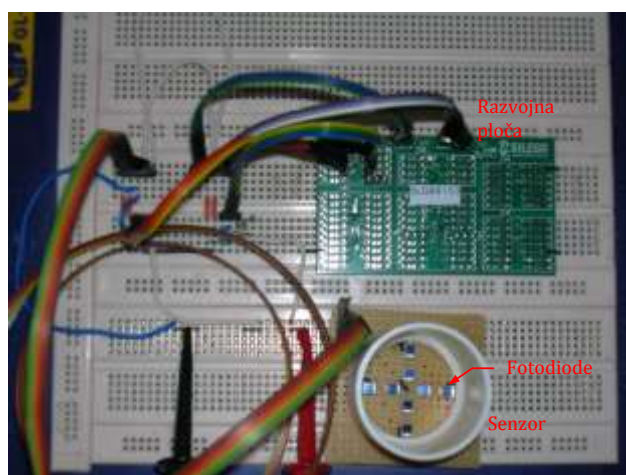
Slika 4. Rezultati simulacije predloženog senzorskog sistema.

3. Eksperimentalni rezultati

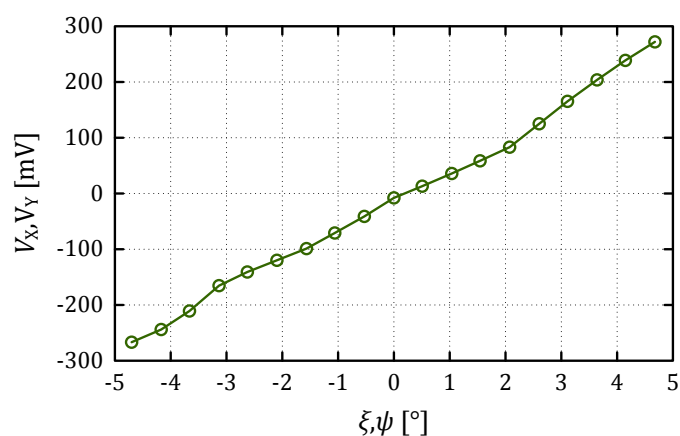
Celokupan senzorski sistem je praktično realizovan na osnovu razvojne ploče namenjene za testiranje rada operacionih pojačavača SILEGO SLG88103 Rail to Rail I/O 375 nA Dual OpAmp. Na slici 5 je prikazana fotografija realizovanog senzora zajedno sa razvojnom pločom. Cilindar, tj. senilo, fiksiran je na ploču senzora kako bi se formirala senka nad fotodiodama kada je osvetljena sunčevom svetlošću pod određenim uglom. Dimenzije cilindra se mogu izabrati tako da se dobije određena osetljivost senzora i kako bi se ostvario zahtevani merni

opseg. Prikazani i takođe testirani senzor ima senilo cilindričnog oblika sa unutrašnjim prečnikom cilindra od 38 mm i visinom cilindra od 35 mm.

Da bi se odredila ukupna prenosa funkcija senzorskog sistema, senzor je pričvršćen na platformu, čiji se uglovi nagiba u dve ose u odnosu na referentnu ravan mogu nezavisno podešavati. Senzor je prvobitno bio usmeren prema Suncu i podešavanjem ovih uglova nagiba, tj. uglova azimuta i elevacije platforme, oba izlazna naponska signala V_X i V_Y su podešeni tako da budu što bliži nuli. Zatim promenom odgovarajućih uglova nagiba platforme, menjani su ekvivalentno uglovi azimuta i elevacije Sunca u rasponu od -5° do $+5^\circ$ uz istovremeno merenje izlaznih naponskih signala. Prenosna funkcija senzorskog sistema prikazana je na slici 6. Na osnovu izmerenih podataka procenjeno je da osetljivost senzora približno iznosi $S \approx 56 \text{ mV}/^\circ$.



Slika 5. Fotografija realizovanog senzora zajedno sa razvojnomo pločom.



Slika 6. Prenosna funkcija senzorskog sistema.

Zaključak

Senzor za praćenje pozicije Sunca ima veoma važnu ulogu u mnogim solarnim sistemima (fotonaponskim sistemima) gde je praćenje pozicije Sunca iskorišćeno za povećanje ukupne efikasnosti sistema. Da bi se solarni paneli usmerili ka Suncu, upravljački sistem, na osnovu signala dobijenih sa senzora, rotira solarne panele ka Suncu. Stoga, jednostavn, pouzdan (bez potrebe za dodatnim napajanjem) i pre svega jeftin senzor, kao što je prikazan u ovom radu, samo će poboljšati karakteristike solarnog sistema.

LITERATURA

- [1] Nabet B. (2015). *Photodetectors*. Kembriđ: Woodhead Publishing.
- [2] URL: <https://www.dialog-semiconductor.com/products/slg88103> (pristupljeno 31.03.2019.).
- [3] URL: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html> (pristupljeno 31.03.2019.).
- [4] URL: https://www.osram.com/os/ecat/DIL%20BPW%2034%20B/com/en/class_pim_web_catalog_103489/global/prd_pim_device_2219537/ (pristupljeno 31.03.2019.).
- [5] Iqbal M. (1983). *An Introduction To Solar Radiation*. Toronto: Academic Press.

Vladimir Todorović, M.Sc. ⁸⁴

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Dr Milovan Lazarević

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Distribucija zasnovana na identifikacionoj tehnologiji u lancima snabdevanja hranom

Identification technology-based distribution in the Food Supply Chains

Rezime:

Najvećim delom prodaje hrane upravljaju veliki lanci snabdevanja hranom. U ovom radu fokusiramo se na lokalno proizvedenu i prodatu hranu i sokove. Izazovi novih sistema, nazvanih kratki lanci snabdevanja hranom (short food supply chains - SFSC), predstavljaju tržišna takmičenja, visoke troškove distribucije i logistike, male veličine pošiljki. Osnovni cilj ovog rada je da predstavi koncept prema kojem je moguće obezbediti sledljivost proizvoda u cilju povećanja njegovog kvaliteta i povećanja konkurentnosti. Pored zahteva carine u pogledu ispunjavanja propisa o sigurnosti hrane, ovaj koncept naglašava mogućnost da se informacije o proizvodima učine dostupnim kupcima, kao najvažnijim učesnicima u ovom lancu. Ovaj rad predlaže koncept primene RFID tag-a i bar kod tehnologije u nastojanju da se taj cilj ostvari. Kao primer poljoprivrednih proizvoda koji će prikazati ovaj model, rad koristit sok od jabuke proizveden u malom porodičnom preduzeću.

Ključne reči: RFID, bar kod, bezbednost hrane, sledljivost, identifikacione tehnologije, lanac snabdevanja

Abstract:

The largest part of food sales is managed by large food supply chains. In this paper we are focusing on locally produced and sold food and drinks. The challenges of those new systems, called short food supply chains (SFSC), represent tough market competitions, high distribution and logistics costs, small shipment sizes and so forth. Primary aim of this paper is to present the concept according to which it is possible to provide traceability of products with the purpose of the increase of their quality and enhance of the competitiveness of final products. Beside the requirements of the state customs regarding fulfillment of the regulations on food safety, this concept emphasizes the ability to make the information on products available to the customers, as the one most important in this chain. This paper proposes the concept of application of RFID tag and bar code technology in an effort to achieve this goal. As an example of agricultural products to display this model, the paper will use apple juice produced in a small size company.

Keywords: RFID, bar code, food safety, traceability, identification technologies, supply chain

⁸⁴ todorovic.ftn@gmail.com

Uvod

Zahtevi današnjeg tržišta umnogome se razlikuju od nekadašnjih, i zajedno sa razvojem moderne tehnologije postaju sve strožiji za implementaciju. Poslednjih decenija pojavljuje se trend brige o zdravlju i pažnja koja se posvećuje ishrani sve je veća i postaje jedan od glavnih činilaca pri izboru kupca kod kupovine proizvoda. Ovo je posebno naglašeno kada su u pitanju prehrambeni proizvodi gde su strogi propisi i zahtevi doveli do toga da danas u mnogim zemljama nije moguće na tržište plasirati proizvod koji ne ispunjava zahteve, kako nadležnih institucija koje propisuju standarde, ali takođe i sve zahtevnijih kupaca. Današnji kupci žele da znaju poreklo ne samo prehrambenih proizvoda, već i svih njegovih sirovina. Put koji prolazi jedan gotov prehrambeni proizvod od samog uzgoja, prerade, do konačnog dolaska na trpezu je izuzetno složen i zahteva strogo praćenje kako bi se izbegle situacije koje su i pored svih propisa pogađale zemlje i dovodile neke grane poljoprivrede u veoma tešku situaciju, jer strah kupaca nakon jednog slučaja trovanja hranom je u današnje vreme razvijenih komunikacionih kanala nemoguće kontrolisati i sprečiti. Da bi se ovakve situacije mogle držati pod kontrolom, ili u potpunosti preduprediti, potrebno je omogućiti sledljivost proizvoda, odnosno dovesti do toga da kupac ima mogućnost da konačan proizvod proveriti samostalno, pre same kupovine, i time se uveri u poreklo i proces kroz koji je proizvod prošao u proizvodnji.

Lanac snabdevanja hranom može se definisati kao „kratak“ kada se razlikuju kratke udaljenosti (udaljenost kao fizička dimenzija koja pokriva raspon u kojem proizvod prolazi između početne i krajnje tačke u lancu), ili samo nekoliko (ili nula) posrednika između proizvođača i potrošača [1]. Na osnovu svega navedenog u radu će biti predstavljen model zasnovan na identifikacionim tehnologijama koji može biti primenjen u sistemima prerade i proizvodnje prehrambenih proizvoda. U prvom delu rada predstavljene su trenutno dostupne identifikacione tehnologije koje mogu biti korištene u kreiranju novog modela. Nakon toga, dat je svojevrstan osvrt na pojam sledljivosti proizvoda sa posebnim akcentom na sledljivost hrane. Kroz istoriju sledljivosti i zakonska akta urađen je osvrt na zahteve tržišta i regulative Republike Srbije i EU.

1. Primena tehnologije u procesu praćenja proizvoda

Sistemi automatske identifikacije odnose se na metode automatskog identifikovanja objekata, skupljanja podataka o objektima i unos informacija direktno u bazu podataka. Tipični predstavnici

tehnologija koje se smatraju automatskim identifikacionim tehnologijama su: Bar kod, RFID, biometrija, magnetene trake, optičko prepoznavanje karaktera (OCR), smart kartice i prepoznavanje glasa. Tehnologija identifikacije se ogleda u analizi slike, zvuka ili videa [2]. Kako bi se podatak zabeležio i obradio potrebno je posedovati transduktor u ovim sistemima. Transduktor je uređaj koji konvertuje jedan tip energije u drugi. Konverzija može da bude u/iz električne, elektro-mehaničke, elektromagnetne, fotonske, fotonaponskog ili nekog drugog oblika energije. Nakon beleženja podatka i pretvaranja u digitalni oblik podatak se čuva u bazi za kasniju upotrebu. Moguće je poređenje prikupljenih podataka sa ciljem identifikacije ili autorizacije ukoliko su u pitanju bezbedonosni sistemi.

Postojeći sistemi za praćenje procesa proizvodnje karakterišu se nemogućnošću povezivanja različitih evidencija u lancima prerade hrane, nepreciznošću i greškama u podacima kao i kašnjenju u dobijanju neophodnih podataka, koji su itekako značajni u slučajevima poput izbijanja epidemija i neophodnog povlačenja proizvoda sa tržišta [3]. Sistemi za praćenje procesa proizvodnje treba da omoguće brzo dobijanje informacija i preduzimanje akcija u skladu sa potrebama i analizama dobijenih podataka. Trenutno raspoložive tehnologije koje je moguće koristiti za navedeni problem su RFID (eng. Radio Frequency Identification) tehnologija, kao i provera autentičnosti hrane korišćenjem metode analize izotopa ili analize Dezoksiribonukleinske kiseline (DNK) [4].

Bar kod tehnologija razvijena je od strane Bernard Silvera i Nromana Jozefa Vudlenda, kasnih četrdesetih i početkom pedesetih godina prošlog veka. U tom momentu to je bio simbol koji je sadržao koncentrične krugove na osnovu kojih je i dobio ime „oko bika“. Prva komercijalna upotreba bar kod-a bila je od strane RCA/Kroger sistema instaliranog u Sinsinatiju (SAD), na osnovu poziva kreiranog od strane Nacionalne asocijacije lanaca hrane (NAFC). Međutim, šira primena dolazi tek nakon uvođenja univerzalnog koda proizvoda (UPC) koji je prihvaćen od strane američkih supermarketa [5].

Današnji bar kodovi imaju dve forme: jednodimenzionalni (1D) bar kod i dvodimenzionalni (2D) bar kod od kojih se najčešće koristi QR kod [6]. Danas je prisutnost 2D bar kodova sve veća iz više razloga, ali svakako najvažniji je činjenica da dvodimenzionalni kodovi mogu sadržati znatno više informacija na ograničenom prostoru. Najčešće primenjivani 2D bar kodovi su QR: DataMatrix i MaxiCode koji omogućavaju čitanje u svim smerovima sistemom telekamera ili rotirajućih CCD (eng. charge-coupled device) čitača. Prednost ovih

podgrupa 2D bar kodova je ta što su informacije kodirane kao apsolutne pozicije unutar samog koda, pa su samim tim izuzetno otporne na štamparske greške. Ovakav način kreiranja 2D bar koda omogućava redundantnost informacija i omogućava očitavanje i u slučaju oštećenja koda.

Radiofrekventna identifikacija (RFID) je tehnologija koja omogućava bežični prenos podataka sa označenih objekata radi identifikacije i praćenja. RFID sistemi se sastoje od tri elementa (slika 1.):

- Tag ili transponder koji je postavljen na objektu i na kome se beleže podaci o tom proizvodu. Transponder se minimalno sastoji od mikročipa i antene za slanje i primanje radiotalasa.
- Čitač ili primopredajnik koji prepoznaje tag i očitava podatke sa njega ili ih na njega u određenim slučajevima upisuje. Čitač se najčešće sastoji od RF modula (odašiljač i prijemnik), upravljačke jedinice, antene i jednog ili više sistema za prenos očitanih podataka u bazu.
- Sistem obrade podataka (aplikacija, upravljački sistem) koji upravlja prikupljenim podacima.



Slika 1. Primer funkcionisanja RFID sistema

Prednosti sistema baziranog na RFID tehnologiji u odnosu na tradicionalne barkod sisteme su:

- Sistem je utemeljen na dinamičkoj interakciji (sa tagom) čime se automatski omogućava da se podaci mogu menjati bez obzira na kome mestu ili u kom delu procesa se proizvod nalazi;
- Podaci se mogu čitati sa daleko većih udaljenosti i nije neophodno da su u vidljivom polju čitača;
- Svaki predmet na kome se nalazi tag je sam po sebi jedinstven zahvaljujući jedinstvenom identifikacionom broju (UID) koji je dodeljen memorijskom čipu;
- Ovi sistemi omogućavaju očitavanje više predmeta istovremeno.

2. Sledljivost proizvoda

Sledljivost se definiše kao sposobnost da se detaljno prati ili proučava, ili korak po korak, istorijski određuju koraci, aktivnosti ili procesi [7]. Tako se u stvari sledljivost može definisati kao istorija proizvoda u smislu direktnih osobina tog proizvoda ili svojstava koja su povezana sa tim proizvodom. Informacije o poreklu proizvoda kod koga je uvedena sledljivost mogu se koristiti u smeru unazad u lancu snabdevanja (u procesu naručivanja proizvoda kako bi ispratili detalji o poreklu naručenog proizvoda), ili unapred (u procesu isporuke proizvoda kako bi se specificirale karakteristike samog proizvoda).

Ciljana i strožija definicija lanca snabdevanja hranom je ponuđena od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju 1994. godine (ISO standard 8402:1994) i podržana propisom EC 178/2002 [8]. Ona definiše sledljivost kao sposobnost praćenja hrane za ljudsku upotrebu, hrane za životinje, kroz sve faze proizvodnje i distribucije. Sledljivost je koncept koji se odnosi na sve proizvode i sve vrste lanca snabdevanja. Danas, u ekonomskom sistemu u kojem se kompanije suprotstavljaju jedne drugima u okruženju koje se u velikoj meri zasniva na zadovoljstvu kupaca, sledljivost je neophodan instrument za postizanje tržišnog konsenzusa. Direktno koristi sledljivosti su: optimizacija lanca snabdevanja, sigurnost proizvoda i tržišne prednosti (marketing prednosti i konkurentska poslovna prednost). Efikasan sistem sledljivosti koji prenosi tačne, blagovremene, potpune informacije o proizvodima kroz lanac snabdevanja može znatno smanjiti operative troškove i povećati produktivnost. Istovremeno, takav sistem sadrži mnoge elemente sigurnosti proizvoda: to čini potrošače sigurnijim u proizvod koji kupuju putem pružanja detaljnih informacija o tome odakle dolazi, kakve su njegove komponente i poreklo i istorija obrade [9].

3. Predlog modela baziranog na identifikacionim tehnologijama

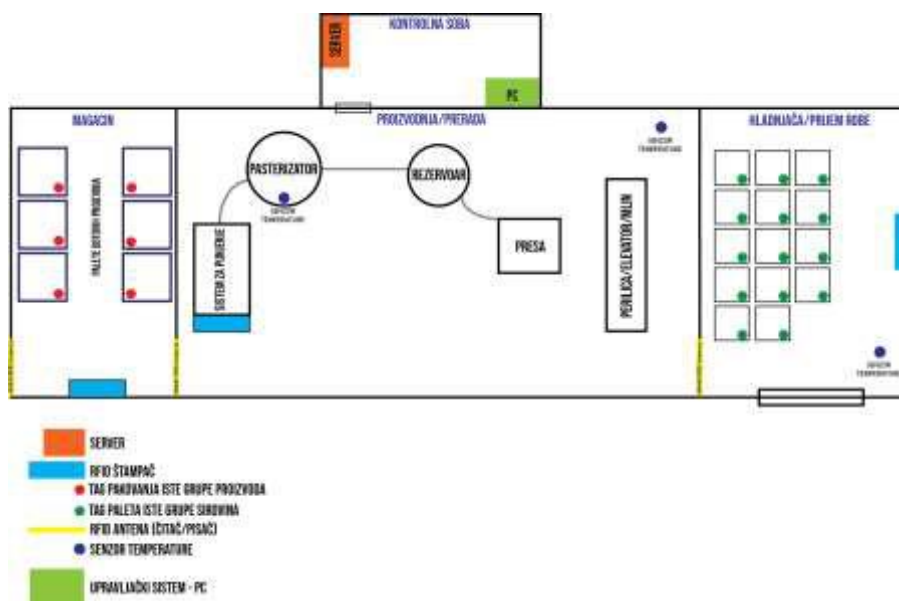
Primena razvijenog modela pokrivala je sve do tada postojeće sisteme unutar proizvodnje: prijem robe (hladnjača), proizvodnja-prerada, magacin, ali i dodatak nove jedinice u vidu kontrolne sobe u kojoj se nalazi server na kome se čuvaju podaci i upravljačka jedinica (PC) za kontrolu kompletnog procesa.

Počev od ulaznog dela u sistem odnosno prijema robe u hladnjaču izvršene su izmene u skladu sa predloženim modelom i uvedeno je obavezno označavanje primljene robe kao i postavljanje tagova na gajbe u kojima se roba čuva (u obrađenom primeru u pitanju su sveže jabuke).

Pored ove izmene uvedeno je praćenje temeprature u realnom vremenu korišćenjem temperaturnih senzora kako bi se informacija o tome na kojoj temperaturi je skladištena sirovina za proizvodnju našla na tagovima dostupnim kupcima u maloprodaji.

U transformacionom delu odnosno samoj preradi rađeno je dodavanje senzora temperature u samom prostoru, ali i u pasterizatoru kako bi dobili informacije o tome na kojoj temperaturi vršena prerada odnosno ceđenje, ali i pasterizacija. Na kraju samog proizvodnog procesa, a pre odlaska u magacinski prostor pakovanja gotovih sokova u Bag in box sistemima označavana su tagovima koji sadrže sve informacije počev od samog ulaza u skladište sa informacijama o sorti jabuka, načinu gajenja, tretiranju, preko procesa prerade pa sve do onih o roku trajanja i načinu skladištenja proizvoda koji će kupcima biti od posebnog interesa.

Na kraju u samom magacinskom prostoru, a pre same isporuke gotovih proizvoda u maloprodajne lance vrši se označavanje tagovima paleta istovrsnih proizvoda kako bi se palete prepoznavale pri samom procesu pakovanja i transporta i kako ne bi dolazilo do isporuke pogrešne grupe proizvoda maloprodajnom lancu.



Slika 2. Šematski prikaz proizvodnog pogona sa primenjenim modelom

Zaključak

U ovom radu prikazan je model baziran na RFID tehnologiji uz podršku QR kod tehnologije koja poboljšava sistem praćenja i sledljivosti

proizvoda. Model se zasniva na digitalizaciji poslovnih i logističkih procesa i uključuje postojanje informaciono-komunikacione tehnologije koja obezbeđuje efikasnu koordinaciju i saradnju unutar lanca snabdevanja. Razvijeni model bi mogao poslužiti kao osnova za mogući razvoj odgovarajućih simulacionih modela u većim sistemima, koji bi mogli biti identifikovani kao sledeći korak, prema daljem istraživanju u ovoj oblasti, sa konačnim ciljem izbora održivog načina distribucije hrane sa stanovišta bezbednosti. Izbor i implementacija datog rešenja će zavistiti od konkretnog slučaja i poslovnih faktora kao što su: veličina serije, asortiman proizvoda, rizik od greške pri kupovini i distribuciji, servisna podrška, prilagođavanje proizvodnom procesu itd. Pored rešavanja problema identifikacije hrane koji omogućava potrošačima da osiguraju kvalitet isporučenih proizvoda ovaj model predstavlja sistem efikasne i održive distribucije hrane u lancu snabdevanja.

LITERATURA

- [1] Todorovic V., Maslaric M., Bojic S., Jokic M., Mircetic D., Nikolicic S. "Solutions for More Sustainable Distribution in the Short Food Supply Chains" *Sustainability* 2018, 10, 3481; doi:10.3390/su10103481
- [2] Palmer, R. C. (1989) 'The Basics of Automatic Identification', *Canadian Datasystems*.
- [3] Zhang, M. and Li, P. (2012) 'RFID Application Strategy in Agri-Food Supply Chain Based on Safety and Benefit Analysis', *Physics Procedia. Elsevier Srl*, 25, pp. 636–642. doi: 10.1016/j.phpro.2012.03.137.
- [4] Galimberty, A. et al. (2013) 'DNA barcoding as a new tool for food traceability', *Food Research International. Elsevier Ltd*, 50(1), pp. 55–63.
- [5] Gray, J. (2005) '(12) Patent Application Publication (10) Pub . No .: US 2005 / 0109844 A1', 1(19).
- [6] Su, X. et al. (2007) 'On The Creation of Automatic Identification and Data Capture Infrastructure via RFID', *The Internet of Things: from RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems*, pp. 1–19.
- [7] Webster (2018) *Merriam Webster Dictionary*. Available at: https://www.merriam-webster.com/dictionary/traceability?utm_campaign=sd&utm_medium=serp&utm_source=jsonld#other-words
- [8] *ParliamentEU (2002) REGULATION (EC) No 178/2002 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety*
- [9] Regattieri, A., Gamberi, M. and Manzini, R. (2007) 'Traceability of food products: General framework and experimental evidence', *Journal of Food Engineering*, 81(2), pp. 347–356. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.10.032.

Dr Mirjana Ševaljević ⁸⁵

Dr Tatjana Nikolin

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Ševaljević Miladin, M.Sc.

Tehnička škola, Zrenjanin

Termodinamički pristup mehanizmu uklanjanja ulja i masti na bazi rezultata kontrole prečišćavanja industrijskih otpadnih voda

Data driven approach to the thermodynamic mechanisms of edible oil and fats removal from industrial oiled wastewater

Rezime:

Predložen je termodinamički pristup mehanizmu uklanjanja masti i ulja na bazi rezultata petogodišnjeg monitoringa rada prečištača otpadne vode iz Industrije ulja i masti. Pri približno jednakim ravnotežnim temperaturama vazduha i vode kod uliva i izliva, povratne peritektičke reakcije stimulišu uklanjanje čvrste faze masti i ulja iz non-varijantnih trofaznih sistema, prema Gibbs-ovom pravilu faza. Efikasnost transfera toplote adsorpcije gasnih mehurića izotermno-izohorskim i izobarsko-izoentropijskim relaksacionim procesima limitirana je odnosom temperature vode kod uliva i izliva shodno II principu termodinamike. Definisan je opseg koncentracija kod izliva vode, koje katalitički utiču na efikasnost transfera energije, tokom biološke potrošnje kiseonika (BPK) u I i II kvartalu, odnosno hemijske (HPK) u III i IV kvartal.

Ključne reči: Monitoring, adsorpcija, hemijski potencijal, termohemijski transfer energije, efikasnost

Abstract:

The thermodynamic approach to oil and fats removal mechanisms is predicted, based on the experimental data of the five years monitoring of oil and fats removal from industrial oiled wastewater. At approximately equal equilibrium temperature of air and liquid at water input and exit, reversible peritectic reactions stimulate oil and fats removal from non-variant three phase systems, according to Gibbs phase rule. The energy transfer efficiency of gas bubbles adsorption heat by isochoric-isothermal and isobaric-isentropic relaxation processes is limited by the ratio of liquid temperatures at input and exit, according to II law of thermodynamic. The concentration ranges are defined at water exit, with catalytic effect to energy transfer efficiency, during the biology oxygen demand (BOD) in I and II quarter and of chemical oxygen demand (COD) in III and IV.

Keywords: Monitoring, Adsorption, Chemical potential, Thermo-chemical energy transfer, Efficiency.

⁸⁵ sevaljevic.mirjana@gmail.com

Introduction

Each user of canalization has to remove the damaging and dangerous matter from wastewater up to the limited values [1], which can be achieved by conventional purification method regulated by law [2], or by new alternative methods of oil separation from oil-in-water emulsions by freeze/thaw method and microwave radiation [3].

In this work the data driven thermodynamic approach to the mechanisms of oil and fats conventional separation is based on the results of five years quarter analysis of composite sample gathered each 15 min during two hours in water at input and at exit:

- of water temperatures at input and exit ($T_{in,l}$) and ($T_{ex,l}$) as well as of air temperatures ($T_{in,air}$) and ($T_{ex,air}$)
- and of oil and fats average concentrations at water input in purifying plant ($\gamma_{in,l}/\text{mgL}^{-1}$) and at exit ($\gamma_{ex,l}/\text{mgL}^{-1}$), which define purification degree (p) [2]:

$$p, \% = 100 \cdot (\gamma_{in} - \gamma_{ex}) / \gamma_{in} \quad (1)$$

The temperature influence on reversible direct and inverse velocity control peritectic three-phase reaction, which on cooling two phases (one of them liquid) react to give a single new solid phase [5, 6].

Then the enthalpy (ΔH) equal to isothermal adsorption heat of working gas ($\Sigma \Delta_a H^0$) according to I law of thermodynamics indicate to the effect of internal heat change (ΔU) to maximal expansion work ($p\Delta V$):

$$\Sigma \Delta_a H^0 = (R(T_{in,l} \cdot T_{ex,l}) / (T_{in,l} - T_{ex,l})) \cdot \ln(\Delta_{l/g} V_{ex} / \Delta_{g/l} V_{in}) \quad (2)$$

The diagnostics is based on the ratio between working gas volume change in gas/liquid interfaces at oil and fats active centers at water exit and input in purifying plant:

$$\Delta_{l/g} V_{ex} / \Delta_{g/l} V_{in} = (1 - 1/K_{distr}) / K_{distr} \quad (3)$$

derived according to mass conservation law:

$$c_0 \cdot \Delta_{g/l} V_{in} = c_{in} \cdot \Delta_{g/l} V_{in} + (c_{in} - c_{ex}) \cdot \Delta_{l/g} V_{ex} \quad (4)$$

at oil and fats distribution coefficient controlling equilibrium chemical potential between water input and exit:

$$K_{distr} = c_{ex} / c_{in} = e^{-(\mu_{\theta in} - \mu_{\theta ex}) / RT} \quad (5)$$

The difference between enthalpy (H) and exchanged entropy heat (TS) defines free energy of oil and fats (G) and its changes in oil and fats thermal, mechanical and chemical relaxation processes:

$$\Delta G_i = dU + p dV + V dp - T dS - S dT + dn_i \cdot \mu_i \quad (6)$$

to maintain equal chemical potential at the both sides of gas/liquid interfaces:

$$\mu_i = (\Delta G / \Delta n_i)_{p,T} = \mu_i^\theta + RT \ln c_i \quad (7)$$

Combination with I law of thermodynamic:

$$dU + p dV - T dS = 0 \quad (8)$$

results:

$$\Delta G_i = V dp_i - S dT_i + dn_i \cdot \mu_i \quad (9)$$

This form enables the diagnostics of the efficiency of maximal energy transfer (η) according to II law of thermodynamic [4]:

$$\eta = dA / \Sigma \Delta_a H^\theta = dT / T \quad (10)$$

(a) *in isochoric-isothermal thermo-chemical relaxation reactions:*

$$\eta_{n, V, T} = \Delta_r G / \Delta_a H^\theta \quad (11)$$

with free energy of relaxation reaction ($\Delta_r G^\theta$) calculated as the difference between the sum of chemical potentials of products at water exit and of reactants at water input in purifying plant:

$$\Delta_r G^\theta = \Sigma \mu_{pr} - \Sigma \mu_r \quad (12)$$

calculated on the basis of combination with :

$$\Sigma \mu_{pr} = R \cdot T_{in(g/l)}^* \cdot \ln \Delta c + T_{ex(g/l)}^* \cdot \ln \Delta c - R(T_{in} + T_{ex})_L / 2 \cdot \ln \Delta c \quad (13)$$

$$\Sigma \mu_r = R \cdot T_{in(g/l)}^* \cdot \ln c_{in} + T_{ex(g/l)}^* \cdot \ln c_{ex} + (R(T_{in} + T_{ex})_L / 2) \cdot \ln c_{in} \quad (14)$$

where:

$$\Delta_r G^\theta = RT_{in}^* \ln(\Delta \gamma / \gamma_{ex,l}) + RT_{ex}^* \ln(\Delta \gamma / \gamma_{ex,l}) - (T_{in} + T_{ex}) / 2 \cdot \ln(\Delta \gamma / \gamma_{in}) \quad (15)$$

(b) *and in adiabatic isobaric - isentropic conditions ($\eta_{n, p, s}$) (Eq. 5)* limited by the ratio of liquid temperature at water input and cooled at water exit:

$$(\eta_{n,p,s}) = -dA / \int da H^\theta = \ln(T_{in,l} / T_{ex,l}) \quad (16)$$

Experimental

The wastewater which have to be purified are placed in equalization basin with flow of 25-50 m³/h, from gathering basin with pumps (five to six hours), and then into the gravitational separator of fats (with retention time 57 min), coagulation basin (retention time 81 min), flocculation basin (retention time, 15 min), flotation basin (retention time 37 min), neutralization basin (retention time 2 x 11min) and then purified waters are released in urban canalization collector with flow 55 m³/h.

According to Hess law reversible chemical reactions in the intermediate steps define the total sum of oil and fats Gibbs free energy changes as the difference between beginning state at water input and the end state at water exit from purifying plant:

$$\Delta G_t = -RT_{st} \cdot \ln((k_1/k_{-1})_{egal} \cdot (k_1/k_{-1})_{sed} \cdot (k_1/K_{-1})_{floc} \cdot (k_1/k_{-1})_{flot} \cdot (k_1/k_{-1})_n) \quad (17)$$

where in steady state:

$$k_{eg} C_{in} = k_n (C_{in} - C_{ex}) \quad (18)$$

$$\Delta G_{oil,fats} = -R T_{st} \ln((C_{in} - C_{ex}) / C_{in}) \quad (19)$$

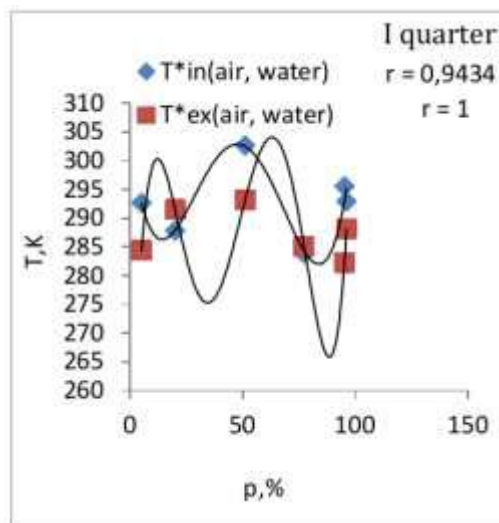
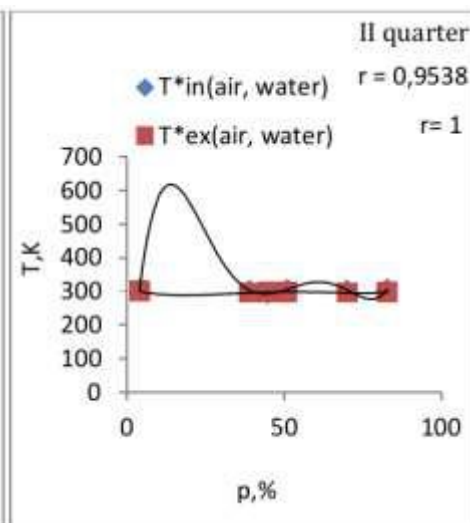
Results and discussion

Table 1. presents the previously measured data of five years monitoring of air and liquid temperatures and oil and fats concentrations at input and exit from purifying plant and biology oxygen demand (BOD) at water exit in I and II quarter, of chemical oxygen demand (COD) at water exit in II and IV quarter [2], and the diagnostics data calculated in this paper, of energy transfer efficiency in thermo-chemical relaxation processes according to Eqs. (11) and (16).

Table 1. The experimental data of temperatures of water, of air, oil and fats content and of BOD and COD previously determined [2] and of the diagnostics data of oil and fats thermo-chemical energy transfer efficiency in isochoric-isothermal ($\eta_{ni,V,T}$) and in isobaric-isentropic conditions ($\eta_{ni,p,S}$)

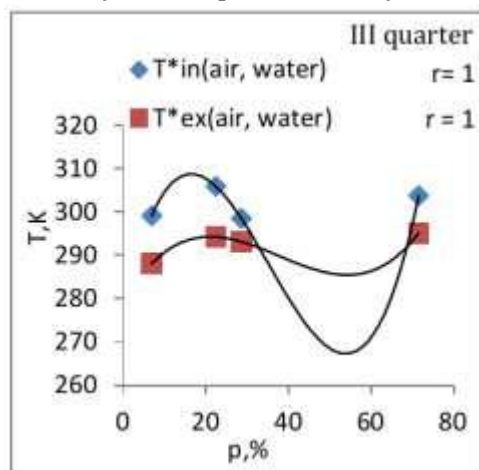
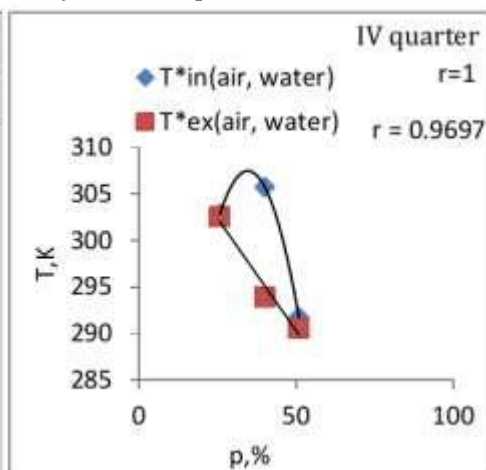
<i>I</i> quarter	$t_{in,air}$ °C	$t_{ex,air}$ °C	$t_{in,l}$ °C	$t_{ex,l}$ °C	$\gamma_{fats, oil, in}$ mgdm ⁻³	$\gamma_{fats, oil, ex}$ mgdm ⁻³	$\Delta c_{BOD, ex}$ molO ₂ L ⁻¹	$\eta_{V,T}$	$\eta_{ni,p,S}$
<i>Febr.06</i>	10.8	8	10.8	15.8	272.73	62.2	0.017	0,017	-0,017
<i>March07</i>	14.7	7	14.7	29.6	256	206	0.032	0,049	-0,050
<i>Mar.08</i>	29.5	13.8	29.5	26.3	431	211	0.013	-0,011	0,011
<i>Febr.09</i>	19.8	9	19.8	21	944	38	0.01	0,004	-0,004
<i>March10</i>	19.5	3	19.5	19.5	79	75	0.0007	-	-
<i>March11</i>	22.4	3.1	22.4	15.2	564	28	0.028	-0,024	0,025
<i>II quarter</i>									
<i>Jun 06</i>	20	20	20	31	125	69	0.018	0.037	-0.037
<i>May.07</i>	31.6	18	31.6	28.7	670	201	0.006	-0.009	0.010
<i>Jun 08</i>	34	22	34	33.1	407	391	0.014	-0.003	0.003
<i>April09</i>	30.8	19	30.8	26.6	95	58	0.014	-	-
<i>May 10</i>	34	19	34	31.7	120	59	0.008	-0.007	0.008
<i>May11</i>	34.4	17,5	34.4	33.3	245	42	0.007	-0.003	0.004
<i>III quarter</i>							$\Delta c_{COD, ex}$ molO ₂ L ⁻¹		
<i>Sept.07</i>	25,4	15	25.4	25	29,1	20.8	0.022	-0.001	0.001
<i>Sept.08</i>	24	7	24	22	21	30	0.01	0.004	0.007
<i>Okt.09</i>	26	7	26	22.8	88	82	0.014	-0.010	0.011
<i>Sept.10</i>	32,8	12	32.8	30.2	282	219	0.039	-0.008	0.009
<i>Sept.11</i>	30,6	18	30.6	26	316	90	0.036	-0.015	0.015
<i>IV quarter</i>									
<i>Nov. 06</i>	29.7	19	29.7	39.8	28	20.8	0.024	0.031	-0.033
<i>Dec. 07</i>	18.6	18	18.6	16.9	250	123	0.036	-0.006	0.006
<i>Nov. 08</i>	22	5	22	21	23	37	0.062	0.001	0.003
<i>Nov.10</i>	32.6	7	32.6	34.5	871	523	0.14	0.008	-0.006
<i>Dec, 11</i>	35.4	5	35.4	39.2	312	309	0.083	0.011	-0.012

The correlations between experimental and diagnostics data present the Figs. 1. to 7.

**Fig. 1.****Fig. 2.**

Figs. 1. and 2. The phase diagrams of equilibrium average temperatures in I and II quarter at water input ($T^*_{in} = (T_l + T_{air})_{in} / 2$) and at exit ($T^*_{ex} = (T_l + T_{air})_{ex}$) depending on oil and fats purification degree (Eq.1)

The fitted phase diagrams in **Figs. 1. and 2.**, with strong correlation coefficients (r) validate that equal equilibrium temperature of three phases stimulate solid phase removal in non-variant systems according to Gibbs' phase rule at increased purification degree (51, 77, 95, 96) % in I quarter and (51, 77, 83) % in II quarter.

**Fig. 3.****Fig. 4.**

Figs. 3. and 4. The phase diagrams, the effects of the purifying degree on average temperatures: (a) of water and air at water input ($T^*_{in} = (T_l + T_{air})_{in} / 2$), (b) and at exit ($T^*_{ex} = (T_l + T_{air})_{ex}$)

The phase diagrams obtained with strong correlation coefficients of in Fig 3., and 4., validate equal equilibrium temperature of three phases stimulate solid phase removal in non-variant systems according to Gibbs' phase rule, at reached purification degree 71 % in III quarter and of 50.8 % in IV quarter.

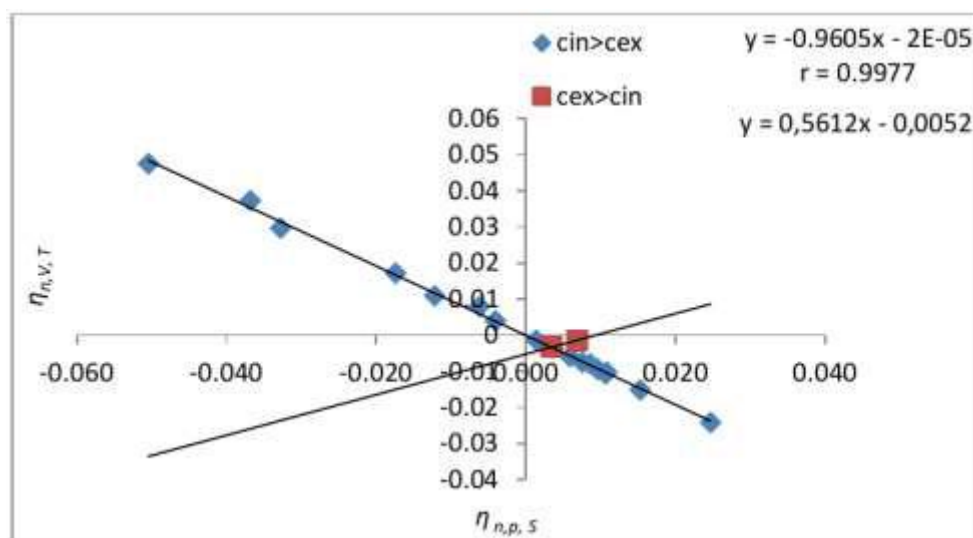


Fig. 5. Correlations between working gas adsorption enthalpy at oil and fats colloid particles in thermo-chemical energy transfer efficiency: (a) in isochoric-isothermal conditions ($\eta_{ni,v,T}$), (b) and in isobaric-isentropic adiabatic processes ($\eta_{ni,p,s}$)

The fitted linear functional dependences in **Fig. 5.**, obtained with strong correlation coefficient validate energy transfer efficiency, limited by temperatures of heater at input and cooler at exit, according to II law of thermodynamics:

$$\eta = 1 - (Q_{ex} / Q_{in}) \leq 1 - (T_{ex} / T_{in}) \quad (20)$$

- at constant entropy (S) of working gas in reversible processes according to ideal Carnot cycle in 20 of 22 examined procedures (oil and fats concentrations higher at water input than at water exit), where:

$$S = Q_{ex} / T_{ex} = Q_{in} / T_{in} = \text{const} \quad (21)$$

or at the twice decreased isothermal isochoric efficiency relating to isobaric/isentropic adiabatic relaxation processes for the two 2 procedures with oil and fats content less than maximal allowed, and less at input than at exit indicate to:

$$(Q_{in}/T_{in}) - (Q_{ex}/T_{ex}) > 0 \quad (22)$$

entropy increasing in irreversible processes in closed systems.

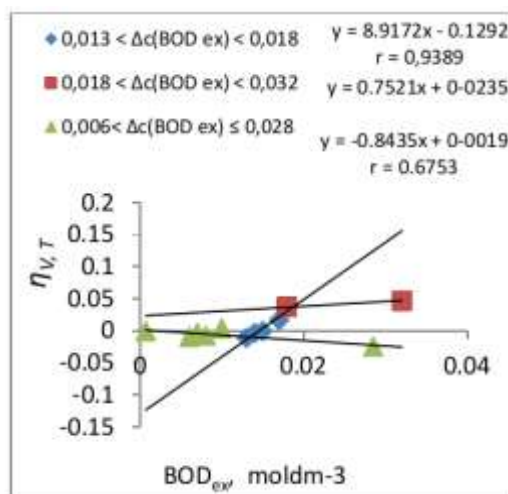


Fig. 6.

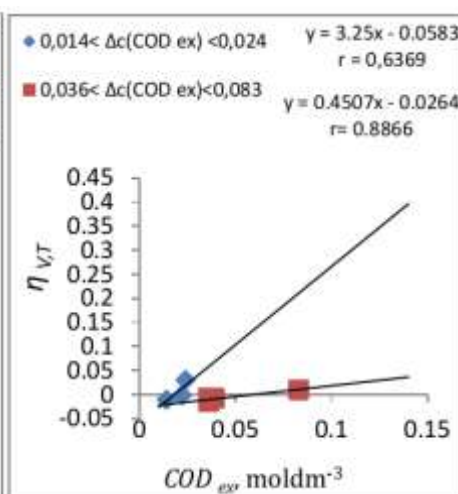


Fig. 7.

Figs. 6. and 7. The linear functional dependences of isochoric-isothermal energy transfer, on BOD in I and II quarter and COD in III and IV quarter, at water exit

The strong correlation coefficients of linear functional dependence fit the efficiency of thermo-chemical energy transfer and experimental data:

- of BOD in concentration range 0.006 do 0.032 moldm^{-3} at water exit in I and II quarters with effect to free energy changes in endothermic and exothermic coupling processes (Fig. 6.)
- and of COD at water exit in III and IV quarters catalytic effect to free energy of endothermic relaxation coupling processes, increasing in concentration range 0.014 do 0.024 moldm^{-3} and approximately equal to $\frac{1}{2}$ of working gas adsorption enthalpy in the concentration range 0.036 do 0.083 moldm^{-3} (Fig. 7.).

Conclusions

The conclusions remarks are as follows:

- The strong temperature influence on reversible direct and inverse velocity control peritectic three-phase reaction in invariant system which stimulate solid phase removal as a single new solid phase, according to Gibbs phase rule

- Energy transfer efficiency is limited by temperatures of heater at input and cooler at exit, according to II law of thermodynamics at constant entropy of working gas in reversible processes according to ideal Carnot cycle, in 20 of 22 examined procedures at oil and fats concentrations, higher at water input than at exit.
- the linear dependences of energy transfer efficiency on BOD endothermic and exothermic and COD endothermic reactions at water exit, define catalytic effects to the energy transfer efficiency per one mole of BOD in I and II quarter and per one mole of COD in III and IV quarters.

References

- [1] Službeni glasnik SRS br. 47/83, 13/84 Sl. Glasnik RS br. 67/2011 and 48/2012
- [2] Nikolin T. and Ševaljević M.M. (2014). The examination of the seasonal influence on the efficiency in oil and fats removal through primary treatment from the wastewater of edible oil industry, *Chem. Ind.* vol. 68 (5), p. 605-613.
- [3] Rajaković V. Skala N., D. (2006). Separation of oil-in-water emulsions by freeze/thaw method and microwave radiation, *Sep. Purif. Technol.* 49192–196.
- [4] Ševaljević M. V., Simić S. N., M.M, Stanojević M. Pavlović and M.M. Ševaljević (2015). Diagnostics of water vapor adsorption molar heat and accumulation at bubble surfaces during aeration treatments in saturation period, *Journal of Applied Engineering Science* vol. 13 (4), p. 225-234
- [5] Ashby M.F. and Jones D.R.H. (2013) Engineering material 2: An introduction to microstructures and processing, Fourth Edition
- [6] Ševaljević, P. V. Nikolin T. and Ševaljević M. M. (2018). The impact of the temperature to fats and oil discharging electric potentials and oiled water purifying efficiency, *Proceedings of PIM VII*, Zrenjanin, April 24. Ed.7., p 255

Petar Ševaljević, M.Sc.

"Petrol", Ljubljana, Slovenija

Dr Tatjana Nikolin

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin

Dr Mirjana Ševaljević ⁸⁶

Dijagnostika depolarizacionih potencijala koji kontrolišu procese uklanjanja masti i ulja iz zauljenih industrijskih otpadnih voda

Diagnostics of depolarization potentials which control purifying processes of oiled industrial wastewater

Rezime:

Eksperimentalni rezultati pokazuju da je povećanje stepena prečišćavanja ulja i masti tokom petogodišnjeg monitoringa ($> 50\%$), proporcionalno smanjenju negativne vrednosti molarne entropije hidratacije hidridnog anjona, udružene sa reversnom reakcijom uklanjanja ulja i masti. Aktivni centri adsorpcije ulja i masti koji povećavaju negativne vrednosti promene molarne entropije hidratiranih hidridnih anjona smanjuju stepen prečišćavanja hidrofilnih ulja i masti ($< 50\%$). Odstupanja od molarne entropije hidratacije hidridnog anjona nastala adsorpcijom u graničnim površinama ulja i masti stimulišu relaksacione procese i omogućavaju dijagnostiku: (a) standardnih depolarizacionih potencijala graničnih površina, (b) jednake temperature elektrona depolarizatora i specifično adsorbovanih gasnih molekula, (c) i elektromotornih sila galvanskih elemenata sa negativnim temperaturnim koeficijentima u I i IV, i pozitivnim u II i III kvartalu.

Gljučne reči: Monitoring, prečišćavanje, adsorpcija, fazni prelazi, temperature elektrona, galvanski elementi.

Abstract:

The experimental results indicate to the increased purification degree of oil and grease in five year monitoring time period ($> 50\%$), proportional to the decreased negative value of molar entropy change of hydrated hydride anion, coupling oil and fats reactions. Active adsorption centers which increase negative values of couple process decrease purification degree of hydrophilic components ($< 50\%$). The departures of molar entropy of hydrated hydride anion in oil and fats adsorption active centers stimulate relaxation processes and enable the diagnostics: (a) of standard potentials of depolarization interfaces, (b) equal electron temperature of depolarization metal particles and of specifically adsorbed gaseous molecules, (c) and of electromotive forces of galvanic elements with negative temperature coefficient in I and IV, (b) and positive in II and III quarter.

Key words: Monitoring, Purifying, Adsorption, Phase transitions, Electron temperature, Galvanic cells.

⁸⁶ sevaljevic.mirjana@gmail.com

Introduction

In the last few decades in addition to traditional methods of energy production alternative energy sources in bioelectronics, energy storage, electro-catalysis and sensors are examined. Electrochemical measurements indicate to the conducting mechanisms of polymer electrodes and the fundamental possibility of direct electricity production on coconut oil concentration in the potentials range of 0.58-1.24V at maximum current density to 21 mA/cm² at the limited temperature interval above critical temperature of CO₂ (304 K to 348 K) [1]. However, morphology changes of condensed de-localised particles of oil and fats at gas bubbles transported through purifying plant on the floated metal particles, the situation becomes more complex and the cyclic voltamograms are of limited diagnostics use [2].

Previously obtained results indicate to oil and fats purification degree proportional to the seasonal values of purification degree of COD, suspended matter and air temperature [3] to thermal electron collisions in the regimes with minimal purification degree (< 1%) [4], and to the effects of electrochemical relaxation processes to electron density steady states in saturated gas bubbles [5].

In this present paper on the basis of five years monitoring data is predicted that the departures of molar entropy of hydrated hydride anion cause oil and fats reversible adsorption, at the equal sum of electric and chemical polarizations of oil and fats adsorption active centers ($zFE + \mu$) at the both sides of gas/liquid interfaces, where:

$$\mu(l) = R \cdot (T_{in} + T_{ex}) \cdot \ln(\Delta c / c_{in}) \quad (1)$$

$$\text{and} \quad \mu_{(g/l)} = -(RT^*_{in(g/l)} \cdot \ln(\Delta c / c_{in}) + RT^*_{ex(g/l)} \ln(\Delta c / c_{ex})) \quad (2)$$

The combination with Eq. (3) enables the diagnostics of polarization:

$$zF\Delta E_p = zF(E_l - E_{g/l}) = (\mu_{g/l} - \mu_l) \quad (3)$$

Electric depolarization processes correspond to the unit value of energy transfer efficiency of working gas adsorption enthalpy to oil and fats free energy [6]:

$$\eta_{n,V,T} = \Delta_r G / \Delta_a H^\theta \quad (4)$$

The diagnostics of depolarization potentials is based on the slope of linear functional dependences between polarization work (Eq. 3) and energy transfer efficiency:

$$E_{dep}^{\theta} = (zF\Delta E_p / \Delta \eta_{n, V, T}) \Delta rG / \Delta aH^{\theta} = 1 \quad (5)$$

The depolarization processes can stimulate capacitive non-Faraday currents in double layer at a metal/electrolyte interface of hydrogen storage materials, electrode reactions and Faradaic charge transfer across the interface which couple molar entropy of hydrated hydride and entropy of oil and fats removal reactions [7]:

$$\Sigma \Delta_r S = S^{\theta}(H^-)_{aq} + R \cdot \ln ((C_{in} - C_{ex}) / C_{in}) \quad (6)$$

This influence to:

(a) oil and fats purification degree:

$$p = 100(C_{in} - C_{ex}) / C_{in}, \% \quad (7)$$

(b) equal electron temperature of depolarization metal particles and of specifically chemisorbed gaseous molecules:

$$T_{e, p} = T_{e, dep} \quad (8)$$

(c) activated galvanic elements.

Electron temperature in galvanic elements defines the slope of the strong fitted linear functional dependences

- of electron entropy heat exchanged per one positive hydrogen ion:

$$T_e \Delta_e S^{\theta} / [H^+] = \Delta_a H^{\theta} (1 - (\Delta_e G^{\theta} / \Delta_a H^{\theta})_{nj, V, T}) / [H^+] \quad (9)$$

- on oil and fats entropy change in in-elastic processes in nano-sized reaction volume ($\Sigma \Delta_r S / [H^-]$) per one hydride anion [8]:

$$\frac{[H^+]}{[H^-]} = M_{H^+} / 2m_e \quad (10)$$

Sparking in depolarization processes prevents *emf* of galvanic elements by multiple compensation mechanisms with chemical potentials differences of stored hydride and ambient gases [9]:

$$emf = -\Delta_a H / zF + T_e \cdot (d emf / dT) \quad (11)$$

The diagnostics of electromotive force is based on the fitted linear functional dependences, with strong correlation coefficients of:

$$y = \Delta emf / T_e = \Sigma \Delta_r S^{\theta} / zF \quad (12)$$

on reciprocal value of electron temperature:

$$x = T_e^{-1}, K^{-1} \quad (13)$$

- with the slope which defines the *emf*:

$$emf = \tan = T_e \cdot (\Sigma \Delta_r S^{\theta} / zF) \quad (14)$$

- and free term defines its temperature coefficient at maximal electron temperature reached in relaxation beginning point:

$$\Delta emf/dT_{e0(T_{e,max})} = y_0 \quad (15)$$

Experimental

The wastewater with flow of 25-50 m³/h, which have to be purified, are placed in equalization basin (five to six hours) from gathering basin with pumps, and then into the gravitational separator of fats (with retention time 57 min), coagulation basin (retention time 81 min), flocculation basin (retention time, 15 min), flotation basin (retention time 37 min), neutralization basin (retention time 2 x 11min) when purified waters are released in urban canalization collector.

Results and discussion

Table 1., presents the measured data of five years monitoring of oil and fats purification degree [3], adsorption enthalpy of working gas, energy transfer efficiency [6] and in this paper obtained diagnostics results of hydrated hydride coupling oil and fats molar entropy change, depolarization potentials, electron temperature, electromotive force and its temperature coefficients.

Table1. The diagnostics results of the oil and fats purification degree (p), adsorption enthalpy of working gas ($\Delta_a H^\theta$), energy transfer efficiency ($\eta_{n,V,T}$) and in this paper determined depolarization potentials (E_{dep}^θ), hydrated hydride coupling oil and fats entropy change ($\Sigma \Delta_r S^\theta$), electron temperature, (T_e), electromotoric force (emf) and its temperature gradients ($\Delta emf/\Delta T$)

I quarter	$p, \%$	$\Delta_a H^\theta$ kJmol^{-1}	$\eta_{n,V,T}$	E_{dep}^θ V	$\Sigma \Delta_r S^\theta$ $\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$	T_e K	$\Delta emf/\Delta T$ VK^{-1}	emf V
Febr.06	77	367.80	0.017	-0.89	-2.15	$T_m(N_2) 63.05$	5E-05	-0.0015
March07	40	-58.28	0.049	-2.92	-13.58	$T_b(O_2) 89.55$	-0.0003	0.0245
Mar.08	51	-178.0	-0.011	-2.76	-5.59	$T_{cr}(H_2) 33.23$	5E-05	-0.0015
Febr.09	96	3811.4	0.004	-2.92	-0.34	$T_{m,b(N_2O)} (183 \pm 1)$	0.05	-0.0015
March10	5,1	-	-	-	-24.80	-	-	-
March11	95	-586.0	-0.024	-0.89	-0.42	$T_{cr}(H_2) 33.23$	-0.0004	0.0144
II quarter								
Jun 06	5	25.98	0.037	-0.89	-6.68	$T_m(N_2) 63.05$	-0.0004	0.0144
May.07	70	-540.97	-0.009	-2.92	-2.97	-	-	-
Jun 08	4	2742.4	-0.003	-2.92	-26.91	$T_{m,b(N_2O)} (183 \pm 1)$	-0.0003	0.0245
Apri l09	39	-	-	-	-7.84	-	-	-
May 10	51	-251.58	-0.007	-2.92	-5.63	$T_{cr}(H_2) 33.23$	5E-05	-0.0015
May11	83	-2378.6	-0.003	-2.70	-1.56	$T_{cr}(H_2O) 647$	0.05	-0.0015
III quarter								
Sept.07	29	1078.5	-0.001	-2.92	-10.43	$T_b(O_2) 89.55$	-0.0004	0.0245
Sept.08	-43	568.99	0.004	-	-7.04	$T_b(O_2) 89.55$	-	-
Okt.09	7	585.25	-0.010	-2.92	-22.33	$T_{m,b(N_2O)} = (183 \pm 1)$	-0.0003	0.0245
Sept.10	22	294.73	-0.008	-2.92	-12.46	$T_b(O_2) 89.55$	-0.0003	0.0245
Sept.11	71	-357.5	-0.015	-2.92	-2.79	$T_{cr}(H_2O) 647$	5E-05	-0.0015
IV quarter								
Nov. 06	26	-59.58	0.031	-2.76	-11.29	$T_{cr}(H_2) 33.23 K$	-0.0004	0.0144
Dec. 07	51	-306.8	-0.006	-2.92	-5.63	$T_b(O_2) 89.55$	-0.0003	0.0245
Nov. 08	-61	1044.7	0.001	-2.92	-4.13	$T_{cr}(H_2O) 647$	-	-
Nov.10	40	42.26	0.008	-2.70	-7.63	$T_m(N_2) 63.05$	-0.0003	0.0245
Dec, 11	1	-975.24	0.011	-2.70	-2.15	$T_{cr}(H_2O) 647$	-0.0003	0.0245

The correlations present the Figs. 1. to 6.

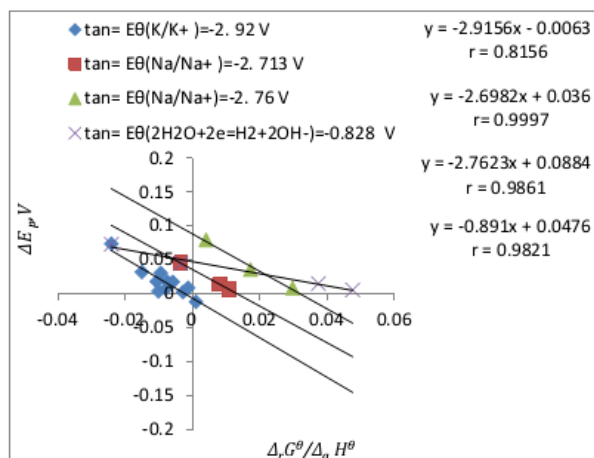


Fig. 1. The strong fitted linear functional dependences of oil and fats polarization potentials, on energy transfer efficiency acc. to Eq. (5) with the slope equal to the standard potentials of possible depolarization processes [10]:

$$E^0(K + H^+ = 1/2H_2 + K^+) = -2.92 \text{ V}$$

$$E^0(Ca + 2H^+ = H_2 + Ca^{2+}) = -2.87 \text{ V}$$

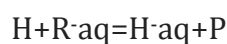
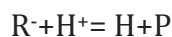
$$E^0(Na + H^+ = 1/2H_2 + Na^+) = -2.71 \text{ V}$$

$$E^0(HSnO_2^- + H_2O + 2e = Sn + 3OH^-) = -0.91 \text{ V}$$

$$E^0(Si + 2H_2O = SiO_2 + 4H^+ + 4e) = -0.86 \text{ V}$$

$$E^0(2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-) = -0.828 \text{ V}$$

Hydride storage material couple oil and fats discharging depolarisation processes (**Fig.1**):



.....



where:

$$k_1 C_{in} \cdot CH^+ = k_{-1} (C_{in} - C_{ex}) \cdot CH^- \text{aq} \quad (17)$$

This validates hydrated hydride molar entropy change in oil and fats couple removal processes according to Eq. (6).

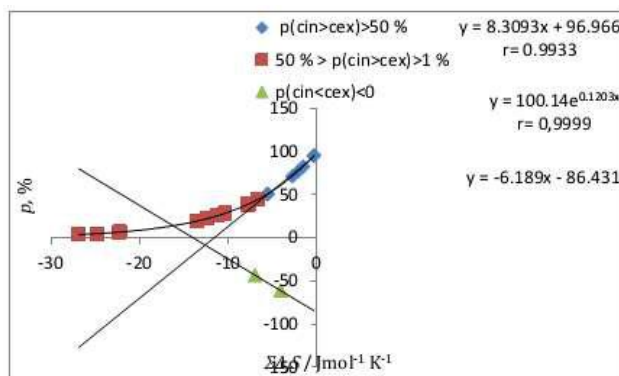


Fig. 2. Correlations of oil and fats purification degree (p , %) and hydrated hydride entropy change $\Sigma\Delta_r S$, $\text{Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$ coupling oil and fats removal processes (Eq.6)

The experimental and diagnostics data in Fig. 2., indicate to purification degree increasing ($> 50\%$) at molar hydrates hydride entropy change to less negative values than $-5.9 \text{ Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$ and the purification degree decreasing ($< 50\%$) at more negative values.

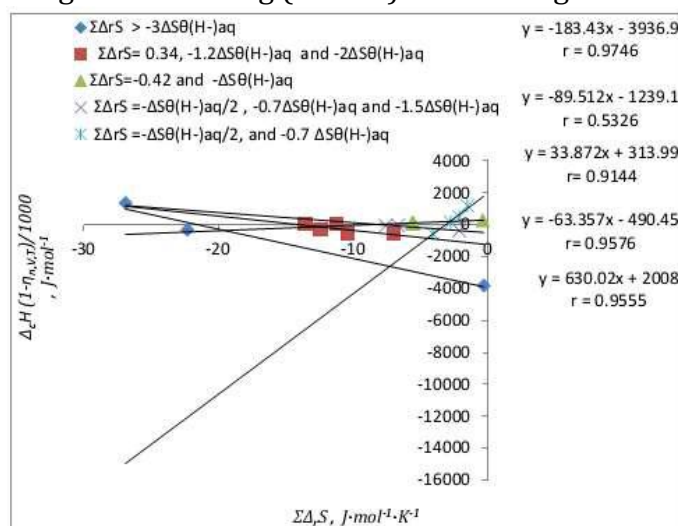


Fig. 3. The linear functional dependences of oil and fats entropy heat in nano-sized reaction volume defined according to Eqs. (9) and (10), on the hydrated hydride molar entropy change ($\Sigma\Delta_r S/[H]$)

Obtained results in Fig. 3 indicate to the effect of electron temperature to oil and fats entropy changes per hydrated hydride unit entropy change:

- (a) at positive slope, negative charged oil and fats exothermic discharging processes control hydrogen (33.23K) and water (647 K) critical temperatures where $p \geq 50\%$

(b) and the negative slope in oil and fats endothermic re-charging at melting, boiling and melting/boiling point of chemisorbed gases N_2 , O_2 and N_2O respectively, where $p < 50 \%$,

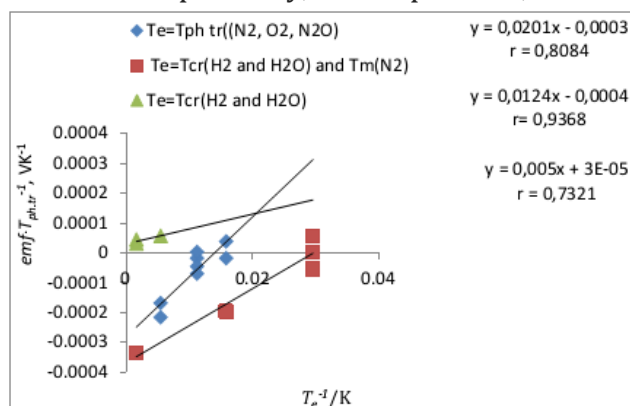


Fig. 4. The linear functional dependences of electromotoric force of galvanic cells controlling hydrated hydride molar entropy change (Eq. 12), on electron temperature reciprocal value used in the diagnostics of emf and of its temperature coefficient in relaxation beginning point

Electromotive forces equal to the slope of the strong fitted dependences in Fig 4. define the energy barrier which indicate how conducting polymer operate at a metal /electrolyte interface:(a) storing charge in capacitive processes at emf equal to the vibration energy of dipole, where $emf=RT_0/F=0,0201$ V, (b) with quasi-reversible electrode reactions stimulated by translational or rotational energy where $emf=RT/2F=0,0124$ V, (c) and by Faradaic charge transfer across the interface with minimal activation energy, $emf=0,005$ V.

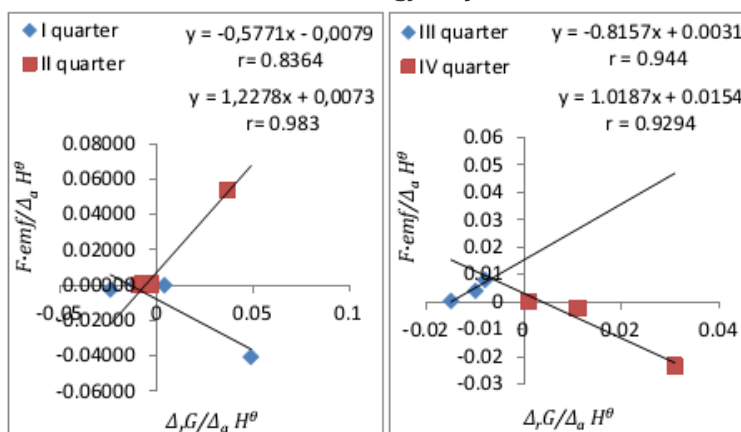


Fig. 5.

Fig. 6.

Figs. 5. and 6. The linear functional dependences of seasonal energy efficiency of electro-chemical relaxation processes on energy efficiency of thermo-chemical relaxation processes determined previously [6]

The temperature coefficients of electromotoric force at liquid side of gas/liquid interfaces in **Figs. 5. and 6.** are negative in exothermic electron transition in I quarter (-0.5771 VK^{-1}) and in IV (-0.8157 VK^{-1}), but positive in endothermic processes in II (1.2278 VK^{-1}) and in III quarter (1.0187 VK^{-1}) and indicate to the compensation of energy transfer efficiency in electrochemical and thermo-chemical relaxation processes.

Conclusions

The conclusion remarks are as follows:

- oil and fats removal degree control depolarization of hydrogen storage materials by molar entropy change of hydrated hydride coupling oil and fats discharging and re-charging processes
- equal electron temperature of metal particles and of specifically chemisorbed gases stimulate compensating electrochemical and thermochemical energy transfer efficiency by electromotive forces of galvanic elements, with the negative temperature coefficient in I and IV and positive in II and III quarter.

References

- [1] Włodarczyk P. P., Włodarczyk B. and Kalinichenko A., (2018) Direct electricity production from coconut Oil . *E3S Web of Conferences* 45, 00103. p.1
- [2] Berggeren M., Malliars G.G.(2019), How conducting polymer electrodes operate, *Science*, vol. 364 (6437) p. 233-234
- [3] Nikolin T., and Ševaljević M. M. (2014). The examination of the seasonal influence on the efficiency in oil and fats removal through primary treatment from the wastewater of edible oil industry, *Hem. Ind. vol. 68* (5), p. 605-613.
- [4] Ševaljević, P. V. Nikolin T. and Ševaljević M. M. (2018). The impact of the temperature to fats and oil discharging electric potentials and oiled water purifying efficiency, *Proceedings of PIM VII Zrenjanin*, April 24. Ed.7., p 255
- [5] Ševaljević M. M., Simić S. N., Ševaljević P.V. (2012) Thermodynamic study of electron densities in gas bubbles in aerated saturated refinery wastewater, *Desalination and water treatment*, vol. 52(1-3), p. 144-154
- [6] Ševaljević M. M., Nikolin T., Ševaljević M. V., (2019) Data driven approach to the thermodynamic mechanisms of edible oil and fats removal from

- industrial oiled wastewater, *Proceedings of PIM VIII* Zrenjanin, April 20. Ed.8.
- [7] Ševaljević M. M., Stanojević M.M., Simić S.N., Ševaljević M. V. (2014). Water entropy driven electrochemical relaxation dissolved oxygen in aerated refinery wastewater, *Desalination and water treatment* 16-18 (52), p. 3035-3046
- [8] Pavlović M. D., Ionel J., Ševaljević M. M. Lontis N.S. Đurić A. (2014). Method for the determination of electric permittivity of air pollutants effective in heat transport, *Environmental engineering and Management Journal* 13(9), p. 2283-2294
- [9] Dr. Milenko Šušić, (1969) *Elektrohemijska nauka*, Naučna knjiga Beograd, p.179.
- [10] HTP The Chemical and Technological Hand-book, Number 1, Chemical and Physical Data, ed, "Work", Belgrade, 1987 p. 683

Vukoman Maksimović ⁸⁷

Časopis ekologa Vojvodine »Panonska zora«, Zrenjanin

Ljudska zagađenja i posledice

The Social Polution and it's Conequences

Rezime:

Društveno zagađenje je danas najgore zlo u društvu. Daleko je teže spasiti čoveka od zagađenja nego vodu, vazduh i zemlju. Zagađen čovek zagađuje zagađeno okruženje i obrnuto. Ova uzajmna zavisnost vodi ka višem nivou zagađenja i degradacije prirode i čoveka. Efekti ovih zagađenja su brojni lični i kolektivni poroci. Kolektivni poroci su društveno zlo i oni su povezani s ljudskim zagađenjem. Sa duge liste društvenih zala, imenovao bih pet sa najstrašnijim posledicama danas: lenjost; nepismenost; alkoholizam i pušenje; narkomanija; ubistva i samoubistva. Ne smemo da previdimo lična zla u društvu kao što su: laži, napadi, svađe, tuče, maltretiranje, kockanje, prostitucija, krađe, korupcija, podmićivanje, finansijske špekulacije, prevare, raskrinkavanja, favorizovanje itd.

Ključne reči: društveno zagađenje, kolektivni poroci.

Abstract:

The Social polution is the worst evil in the society nowadays. It is even more difficult to save man from the polution than water, air and soil. The poluted man polutes the poluted environment and vise versa. This mutual dependance leads to a higher level of polution and degradation of nature and man. The effects of these polutions are numerous personal and collective vices. The collective vices are the social evil, and they are caused by the human polution. From the long list of social evils I' d name five with the most horrible cosequences today: Laziness, Illiteracy lack of education), Alcoholism and smoking, Drug – addiction, Homicides and suicides. We mustn't overlook personal evils in the society such as: lies, assaults, slender, fights, harassment, gambling, prostitution, thefts, corruption, bribery, financial speculations, deceits, framing, favoritism, etc.

Keywords: social polution, collective vices.

Uvod

Zagađenje čoveka je najveće zlo društva 21. veka. Ljude je mnogo teže osloboditi zagađenja, nego vodu, vazduh ili tle. Zagađeni čovek zagađuje prostor, a ovaj njega. Ta međusobna uzročnost vodi ka potpunom zagađenju i opštoj degradaciji prirode i čoveka. To nije pesimistička prognoza sumorne perspektive, ni jadikovanje nad sutrašnjicom čoveka, već i realnost i istina proteklog sedamdesetogodišnjeg ponašanja ljudi, upozorenje u evidentnom formiranju današnjeg čoveka i društva. Briga o životnoj sredini svakako nije pomodarska. Akcija za njeno očuvanje ne sme biti stihijna, ni

⁸⁷ panonskazora@yahoo.com

kampanjska, već društveno organizovana i zakonska, konkretna, stalna i masovna. Oni koji je vode verbalno, meditacijski, apstraktno, deklarativno, sa apelujućim optimizmom, tako čine zbog sopstvene zagađenosti! Suočeni smo sa raskorakom između nekadašnjih ideala, mladalačkih htenja i veteranske istine, današnje stvarnosti, mnogostrukih protivrečnosti, nevolja, sukoba i pojedinih, preko kolektivnih do međunacionalnih trenja. Poginuli ne mogu biti svedoci svojeg žrtvovanja za nacionalnu slobodu, revolucionarni preobražaj, bolji i srećniji život. Kao posledica društvenih zagađenja su društvena zla, a među njima su najviše izraženi:

- 1) nerad,
- 2) nepismenost (misaona zakržljalogost),
- 3) alkoholizam i pušenje,
- 4) narkomanija,
- 5) ubistva i samoubistva.

Ovo je važno devedesetih godina prošlog veka, a ovih godina, stanje je sledeće:

- 1) nerad,
- 2) nepismenost i misaona zakržljalogost,
- 3) ubistva i samoubistva,
- 4) alkoholizam i pušenje,
- 5) narkomanija.

U društvena zla spadaju i pojave krize morala: krađa, privredni kriminal, afere, korupcija, mito, špekulacija, krijumčarenje, obmana, podmetanje, nezakonitost, izigravanje konkursa itd. U ova zla spadaju i tzv. Individualna društvena zla: laž, uvreda, kleveta, tuča, siledžijstvo, kocka, prostitucija, ubistva i samoubistva. Kriza morala zahvatala je sve društvene slojeve i uzraste. Mnogo je primera nevaspitanja, bahatosti, neurednosti, neodgovornosti, koji su zahvatili intelektualne krugove, čak i nauku. Devalviraju struke, degradiraju se zvanja, nipodaštava znanje i iskustvo, autoritet, blati se dostojanstvo. Brojni primeri iz minulih decenija, registrovani u životu i javnosti, pojedinačni, masovni, učestali tolerišu se i svedoče o ozbiljnoj društvenoj i političkoj krizi manifestovanoj u neradu, niskoj produktivnosti, slaboj organizaciji, inostranom dugovanju, privrednim promašajima, opalom standardu, socijalnim nepravdama. U politici je mnogo govora i obećanja, a malo akcija i rezultata. Posebno su opasni nacionalizmi, nacionalni sukobi, teški neprijateljski nastupi, građanski rat, paravojne formacije, atakovanje na vojsku, opštenarodnu odbranu i sl.

1. Društvena zla

Sva prethodno pomenuta društvena zla zaslužuju da se o njima pojedinačno govori. Korov u bašti mora se organizovano sasecati u korenu, da ne buja. Neizlečive bolesti sahranjuju organizme, a nema društva bez lekova u terapiji utvrđenih dijagnoza. Nijedno zlo nije za potcenjivanje, ali pojedini poroci se opasnošću nameću, pa ih iz mnoštva treba izdvojiti:

Nerad

Odavno je poznato da je rad stvorio čoveka. Neradnik se vraća pretku. Neposredno posle Drugog svetskog rata, sva naša zemlja je bila iskićena porukama: „Rad, rad, samo rad“. Narodna poslovice kaže: „U radu je spas“. Na radne akcije išli su: omladinci, ratnici, izvodili su ih frontovci. No, ljudi su se oduvek delili na radnike i neradnike ili proizvođače i pričalice. Nakon oslobođenja dve do tri decenije mnogi Jugosloveni, tek izašli iz poratne bede, brzo su zastali sa uverenjem da su izgradili socijalizam ili se možda umorili, pa se privleli neradu. Tako je bar bilo u domovini. Ali u inostranstvu naši ljudi su veoma cenjeni kao radni i marljivi. O neradu govore radnici, a neradnici uglas pozivaju na rad. Niska je produktivnost u rudnicima, u fabrikama, na njivama, pa je malo proizvoda, skupo je, slaba je zarada, mala je kupovna moć, nizak je standard, a sve to vodi ka visokoj inflaciji. Najveći rudnik srebra u Srbiji, Trepča, nama je otet. Naš čovek je u biti vitalan i radan, treba ga samo organizovati i stimulisati. Strani poslodavac ne trpi neradnike; kod nas je dugo godina nerad tolerisan, počev od nekvalifikovanog do visokokvalifikovanog i fakultetski obrazovanog čoveka. Ističe se da fabrički radnik ne ostvaruje ni pedeset odsto od realne proizvodnje, da rudar u jami provodi sedam časova, a efektivno radi tri sata. Prinosi žitarica i svih drugih biljnih i životinjskih proizvoda manji su nego u razvijenim zemljama. Osnovac nedovoljno uči, a student uči, umesto da studira. Mnogi su uvereni da rade, dok sastañe. Glomazan birokratski aparat, složena administracija, komplikovano upravljanje, samoupravljanje.

Vrednovanje i nagrađivanje na radu

Blizu pet meseci u toku godine, zaposleni su do 1990. godine provodili van radnog procesa. Samo zbog bolovanja, 1985. godine izgubljeno je, na primer, oko 97 miliona radnih časova. U radno vreme održavaju se sastanci, doručak, privatni razgovori, pušenje, a sve to uslovljava nisku produktivnost. Svakog radnog dana ima neki sastanak, na sastancima se sedi u zadimljenoj prostoriji, slušaju se dugački referati, prazne diskusije. Na sastancima se provede u toku jedne godine oko 20 radnih dana. Besmislenim zborovanjem i sastañenjem ljudi su sebi

uskraćivali da se bave ozbiljnim poslom i da se uspešno odmaraju. Slaba organizacija i produktivnost rada međusobno se uslovljavaju i dopunjavaju. Nerađ je oduvek porok i zlo u svakom društvu.

Nepismenost

Problem „slepih kod očiju“ je tradicionalan i velik. Društvo sa visokim procentom nepismenih i niskim prosekom školske spreme ne može biti uzorno, visoko produktivno, dobro organizovano, bez poročnosti. Procent nepismenih od 1931. pa do 1981.godine kretao se od 45% pa do 9,5% u Jugoslaviji. Jugoslavija je na začelju evropskih zemalja što se tiče pismenosti, mada je i danas aktuelno i besmisleno tvrđenje da „Srbija nema više nepismenih“. Veliki je broj nepismenih i polupismenih u jugoslovenskoj metropoli - Beogradu. U Beogradu je 1990.godine evidentirano više od trista hiljada ljudi (26%), starijih od 15 godina, bez osnovnog obrazovanja. Njih oko pedeset hiljada rođeni su posle 1940.godine. Oko 20% odraslih zaposlenih Jugoslovena nema završenu osnovnu školu (evidentirano 1990.godine). Veliki procent nepismenih ima i danas na Kosovu i Metohiji.

Koji su uzroci?

Uzroci su: prirodni, politički, socijalni, istorijski, ekonomski... Bez dobre pismenosti nema valjane produktivnosti. Nasuprot nepismenim, polupismenim i onom najnepovoljnijem – niskom prosečnom obrazovanju Srbije, imamo visok, istina nikada dovoljan, procent više i visoko obrazovanih. Srbija ima više univerziteta, čak po jedan univerzitet na dva miliona ljudi. Posebna je tema, kakvi i koliki su im dometi, kakve i kolike su razlike među njima, kakve kadrove daju. Mali broj studenata stvarno studira; studije su do sada trajale 6 – 7 godina u proseku, te je mnogo nezaposlenih fakultetski obrazovanih ljudi. Mnogi odlaze u „beli svet“. Srbija ima veliki broj magistara i doktora nauka.

2. Alkoholizam i pušenje

Alkoholizam

Oduvek i svugde pijanstvo je društveno zlo. Hrišćanstvo dopušta korišćenje alkohola, pa među hrišćanima ima dosta pijanaca. Pijanstvo hroničnog alkoholičara je opšta tragedija – njegova, porodična i društvena. Alkohol kao uzročnik smrtnosti odmah je iza koronarnih i malignih oboljenja, a ispred tuberkuloze. Pijanstvo je najpre porok, pa bolest psihe, pa organa tela, teških oboljenja jetre, srca, mozga, bubrega... Piće nigde u svetu nije toliko dostupno čoveku kao u Srbiji. Pije se svugde i u svako vreme – u kafani, u kancelariji, na ulici, u školi... Žestoko piće mogu kupiti maloletnici kao i odrasli. Pijanaca ima u svim profesijama, pa

i među lekarima, profesorima, oficirima. Piju i žene, deca i đaci. Dok se u mnogim zemljama u kafanama piće toči samo posle radnog vremena i starijima od 20 godina, u našoj zemlji i ono malo zabrana alkohola niko ne poštuje. Otuda je sve više alkoholičara, izgubljenih, misaono i radno onespособljenih, goropadnih i kavgadžija, ubica za volanom... Devedesetih godina u Beogradu je registrovano oko 60.000 alkoholičara. Među njima su zaposleni, porodični ljudi, te su pijanstvom ugroženi rad, imovina, članovi porodice. Trećina prekršaja u saobraćaju čini se pod dejstvom alkohola. Tu su mladi vodeći.

Pušenje

Masovno domaće zlo je pušenje, nikotinsko drogiranje, koje ubija pušače i nedužne nepušače. Puše mladi i stari, deca i žene (majke i trudnice), bolesnici i nejak... Zavisni od duvana pune pluća nikotinom, umesto čistim vazduhom. Pušači ostaju nerazumni i pred ovim činjenicama:

- U dimu cigareta nema nijedne korisne materije. U njenom dimu sadrži se 750 raznih hemijskih materija u čvrstom, tečnom i gasovitom stanju. Među njima je 115 otrova, od toga 8 izaziva rak.
- Pušenje je glavni uzrok raka pluća, grla i drugih organa. Nikotin je izuzetno štetan za jetru, mozak i krv, posebno za žene i decu. Duvanski dim bukvalno ubija dete u trudnici.
- Popušena pakla cigareta nataloži u plućima jedan gram katrana, popušena cigareta ostavlja u plućima zauvek oko 19 miliona čestica, jer u gasovitom delu duvanskog dima ima ugljen-monoksida, azotnih oksida, cijanovodonične kiseline, amonijaka, nitrita, ketona i aldehida. Čestice dima su nikotin, katran i voda.

U svetu je danas utvrđeno da su od 100 ljudi obolelih od raka, 98 pušači. Uprkos ovim činjenicama, broj pušača se u Srbiji povećava, dok se u SAD masovno ostavlja pušenje. Godine 1990. Jugoslavija je bila treća među 150 zemalja proverenih po ispušenim cigaretama i ispijenom alkoholu. Umesto zabrane, opomena, poruka, mi nailazimo na celoj novinskoj strani na reklame fabrike duvana ili nekih njenih nagrađenih cigareta. Retke su fabrike i ustanove iz kojih je duvan isteran, iako „ cigaret – pauze“ umanjuju produktivnost, opušci izazivaju požare, a nikotin puni lekarske ordinacije i prevremeno vodi u grob.

3. Ostale posledice socijalnih zagađenja

Među brojne poroke, masovne i nešto lakše, spadaju: sastančenja, prosjačenja, kocka, krađa, siledžijstvo, a teži poroci su ubistva i samoubistva. Kod nas u toku godine ima veliki broj ubistava,

samoubistava, stradanja na drumu, stradanja na težem radnom mestu i sl. Broj onih koji se ubijaju i koji sebi oduzimaju život je u velikom porastu. O porocima se, razumljivo, ne može lepo. Često se o ovim težim porocima i čuti i ne iznose se na videlo. Dokaza je dosta da su društvena zagađenja i njihove posledice velike. Zato je potrebna veća briga zajednice o svim vidovima sopstvenih nevolja, posebno onih najtežih i pogubnih. Suprotstavljanje postojećem, stihiji i inertnosti, i odlučna i konkretna akcija protiv svih vidova socijalnih zagađenja je imperativ naše zajednice radi sopstvenog dobra. Ako se poroci, zla, ne mogu iskoreniti, energično ih treba svesti do granica tolerancije. U novije vreme oni se umnožavaju i bujaju, a društvena zagađenja su štetnija, opasnija od zagađenja prirodne sredine. Čovek je opet uzročnik svih vidova zagađenja. Ljudi su zagadili vodu, vazduh i tle. Zato, treba prvo ljude očistiti, prosvetiti, urazumiti, uljuditi – da bi darovi bitisanja bili izvorno čisti! U sadašnjem vremenu, sve je više svakojakih zagađivača.

Zaključak

Ako se poroci i zla ne mogu iskoreniti, energično ih treba svesti do granica tolerancije. U novije vreme oni se umnožavaju i bujaju, a društveno zagađenje je štetnije, opasnije od zagađenja prirodne sredine. Čovek je opet uzročnik svih vidova zagađenja. Ljudi su zagadili vodu, vazduh i tlo. Zato treba prvo ljude očistiti, prosvetiti, urazumiti, uljuditi... da bi darovi bitisanja bili izvorno čisti. Kada je, međutim, sve više svakojakih zagađivanja, a mi sve manje okrenuti toj problematici, taj se problem zagađenja usložnjava i širi. Poruka: Čoveče, seti se da si čovek!

Literatura

- [1] Andevski, M. (1995). *O suprotnosti između ekološke svesti i ekološkog ponašanja*, Eko-informacija, Novi Sad.
- [2] Paripović, R. (1979). *Pedagoško-psihološki aspekti osposobljavanja za zaštitu i unapređenje životne sredine*, Eko-informacija.
- [3] Maksimović, V. (2008). *Ekologija-nauka sadašnjosti i budućnosti*. Branko Radičević, Žitište.
- [4] EKOB – časopis za ekologiju januar-februar, b. 1-2, Beograd, 1995.
- [5] Miljković, M., Lakovski, R., Stojanović, Z. (1999). *Ekologija svesti i podsvesti ljudi*. Novi Sad.
- [6] Zbornik radova Srpskog geografskog društva, Beograd, 1990.

Generalni pokrovitelj VIII naučno-stručnog skupa
»PREDUZETNIŠTVO, INŽENJERSTVO, MENADŽMENT«

AUTONOMNA POKRAJINA VOJVODINA
Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje
i naučnoistraživačku delatnost
Novi Sad



Prijatelji
VIII naučno-stručnog skupa
»PREDUZETNIŠTVO, INŽENJERSTVO, MENADŽMENT«

GRAD ZRENJANIN



ZRENJANINSKI POSLOVNI KRUG
ZREPOK



1. (bmsns)

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

62(082)

005(082)

**НАУЧНОСТРУЧНИ скуп Предузетништво, инжењерство
и менаџмент (8 ; 2019 ; Зрењанин)**

Zbornik radova / VIII naučno-stručni skup Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment [sa temom] "Cirkularna ekonomija - prilika za održivi razvoj", Zrenjanin, 20.4.2019. ; [glavni i odgovorni urednik Mile Lovre ; urednici Miodrag Kovačević, Marija Matotek Anđelić]. - Zrenjanin : Visoka tehnička škola strukovnih studija, 2019 (Zrenjanin : Visoka tehnička škola strukovnih studija). - 378 str. : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku; rezimei na engl. jeziku uz svaki rad.
- Tiraž 75. - Str. 6-9: Predgovor / Mile D. Lovre. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-84289-87-4

a) Предузетништво -- Зборници b) Инжењерство --
Зборници v) Менаџмент -- Зборници

COBISS.SR-ID 329271559