

ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

НАУЧНО
СТРУЧНИ
ЧАСОПИС

ГОДИНА XXVI*** БРОЈ 32
децембар 2019

SCIENTIFIC
PROFESIONAL
JOURNAL

YEAR XXVI *** ISSUE 32
december 2019

МАШИНСТВО
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И
РАЧУНАРСТВО
ЕНЕРГЕТИКА
ТЕХНОЛОГИЈЕ
МЕНАџМЕНТ И ЕКОНОМИЈА
ВЕЛИКАНИ НАУКЕ
ИНЖЕЊЕРСКЕ ЛЕГЕНДЕ





ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXIV, Број 32, децембар 2019. год.
Year XXIV, Issue 32, December 2019. year

Оснивач: Друштво инжењера и техничара Зрењанин

Издавач: Друштво инжењера Зрењанин

Главни уредник: Проф. др Милорад Ранчић, Друштво инжењера Зрењанин

Технички уредник: Проф. др Жељко Еремић, ВТШСС Зрењанин

Одговорни уредници:

Машинство: Проф. др Љиљана Радовановић, ТФ“Михајло Пупин“ Зрењанин

Енергетика: Проф. др Јасмина Пекез, ТФ“Михајло Пупин“ Зрењанин

Електротехника и рачунарство: Проф. др Лазо Манојловић, ВТШСС Зрењанин

Технологије: Проф. др Данијела Јашин, ВТШСС Зрењанин

Менаџмент и економија: Проф. др Дејан Молнар, Економски факултет, Београд

Издавачки савет:

Председник Издавачког савета: Милан Зечар, дипл.инж. Нафтагас-Нафтни сервиси доо, Нови Сад.

Чланови Издавачког савета:

Горан Маринковић, дипл. инж. Културни центар Зрењанин

Никола Адамовић, дипл. инж. Друштво инжењера Зрењанин

Проф. др Драгица Радосав, ТФ“Михајло Пупин“, Зрењанин

Проф. др Обрад Спаић, Факултет за производњу и менаџмент, Требиње

Проф. др Миодраг Ковачевић, ВТШСС Зрењанин

Др Здравко Ждрале, Завод за јавно здравље Зрењанин

Душко Радишић, мсц, Град Зењанин

Славиша Влачић, дипл. инж, Телеком Србија, Зрењанин

Милан Димитријевић, дипл.инж. ДЕК Институт, Зрењанин

Адреса издавача: Друштво инжењера Зрењанин

Македонска 11, 23000 Зрењанин

E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs

www.diz.org.rs

Штампа: Градска Народна Библиотека „Жарко Зрењанин“, Зрењанин

Тираж: 300

Часопис је први пут уписан у Регистар средстава јавног информисања

Министарства за информисање Републике Србије 24.11.1994.године

под редним бројем 1807.

ISSN 0354-7140

ИЗДАВАЧ



ДРУШТВО ИНЖЕЊЕРА ЗРЕЊАНИН

ФИНАНСИЈСКА ПОДРШКА



ГРАД ЗРЕЊАНИН

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

62

ДИТ : Друштво, Истраживање, Технологије :
научно-стручни часопис / главни уредник Милорад
Ранчић. - Год. 1, бр. 1 (1995)-год. 9, бр. 19/20
(2003) ; Год. 20, бр. 21/22 (2014)- . - Зрењанин :
Друштво инжењера Зрењанин, 1995-2003; 2014-
. - 30 cm

Полугодишње.
ISSN 0354-7140 = ДИТ
COBISS.SR-ID 105108999

РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА

Поштовани читаоци,

И у овом, тридесет другом, броју Научно стручни часопис ДИТ (Друштво, Истражевање, Технологије) објављује радове истакнутих стручњака из пет научних области: Машинство, Електротехника и рачунарство, Енергетика, Технологије и Менаџмент и економија.

Наши уредници су извршили селекцију аутора и прилога који обрађују већи број савремених и актуелних тема као што су: управљање савремених хидрауличких система, електропнеуматско управљање, обновљиви извори енергије и одрживи развој, интернет ствари у реалном времену, мерење електромагнетног зрачења у градским условима, примена нузпроизвода из прехранбене индустрије у исхрани животиња, анализа тржишта рада, примена теорије система у социологији.

Од великана наше науке овог пута је изабран Александар Ћ Костић, један од првих професора Медицинског факултета у Београду, оснивач Института за хематологију и ембриологију, Ветеринарског и Фармацеутског факултета.

Главни уредник
Милорад Ранчић



Савез инжењера и техничара Србије
доделио је 3. фебруара 1997. године
Научно-стручно-информативном
часопису "ДИТ"

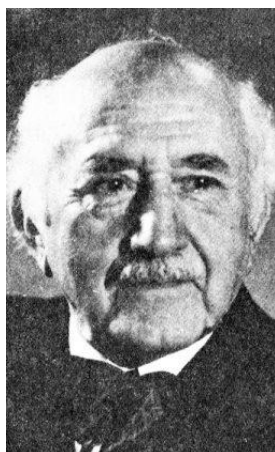
Повељу за најбољу



публикацију у Србији у 1996. години.

САДРЖАЈ

РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА	3
МАШИНСТВО	
Borivoj Novaković, Ljiljana Radovanović, Slaviša Vlačić: LS, DR I LR REGULACIJA NA KLIPNO-REDNIM HIDRAULIČNIM PUMPAMA PROMENLJIVOG PROTOKA LS, DR AND LR REGULATION ON THE HYDRAULIC PISTON PUMP WITH VARIABLE FLOW	9
Leonardo Brenda, Predrag Mošorinski: PRINCIPI ELEKTROPNEUMATSKOG UPRAVLJANJA U MODERNIM PROIZVODNIM POGONIMA PRINCIPLES OF ELECTROPNEUMATIC CONTROL IN MODERN PRODUCTION DRIVES	15
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО	
Никола Адамовић, Милорад Ранчић, Милан М. Зечар: МАРА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ЗРАЧЕЊА ЗА ГРАД ЗРЕНЈАНИН MAP OF ELEKTROMAGNETIC RADIATION FOR CITY ZRENJANIN.....	27
Željko Eremić, Dragan Halas: IOT U REALNOM VREMENU KORIŠĆENJEM NODEMCU, FIREBASE I REACT REAL-TIME IOT USING NODEMCU, FIREBASE AND REACT	35
ТЕХНОЛОГИЈА	
Gordana Ludajić, Vesna Nadalin, Jelena Kiurski-Milošević, Aleksandra Šučurović: MOGUĆNOSTI PRIMENE NUSPROIZVODA IZ PREHRAMBENE INDUSTRIJE U ISHRANI ŽIVOTINJA POSSIBILITIES OF APPLICATION OF BY- PRODUCTS IN ANIMAL FEED	43
ЕНЕРГЕТИКА	
Branislav Leleš, Veselim Mulić: OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE KAO FAKTOR ODRŽIVOG RAZVOJA RENEWABLE ENERGY SOURCES AS A SUSTAINABLE DEVELOPMENT FACTOR	51
МЕНАџМЕНТ	
Дејан Молнар: АНАЛИЗА ПОТРЕБА И МОГУЋНОСТИ ЗА УСКЛАЂИВАЊЕМ ПОНУДЕ И ТРАЖЊЕ НА ТРЖИШТУ РАДА У ГРАДУ ЗРЕЊАНИНУ ANALYSIS OF THE NEEDS AND POSSIBILITIES FOR MATCHING OF SUPPLY AND DEMAND ON THE LABOR MARKET IN CITY OF ZRENJANIN	59
Маргит Ђурин: НЕПРЕЦИЗНА ПРИМЕНА ПОЈМОВА ТЕОРИЈЕ СИСТЕМА КОД ФУНКЦИОНАЛИСТА У СОЦИОЛОГИЈИ (ОДЛОМАК) IMPRECISE USE OF THE CONCEPTS OF SYSTEMS THEORY IN SOCIOLOGY AT FUNCTIONALISTS (FRAGMENT)	71
АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ	83



АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ
(1893 – 1983)

Лекар, професор
Медицинског
факултета. Оснивач
Ветеринарског и
Фармацеутског
факултета и
Института за
хистологију и
ембриологију.

Свестрани
интелектуалац који
се поред медицином
бавио и музиком,
археологијом,
фотографијом.
Учесник Првог
светског рата, борац
и велики патриота.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIV, Број 32, децембар 2019. год.
Year XXIV, Issue 32, December 2019. year

МАШИНСТВО

Одговорни уредник
Проф. др Љиљана Радовановић
Технички факултет “Михајло Пупин“
Зрењанин

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

LS, DR I LR REGULACIJA NA KLIPNO-REDNIM HIDRAULIČNIM PUMPAMA PROMENLJIVOG PROTOKA

LS, DR AND LR REGULATION ON THE HYDRAULIC PISTON PUMP WITH VARIABLE FLOW

BORIVOJ NOVAKOVIĆ¹
LJILJANA RADOVANOVIĆ¹
SLAVIŠA VLAČIĆ²

¹University of Novi Sad, Technical faculty „Mihajlo Pupin”, Zrenjanin

²Telekom Srbije, Služba za mrežne operacije, Zrenjanin

REZIME

Hidraulični sistemi su kompleksni sistemi koji za precizan rad zahtevaju savršene uslove unutar samog sistema, da bi se tako nešto moglo ostvariti potrebno je da se izvršni elementi poput hidrauličnih pumpi regulišu i kontrolišu. Primenom LS, DR i LR regulacija, regulacije protoka i snage, vrši se optimizacija rada pumpi, to jest klipnih pumpi u ovom radu. Kroz rad biće opisana regulacija pumpe koja je instalirana na hidrauličnoj presi, metodom Displacement, to jest regulacija zakretanjem ploče putem električnog signala. Ovakva regulacija se u svetu hidraulike naziva LRU1/2, električni limiter zakretanja ploče.

Ključne reči: DR, LR regulacija, hidraulične pumpe, klipne pumpe, hidraulična presa, električni limiter.

ABSTRACT

Hydraulics systems are complex systems that require perfect conditions within the system for precise operation. In order to accomplish this, it is necessary to control and control actuators such as hydraulic pumps. Application of DR and LR control, power control, optimizes the operation of pumps, ie piston pumps in this work. The operation will describe the control of the pump installed on the hydraulic press by the Displacement, that is, control by rotating the board via an electrical signal method, that is, the control by turning the plate through an electrical signal. This kind of regulation is called LRU1/2 in the world of hydraulics, the electric limiter of plate rotation.

Key words: LS, DR, LR control, hydraulic pumps, piston pumps, hydraulic press, electric limiter.

1. UVOD

Savremeni hidraulički sistemi zahtevaju visoku tačnost i preciznost rada komponenata koje se nalaze u hidrauličnim

sistemima, kako bi sistem nesmetano funkcionisao u zahtevanom režimu. Hidraulički sistemi, kao tehnički sistemi za prenos i transformaciju energije, koriste radni fluid u tečnom agregatnom stanju

(najčešće mineralno ulje, ali mogu da se koriste i sintetičke tečnosti, emulzije ili voda), i veoma su zastupljeni u savremenim automatizovanim tehničkim sistemima. Kao osnovni oblik energije u hidrauličkim sistemima se koristi potencijalna energija izražena preko pritiska. Preko pritiska se ostvaruju radne sile (F_i) i momenti (M_i) u izvršnim uređajima (hidrauličkim cilindrima i motorima) što je omogućeno zahvaljujući određenim, izrazito povoljnim osobinama koje hidraulički sistemi imaju u odnosu na druge pogonske sisteme:

- povoljan odnos zapremine konstrukcije sistema i raspoložive snage,
- jednostavna zaštita od preopterećenja,
- automatizovanost i sinhronizovanost velikog broja operacija pri visokim opterećenjima,
- kontinualno upravljanje i regulacija radnim parametrima pod visokim opterećenjem itd [1].

Regulacija rada pumpe impulsom pritiska (LoadSensing, skraćeno LS) ima za zadatak prilagođavati pritisak i protok pumpe trenutnom režimu rada. Kretanje mnogobrojnih radnih elemenata (aktuatora) u hidraulici (upravljačka kontrola vozila, hidraulične prese) obično se ostvaruje regulacijom protoka pumpe u hidrauličkom sistemu [2,3]. Regulacija snage pumpe je vid sekundarne regulacije kada se protok i pritisak ne mogu kontrolisati jednostavnim metodama, pa se DR regulacija smatra regulacijom koja štiti izvršni organ hidrauličkog sistema.

2. KLIPNO-REDNE PUMPE

Klipne pumpe sa konstrukcionim rešenjem translatornog kretanja klipova nazivaju se redno klipne pumpe. Kod ovog tipa pumpi klipovi pumpe su postavljeni uzduž ose rotacije. Bez obzira na tip klipnih pumpi, broj klipova i kretanje klipova u toku rada, način na koji se obavlja proces usisavanja i potiskivanja tečnosti su isti. Ista je i osnovna zakonitost promene kapaciteta, pa se njen matematički oblik može

najlakše izvesti na primer jednoklipne pumpe. Prema [4], kapacitet pumpe u jedinici vremena se dobija na osnovu jednačine:

$$Q = A * v = A * r * w(\sin\alpha - \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha),$$

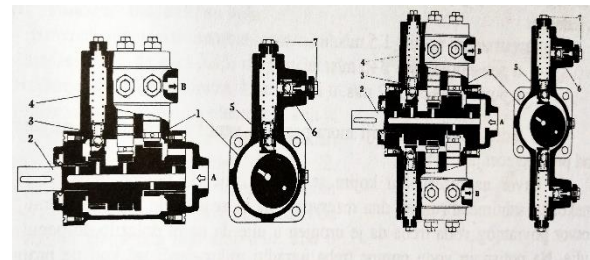
dok se ukupan volumen koji klipna pumpa potisne u sistem u toku jednog radnog takta dobije se na osnovu:

$$V = 2A * r,$$

gde je: $s=2r$ -ukupna dužina hoda klipa.

Najznačajniji nedostatak klipnih pumpi je što se teorijska veličina volumena neravnomerno potiskuje iz radne komore. Kod klipnih pumpi, ovaj nedostatak je posebno izražen, jer je njen kapacitet za vreme procesa usisavanja jednak nuli. Nedostatak se rešava tako što se pribegava konstrukcijskim rešenjima gde pumpe ovog tipa imaju više klipova.

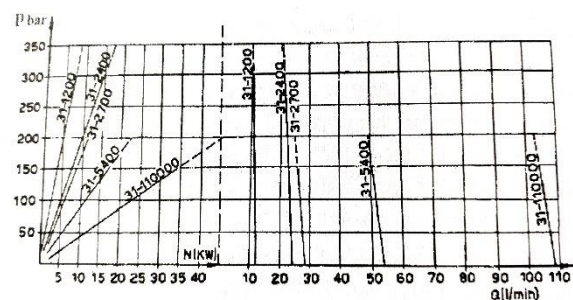
Na slici 1. prikazan je presek klipno-rednih pumpi.



Slika 1. Presek klipno-redne pumpe [6]

Konstrukciono rešenje ove izvedbe pumpe je sklop nekoliko osnovnih elemenata pumpe, cilindri sa klipovima (3), ekscentrično vratilo (2), opruga (4), usisni ventil (5), potisni ventil (6), vijci (7).

Na slici 2. prikazana je zavisnost pritiska I protoka dobijena ispitivanjem pumpi sa uljem HIDRAOL-50 na temperature 50°C , pri broju obrtaja $n=1000 \frac{\text{min}}{\text{min}}$ [6,7].

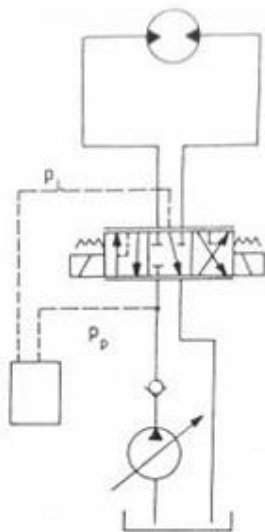


Slika 2. P-Q dijagram zavisnosti ispitivanja klipno-rednih pumpi [6]

3. PRINCIPI RADA REGULATORA

Sistemi koji nemaju jednostavnu i ponovljivu radnu sekvencu varijacije pritiska i protoka su značajne. Karakterističan primer gde su različite brzine aktuatora i promenjiva opterećenja je mobilna hidraulika. Dodatno, u mobilnoj hidraulici svako pregravanje ulja štetno utiče na sistem i značajno utiče na potrošnju goriva.

LS hidraulički sistemi mogu biti sa pumpama čiji se protok može regulisati i sa pumpama čiji je protok konstantan. Kod ovoga tipa hidrauličkih Sistema ugrađuju se razvodni (proporcionalni) ventili sa elektromagnetima ili hidrauličkim upravljanjem, koji se iz jednog u drugi položaj dovode postupno, a mogu se držati i u međupoložaju. Izvedba hidrauličkog sistema kojijima ugrađen regulator protoka prikazana je na slici 3. Zadatak ovog konstruktivnog rešenja je osiguravanje pritiska i količine ulja trenutno potrebne hidrauličkom motoru. Impulsi pritiska, ispred i iza razvodnog ventila, dovode se do električnog pretvarača. U njemu se te dve veličine upoređuju, a rezultat se pomoću električnog impulsa šalje razvodnom ventilu. On se u odnosu na veličinu električnog signala pomera i dovodi u odgovarajući položaj, tako da se razlika pritiska ispred i iza razvodnog ventila drži približno konstantnom, na oko 15 bara.



Slika 3. Sistem sa pumpom promenljivog protoka [5]

Gubitak energije kod ovakvog konstruktivnog rešenja može se izračunati prema:

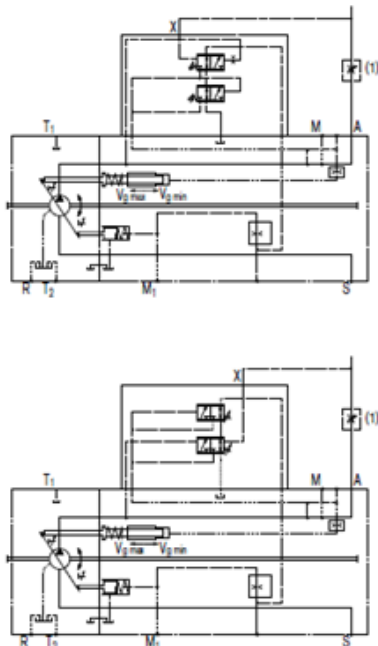
$$P_g = (P_p - P_i) * Q_k,$$

gde je $(P_p - P_i) \cong 15 \text{ bara}$.

LS regulacija je mogućnost regulacije protoka u funkciji pritiska, tako što se zakretanjem pumpe za određeni stepen vrši zahtevana regulacija. Svaki vid regulacije pumpe služi kako bi se povećava efikasnost sistema, smanjili gubici, to jest pospešila energetska efikasnost hidrauličnog sistema. Protok se u ovakvoj izvedbi meri na mestu predviđenom za senzor, na izlazu iz pumpe prema hidrauličkom aktuatoru. Položaj klipa se određuje na osnovu otvorenosti razvodnog ventila. Ukoliko se diferencijalni pritisak Δp povećava na senzornom otvoru pumpe se okreće prema V_{gmin} , dok ukoliko dođe do smanjenja, odnosno Δp opada, klip pumpe se okreće prema V_{gmax} . Mašine koje rade pod visokim pritiscima i protocima, gde je neophodno da protok bude obezbeđen u što kraćem vremenskom intervalu, neophodno je vršiti regulaciju protoka na samoj pumpi, kako bi ona rasterećeno radila u sistemu [8].

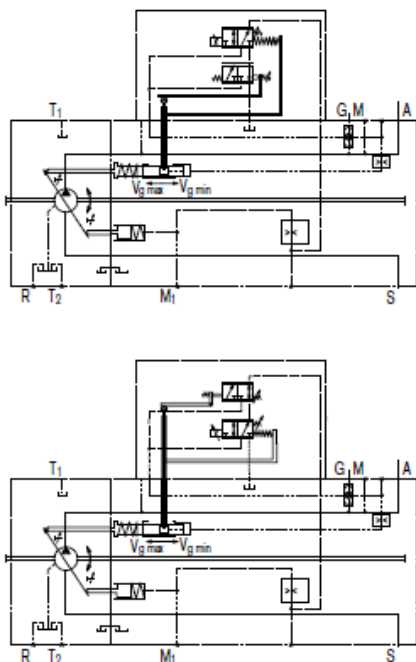
Na slici 4. šematski je prikazana DRS regulacija klipne pumpe. Prikazane su dve izvedbe regulacije pumpe, na prvoj izvedbi se radi o regulaciji pumpi kapaciteta od 40 do 145 cm³, dok se na drugoj izvedbi radi o pumpama većih kapaciteta, preciznije od 190 do 260 cm³.

Kada je reč o LR regulaciji, onda se odnosi na sekundarni vid regulacije pumpe, u slučaju da je regulaciju protoka i pritiska nemoguće izvesti. Ovaj vid regulacije odnosi se na održavanje iste snage pogonskog elektromotora u zavisnosti od protoka pumpe, kako bi se pogonski element štitio od preopterećenja.



Slika 4. DRS regulacija pritiska i protoka na klipnim pumpama [9]

Na slici 5. prikazana je LR regulacija klipno-redne pumpe.

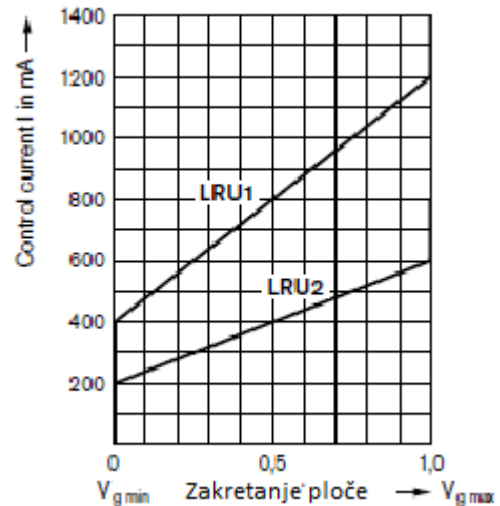


Slika 5. LR regulacije klipno-redne pumpe [9]

Postoji nekoliko načina i rešenja primene LR regulacije na pumpama. U ovom slučaju radi se o strujnoj regulaciji pumpi, pa se ova regulacije označava LRU1/2. Ovaj vid regulacije se odnosi na principu

kontrolisanog zakretanja ploče putem električnog limitera.

Na slici 6. prikazan je odnos uložene količine električne struje i zakretanja ploče (Displacement).



Slika 6. Dijagram odnosa uložene struje i zakretanja ploče [9]

Na dijagramu prikazanom na slici 6. koji odgovara datom sistemu, jasno se može videti da se pri nekom nekom zakretanju ploče za 0,5 treba uložiti strujna snaga od 300mA za sistem LRU2, dok se kod sistema sa manjom voltažom za isti odnos ulaže oko 700mA. Sistem funkcioniše na impuls, to jest na strujni signal, i u zavisnosti od njegove jačine razvodni ventil se otvara i na taj način se vrši zakretanja ploče.

Tabela 1. Tehnički podaci regulatora [8]

	LRU1	LRU2
Voltaža	12V ($\pm 20\%$)	24V ($\pm 20\%$)
Kontrolna struja		
Početak kontrole V_{gmax}	400mA	200mA
Kraj kontrole V_{gmin}	1200 mA	600mA
Strujno ograničenje	1.54A	0.77A
Nominalan otpor	5.5 Ω	22.7 Ω
Frekvencija	100Hz	100Hz
Aktivirano vreme	100%	100%

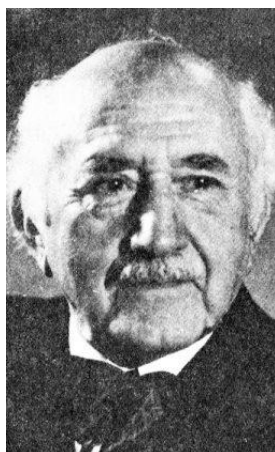
4. ZAKLJUČAK

Hidraulični sistemi u današnjoj industriji predstavljaju sastavni deo gotovo svakog dela industrije. Nemoguće je zamisliti industrijski pogon u kojem se ne nalaze hidraulični sistemi, prese, dizalice itd. Zahtevi hidraulike u današnjem vremenu su veliki. Odnose se na tehničke zahteve, ostvarivanje visokih protoka, pritisaka, visokih stepena iskorišćenja sistema u što kraćim vremenskim intervalima. Kako bi fizički teorijski zahtevi mogli postati izvodljivi, neophodno je konstantno unapređivati sisteme. Glavni deo hidrauličnih sistema čine pumpe, od kojih zavisi u velikoj meri stanje hidrauličnih sistema. Kako bi pumpe koje su danas uzgred vrlo osetljive na opterećenja mogle da izvedu sve zahteve sistema, neophodno je da one na sebi imaju odgovarajuće regulacije. Jedan od razloga regulacija jeste opterećenje samih uređaja, ali takođe pri regulaciji se razmišlja i o uštedi energenata, a samim tim i ekonomskim uštedama. Kroz ovo istraživanje prikazani su neki tipovi regulacija, koji se najčešće primenjuju na hidrauličnim pumpama. Takođe su prikazane izvedbe gde je neophodno primeniti regulaciju, kako bi se zahtevi vezani za povećanje energetske efikasnosti i smanjenja troškova ostvarili.

5. LITERATURA

- [1] Karanović, V. (2015), Razvoj modela uticaja čvrstih čestica na rad kontaktnih parova klip-cilindar hidrauličkih komponenti, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] Parker Hannifin Corporation (1999), Mobile Hydraulic Technology, Cleveland.
- [3] Schmitt, A. (1981), HidraulikTrener, G.L. Mannesmann Rexroth GmbH, Lohram Main.
- [4] Savić, V. (1986), Uljna hidraulika 1- Hidraulične komponente i sistemi, Dom štampe, Zenica.
- [5] Savić, V. (1990), Uljna hidraulika 2- Konstrukcija, proračuni održavanje hidrauličkih sistema, Dom štampe, Zenica.
- [6] Adamović, Ž., Jevtić, N., Kutin, M., Tasić, I., Marković, N., Adamović, G., Redžić, M. (2006), Hidraulika na mobilnim mašinama, TEHDIS, Beograd.
- [7] Hidraulika i pneumatika. Časopisi PPT, Trstenik.
<http://petoletka.com/hidraulicke-pumpe-i-motori/> (18.02.2020.)
- [8] Dantlgraber, J. (1984). U.S. Patent No. 4,468,173. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [9] Rexorth Bosch Hidraulic Pump Catalog. <https://www.boschrexroth.com/ics/cat/?cat=Industrial-Hydraulics> Catalog&o=Desktop&p=g253780 (15.02.2020.)

Adresa autora: Borivoj Novaković, University of Novi Sad, Technical faculty „Mihajlo Pupin”, 23000 Zrenjanin, Đure Đakovića bb, Republic of Serbia
e-mail: novakovicborivoj1812@gmail.com
Rad primljen: novembar 2019.
Rad prihvaćen: decembar 2019.



АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ
(1893 – 1983)

Лекар, професор
Медицинског
факултета. Оснивач
Ветеринарског и
Фармацеутског
факултета и
Института за
хистологију и
ембриологију.

Свестрани
интелектуалац који
се поред медицином
бавио и музиком,
археологијом,
фотографијом.
Учесник Првог
светског рата, борац
и велики патриота.

PRINCIPI ELEKTROPNEUMATSKOG UPRAVLJANJA U MODERNIM PROIZVODNIM POGONIMA

PRINCIPLES OF ELECTROPNEUMATIC CONTROL IN MODERN PRODUCTION DRIVES

LEONARDO BRENDA¹
PREDRAG MOŠORINSKI²

¹DraxlMaier, Zrenjanin
²Tehnička škola, Zrenjanin

REZIME

Mehatronika je grana koja ima visok udeo u svim elementima privrede današnjice. Pneumatski elementi prisutni su danas u velikom broju pogona i najviše se koriste unutar tzv. male automatizacije. Elektropneumatika nudi relativno jednostavna rešenja koja su u većoj meri univerzalna i koriste standardizovane elemente. Korišćenjem Elektropneu-matike, 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 electromotorni pogoni, automatizacija, cirkularna ekonomija

ABSTRACT

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. 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

1. UVOD

Elektropneumatika je sastavni deo naučne oblasti koja sublimira više karakterističnih inženjerskih oblasti, a koju jednostavno nazivamo Mehatronika. Mehatronika, sa primesama industrijske revolucije 4.0, je grana koja zauzima visok udeo u svim elementima savremene privrede i industrije.

Reč mehatronika prvi put se pojavljuje u Japanu (kompanija Yaskawa, 1969) i kao kombinacija reči **mecha** (upućuje na mehanizam) i **tronics** (upućuje na elektroniku) ukazivala je na složene upravljačke sisteme. Kompanija je stekla zaštićeno pravo (engl. trademark) na korištenje ove reči 1971. Međutim, zbog široke prihvaćenosti u industriji, Yaskawa se odrekla ekskluzivnog prava na korištenje ove reči 1982. godine, tako da mehatronika kao reč postaje opšte prihvaćena u tehničkom svetu i dobija i šire značenje naglašavajući prvenstveno tehničku filozofiju (pristup) u inženjerskom projektovanju više nego sam sadržaj tehnološkog problema. Polazeći od tako široko definisanog pojma, u literaturi se pojavljuje nekoliko definicija mehatronike koje se razlikuju jedino u naglašavanju specifičnosti tehnološkog problema koji je vezan za određeno područje primjene (npr. Auto industrija, robotika, razni industrijski tehnološki procesi i slično).

Prema savremenoj klasifikaciji Mehatronika je interdisciplinarna oblast inženjerskih nauka koja predstavlja simbiozu mašinstva, elektrotehnike, elektronike i informatike.

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 Elektro-pneumatike, 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.

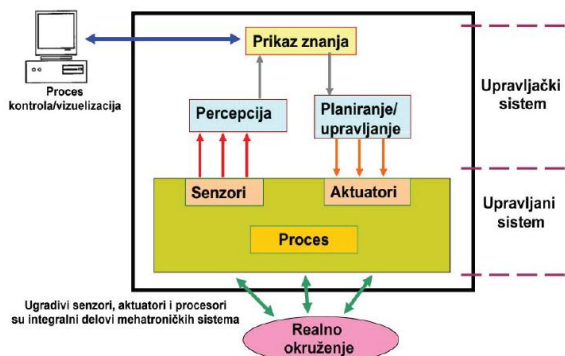
2. STRUKTURA MEHATRONIČKOG SISTEMA

Savremeni mehatronički sistem predstavlja fuziju mehaničkih, električnih i elektronskih komponenti u jedinstven funkcionalni automatizovani sistem upravljani 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
- Termički sistem
- Hidraulički sistem
- Elektro-pneumatski sistem
- Senzori
- Aktuatori
- Računarski upravljački sistem
- Sistem za merenje i akviziciju podataka
- Baze 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

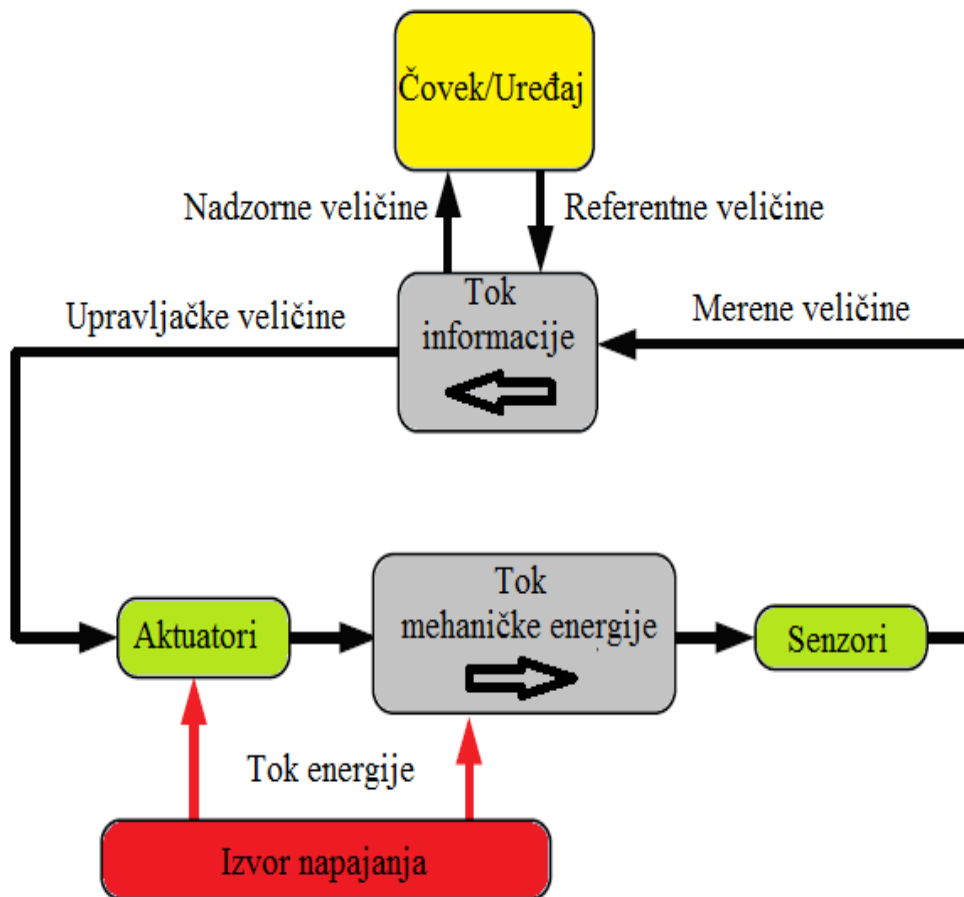
puštanje u rad. Primenom novih tehnologija smanjuje se vreme projektovanja i izrade novih uređaja i sistema.

Mehatronika zahteva primenu znanja i veština iz različitih naučnih oblasti: mehanike, hidraulike, pneumatike, elektronike, električnih mašina, sistema automatskog upravljanja, programibilnih logičkih kontrolera, baza podataka, programiranja i računarskih mreža. 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 isparavljanja i verifikacije datog modela kao valjanog.

Na slici 2 prikazana je načelna shema modernog elektromehaničkog sistema na kojoj su posebno naznačeni mehanički odnosno električni/elektronički deo sistema.

Informacije o stanju mehaničkog dela sistema prikupljaju se pomoću odgovarajućih senzora te se u prikladnom obliku prosleđuju delu sistema koji ih zajedno sa ostalim informacijama obrađuje. Rezultat te obrade je nalog izvršnim članovima (aktuatorima) za djelovanje kojim se želi postići željeno ponašanje sistema. Kako bi se to postiglo potrebno je u sistem uneti dodatnu energiju, tako da je potreban dodatni izvor energije (električne, hidraulične, pneumatske).



Slika 2. Načelna shema elektromehaničkog sistema

3. OSNOVNI ELEMENTI MEHATRONIČKOG SISTEMA

3.1 SENZORI MEHATRONIČKOG SISTEMA

Ako su akuatori „mišići“, onda su senzori „čula“ svakog mehatroničkog sistema. Za razliku od graničnih prekidača položaja, senzori blizine primaju i dalje prenose signal bez spoljašnjeg mehaničkog kontakta. Možemo zaključiti da je upravo ovo razlog njihovog dugog veka trajanja i njihove pouzdanosti u radu. Senzori blizine daju izlazni signal kada se objekat koji se očitava, nađe na manjoj od maksimalne udaljenosti koju je proizvođač odredio. Ovi senzori su mehanički veoma otporni i izdržljivi, pouzdani su u radu, i relativno su jeftini. Senzori na njihovom izlaznom kontaktu mogu biti sa NC izlazom, normalno zatvoren, (normally closed) ili sa NO izlazom, normalno otvoren, (normally open).

Kod senzora sa normalno zatvorenim kontaktima, signal se prenosi kada sensor nije aktiviran od strane nekog objekta, dok kod senzora sa normalno otvorenim kontaktima, signal se dalje prenosi tek kada se sensor aktivira. Postoje senzori koji se izrađuju dvožičnim, sa trožičnim i sa četvorožičnim izlazom. Kod trožične izvedbe bira se između NO i NC izlaza dok nam četvorožični senzori blizine pružaju mogućnost korišćenja NO i NC istovremeno. Treba napomenuti da oko 17% od ukupnog prometa senzora, čine senzori blizine, zbog njihovih velikih mogućnosti primene u industriji.

Razlikujemo nekoliko tipova senzora blizine:

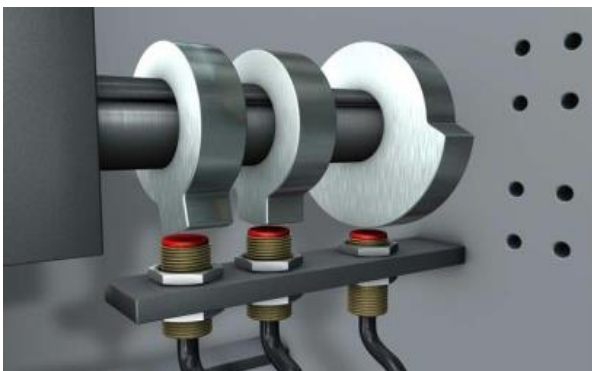
1. Reed senzori
2. Induktivni senzori blizine
3. Kapacitivni senzori blizine
4. Optički senzori blizine

U industriji najčešće primenjivani oblik senzora je induktivni sensor blizine. 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)

Induktivni senzori blizine se najčešće ugrađuju na nepokretnom delu konstrukcije, i spektar primene im je jako širok, a 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](slika 3).



Slika 3. Upotreba cilindričnog induktivnog senzora blizine u industriji

3.2 STEP MOTORI

Sa razvitkom računara i digitalne tehnologije javila se i želja za razvojem motora kojima se upravlja neposredno pomoću digitalnog računara. To znači da se digitalni izlazni signali računara mogu koristiti za upravljanje motora bez složenih D/A i A/D konvertora, već samo pomoću prekidačkih kola (digitalni izlazi računara se koriste za aktiviranje elemenata koji

uključuju i isključuju napajanje pojedinih namotaja motora).

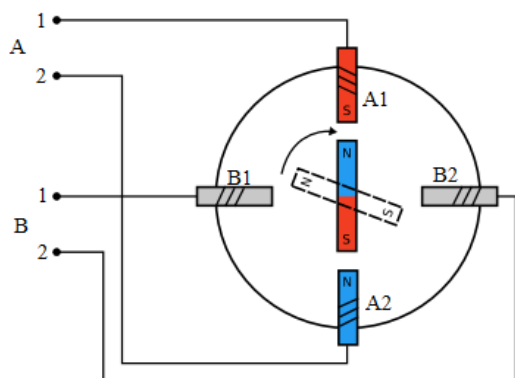
Kao rezultat, javlja se koračni (step) motor (*eng. Stepper Motor*). Sama reč koračni motor navodi nas na zaključak da se on vrti u koracima, tj u diskretnim inkrementima ugaonog pomeraja. U nekim slučajevima se javljaju i u translatornoj izvedbi, ali je rotaciona daleko zastupljenija u praksi. Dakle, koračni motori su elektromehanički konvertori energije koji pulsnu odnosno koračnu električnu pobudu pretvaraju u koračni mehanički pomeraj.

Princip rada step motora se zasniva na činjenici da se različiti magnetni polovi privlače, odnosno na činjenici da feromagnetni materijal teži da bude što bliži magnetnom polu. Na slici 4 vidimo rotor u obliku pločice koji je namagnetisan i na kome su označeni magnetni polovi i četiri statorska namotaja koji su povezani u parove po 2 (A1-A2 i B1-B2).

Pretpostavimo da je se u početnom trenutku rotor nalazio na poziciji označenoj isprekidanom linijom, tj da je njegov severni pol bio okrenut namotaju B1 dok je južni bio okrenut ka namotaju B2. Onog trenutka kada struja krene da teče kroz provodnik A u smeru od 1 ka 2, zbog različitosti smera namotaja A1 i A2, stvaraju se različiti magnetni polovi označeni kao na datoj slici.

Tada severni magnetni pol rotora teži da se približi južnom magnetnom polu statora, a južni magnetni pol rotora teži da se približi severnom magnetnom polu statora. Na ovaj način se rotor zakreće u desno za određen ugao koji je određen brojem polova rotora i brojem parova namotaja statora. U slučaju da je potrebo okrenuti rotor u suprotnom smeru, potrebna je struja koja se kreće od kraja 2 ka kraju 1 namotaja A. Na ovaj način bi namotaji A1 i A2 imali suprotne magnetne polove nego što je prikazano na slici i rotor bi se iz početnog položaja zaokrenuo na levo za isti ugao.

Dalje kretanje se nastavlja tako što se sukcesivno uključuju namotaji A i B.



Slika 4. Princip rada Step motora

3.3 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 procesorska 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.

3.4 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 odomacio 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 5. je dat prikaz frekventnog regulatora.

Ispravljač pretvara mrežni AC napon u pulsirajući DC napon. Međukolo stabilise 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.

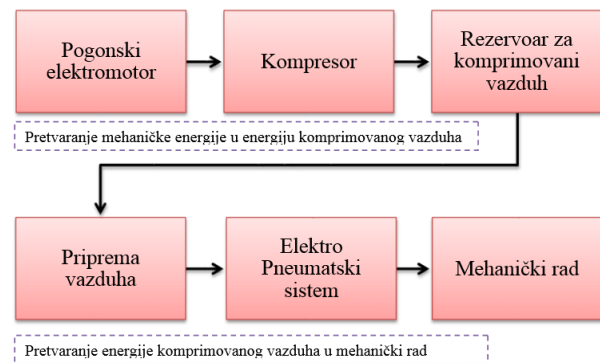


Slika 5. Izgled frekventnog regulatora

Ispravljač pretvara mrežni AC napon u pulsirajući DC napon. Međukolo stabilizira 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.

4. KARAKTERISTIKE ELEKTROPNEUMATSKOG UPRAVLJANJA

Zadaci pneumatskog sistema su uključivanje i pretvaranje, prenos i upravljanje energijom. Slika 6 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 6. 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.

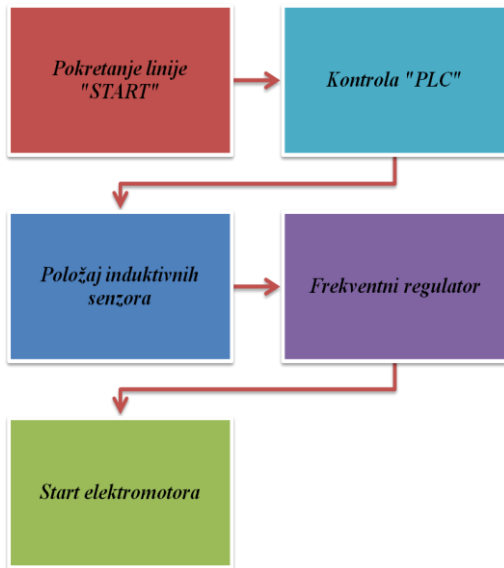
4.1 ALGORITAM POKRETANJA PROIZVODNE LINIJE

Da ne bi dolazilo do čestih kvarova na proizvodnoj liniji, a samim tim i zastoja, utvrđen je algoritam pokretanja linije, koji je grafički prikazan na slici 7.

Pokretanje se vrši pritiskanjem na taster "Start" koji se nalazi na prednjem panelu razvodnog ormara. Tada se impuls šalje PLC-u koji kontrolise položaj induktivnih senzora, koji nam dalje šalju informaciju dali su svi prateći elementi u liniji, u ispravnom položaju, tj. ovako se obezbeđuje da ne dodje do nekih nepredvidivih lomova, ili pregorevanja elektromotora. Ukoliko je sve u redu, i svi uređaji u liniji su u ispravnom, baznom položaju, tada PLC daje nalog frekventnom regulatoru da može da pošalje napon elektromotoru, koji ja reduktorski, i koji pokreće pogonski lanac koji dalje pokreća proizvodnu liniju.

5. UŠTEDA PRIMENOM ELEKTROPNEUMATSKIH SISTEMA

U nultom položaju elektropneumatskog sistema davači signala S1 S2 i S3 nisu



Slika 7. Algoritam pokretanja linije

aktivirani, analogno tome, špulne kontaktora K1 K2 i K3 su zbog toga bez napajanja, strujni krug nije zatvoren, što rezultuje mirovanju pneumatskog cilindra u isto vreme i uređaja za prosecanje. Dakle, prvi uslov je zadovoljen.

Kada damo nalog davaču signala 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

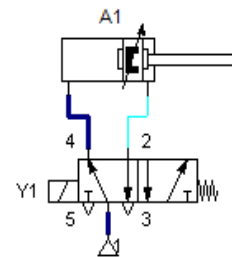
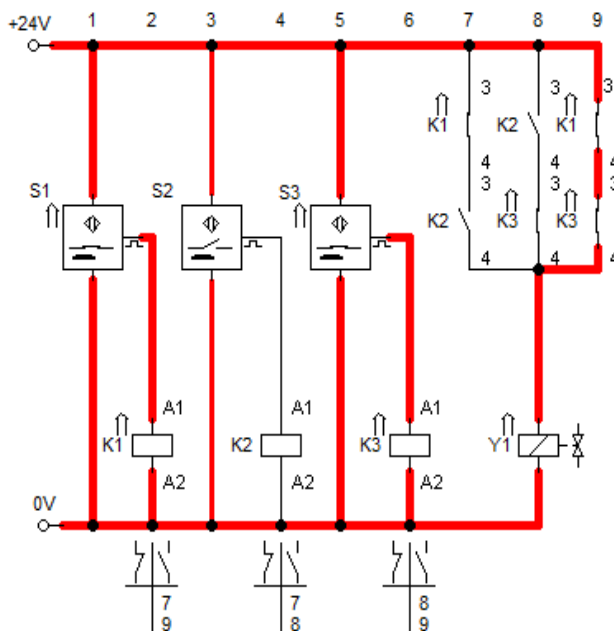
rada našeg uređaja, tj. ni u ovom slučaju nisu aktivirana najmanje dva od tri davača signala.

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 8 pokazuje promenu položaja cilindra A1.

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 prilikom izvršenja svojih zadataka.

Prikazana principijelna shema na slici 8 instalirana je u proizvodnom pogonu i daje prikaz primera jednog elektropneumatskog sistema. Na ovim principima je jedan elektromotorni pogon, kod poluatomatskog principa vođenja proizvodne trake, zamenjen elektropneumatskim. Na taj način je zadovoljen jedan od principa cirkularne ekonomije a to je ušteda energije. Zamenom elektromotornog pogona proizvo-

dne linije elektropneumatskim, ostvarene su višestruke uštede koje se u konkretnom slučaju kreću između 35-40%.



Description	Quantity value	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Double acting cylinder	Position mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Double acting cylinder	Velocity m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Double acting cylinder	Acceleration m/s ²	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400

Simulaciju izradio: Leonardo Brenda

Slika 8. Uključenje prvog i trećeg davača signala S1 i S3

6. 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.

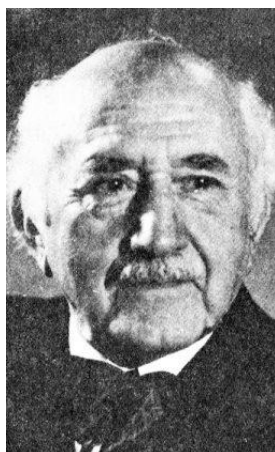
Posebno se treba bazirati na automatizovane industrijske pogone po principima industrijske revolucije 4.0 koje će u svojoj strukturi implementirati potpuno novi dizajn mehatroničkih komponenti i uticati na potpunu automatizaciju i autonomiju proizvodnje. Tada će se svaki

subjektivni uticaj eliminisati a uštede će znatno premašivati dobijene u pretpostavljenom modifikovanom proizvodnom pogonu.

7. 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): "Asinhrona 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.

Adresa autora: Leonardo Brenda, DraxlMaier, Zrenjanin
e-mail: moshazr@yahoo.com
Rad primljen: septembar 2019.
Rad prihvaćen: decembar 2019.



АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ

(1893 – 1983)

Лекар, професор
Медицинског
факултета. Оснивач
Ветеринарског и
Фармацеутског
факултета и
Института за
хистологију и
ембриологију.

Свестрани
интелектуалац који
се поред медицином
бавио и музиком,
археологијом,
фотографијом.

Учесник Првог
светског рата, борац
и велики патриота.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIV, Број 32, децембар 2019. год.
Year XXIV, Issue 32, December 2019. year

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Одговорни уредник
Проф. др Лазо Манојловић
Висока техничка школа струковних студија
Зрењанин

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

MAPA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA ZA GRAD ZRENJANIN

MAP OF ELEKTROMAGNETIC RADIATION FOR CITY ZRENJANIN

NIKOLA ADAMOVIĆ
MILORAD RANČIĆ
MILAN ZEČAR
Društvo inženjera Zrenjanin

REZIME

U radu su izloženi rezultati merenja intenziteta elektromagnetnih zračenja za Grad Zrenjanin. Utvrđeni su izvori zračenja (trafo stanice, antenski sistemi mobilne telefonije i kablovskih televizija) i odabrani ugroženi objekti (dečiji vrtići, škole, zdravstvene ustanove, prometne ulice, trgovi). Izvršena su merenja intenziteta električnih, magnetnih i radiofrekventnih polja kao i veličine ukupnog elektromagnetnog smoga. Dobijeni rezultati predstavljeni su u obliku tabele i mape zračenja. Na osnovu dozvoljenih vrednosti intenziteta zračenja komentarisani su dobijeni rezultati.

Ključne reči: elektromagnetno zračenje, intenzitet polja, Grad Zrenjanin, mapa zračenja, dozvoljene vrednosti

ABSTRACT

This paper presents the results of measuring the intensity of electromagnetic radiation in the city of Zrenjanin. Radiation sources have been identified (transformer stations, antenna systems for mobile telephony and cable television) and endangered facilities were selected (kindergartens, schools, health institutions, busy streets, squares). Measurements of the intensity of electric, magnetic and radio frequency fields and total electro-magnetic flux.

Key words: electromagnetic radiation, field intensity, City of Zrenjanin, map of radiation, limit values

1. UVOD

Merenjem elektromagnetnog zračenja, odnosno, utvrđivanjem intenziteta električnog polja može se utvrditi prostorna raspodela emitovane elektromagnetne energije. Ukoliko se dobijeni rezultati uporede sa važećim propisima u oblasti zaštite ljudi i životne sredine od nejonizujućih zračenja može se kvantitativno odrediti uticaj postojećeg nivoa zračenja na

okruženje i ljude koji u njemu borave. U onim prostorima gde su izmerene vrednosti EMZ veće od dozvoljenih postoje negativna i štetna dejstva na životnu sredinu i sve biološke sisteme a pre svega na ljudski organizam i zdravlje ljudi.

2. NEKA DOSADAŠNJA ISKUSTVA

Društvo inženjera Zrenjanina već dugi niz godina iskazuje interesovanje za oblast

uticaja elektromagnetnog zračenja na biološke sisteme a posebno na ljudski organizam. Pioniri u ovoj oblasti bili su Prof.dr Bora Nikin sa Tehničkog fakulteta i Prof.dr Borisav Lažetić sa Medicinskog fakulteta u Novom Sadu. Oni su u svojim istraživanjima još 80-ih godina prošlog veka došli do nesumnjivih rezultata da elektromagnetno zračenje različitih izvora ima višestruko štetan uticaj na žive organizme a što se odnosi i na čoveka. Istraživanja su nastavili stručnjaci sa Visoke tehničke škole i Telekomu iz Zrenjanina (N.Adamović,L.Manojlović, M.Rančić, D.Jovanić...) koji su se bavili merenjem intenziteta zračenja različitih izvora: IT uređaja, antena baznih stanica, elektromotora, alatnih mašina, dalekovoda... Rezultati ovih istraživanja do sada su objavljivani u stručnim časopisima i saopštavani na skupovima (1,2,3,4,5,6,7). Društvo inženjera Zrenjanina je organizovalo veći broj predavanja i javnih tribina na ovu temu sa ciljem da se upozna i edukuje širi krug zainteresovanih a posebno mlade, učenike i studente. Na inicijativu i uz pomoć lekara (Z.Ždrale, B.Lažetić) Društvo inženjera Zrenjanina je zajedno sa Srpskim lekarskim društvom realizovalo, 2018.godine, akreditovani seminar „Zdravlje i zračenje“ koji je izazvao veliko interesovanje i lekara i inženjera.Tim povodom i sa tom tematikom Društvo je izdalo i specijalni broj svog časopisa DIT. Godine 2019. u okviru Društva inženjera Zrenjanina formiran je Centar za nejonizirajuća zračenja. Njegov zadatak je da u narednom periodu na mnogo organizovaniji i kvalitetniji način nastavi istraživanja u ovoj izuzetno aktuelnoj oblasti.

3. PROJEKAT „ELEKTROMAGNETNO ZRAČENJE I ZDRAVLJE“

U okviru svojih aktivnosti za 2019. godinu Društvo inženjera je za konkurs Grada Zrenjanina pripremlilo projekat „Elektromagnetno zračenje i zdravlje“. Grad

je imao razumevanja i prihvatio je sufinansiranje ovog projekta. Projekat se realizuje u više faza i obuhvatiće:

- Utvrđivanje izvora elektromagnetnih zračenja i ugroženih objekata (zona povećane osetljivosti) na teritoriji Grada Zrenjanina.
- Merenje intenziteta električnog, magnetnog i radiofrekventnog polja i elektromagnetnog smoga.
- Izradu mape EMZ za teritoriju Grada i Opštine Zrenjanin.
- Utvrđivanje uticaja EMZ na zdravlje ljudi i predlog mera eventualne zaštite.

U ovom radu izlaže se deo prvih rezultata koji se odnose na realizaciju ovog projekta.

4. MERNI OPREMA

Za utvrđivanje postojanja elektromagnetnog zračenja i merenje vrednosti intenziteta polja i elektromagnetnog fluksa korišćeni su sledeći merni uređaji:

1. MAGNETSMOG DETEKTOR
Tip WKDA 02.705
Made in Poland
Instrument meri magnetnu indukciju stvorenu naizmeničnom strujom frekvencije 50 Hz. Dijapazon merenja: od 0 do 4000 nT
Instrument registruje i harmonike dobijene od navedene frekvencije.
2. INSTRUMENT Tri Field
Model TF 2
Made in USA
Instrument meri tri vrste polja:
 - Magnetno polje u opsegu frekvencije od 40 Hz do 100 kHz u (mG)
 - Električno polje u istom opsegu u (V/m)
 - Radiofrekventno i mikrotalasno zračenje u (mV/m²)
 - Za frekvencije do 6 GHz registruju se svi pikovi koji se pojave u toku merenja.

5 .REZULTATI MERENJA

34 lokacije koje su obuhvatile izvore zračenja i zone povećane osetljivosti, odnosno, ugrožene objekte i prostore.

Merenja su obavljena na teritoriji Grada Zrenjanina u toku 2019. godine . Izabrane su

Tabela 1. Rezultati merenja

Red. br.	Mesto merenja	Elektro magnetni smog nT	Magnetno polje mG		Elektricno polje V/m		Radio frekv. mW/m ²
			< 100	>100	<1000	>1000	
Izvori zračenja:							
1.	Trafo stanica Put za AVIV lok. I	140	0,8	0,7	12	7	0,5
	lok. II	90	2,8	2,5	0	0	0,1
2.	Trafo stanica Ul. Junaka M.Tepića	1220	4,6	6,3	0	0	0,063
3.	Trafo stanica Kod Maksija	220	1,3	2,7	0	0	0
4.	Trafo stanica Ul. Abrasević	Preko 4000	5,75	4,41	0	0	0,14
5.	Trafo stanica Kod 102	370	4,5	5,7	0	0	0,003
6.	Antena Soliter 1 u JMT	240	0	0	0	0	0,80
7.	Antena Soliter 2 u JMT	220	0	0	0	0	1,55
8.	Antena Soliter u BVV	100	0,2	0,3	0	0	1,4
Ugroženi objekti:							
9.	Semafor Kod Crkve u BVV	400	5,0	3,0	0	0	0,25
10.	Osnovna škola „Njegoš“ Dvorište-istok	50	0,1	0,3	0	0	0,52
11.	Osnovna škola „Njegoš“ Dvorište-zapad	40	0,1	0,1	0	0	0
12.	Dečiji Vrtić Kod OŠ „Njegoš“	130	1,1	0,6	0	0	0,16
13.	Medicinska škola Ul. Novosadska	40	0,2	0,3	0	0	0,085
14.	Bolnica Dvorište-sever	80	0,8	0,8	0	0	0,041
15.	Bolnica Dvorište- jug	320	2,4	2,2	0	0	0,103
16.	Dalekovod visokog napona Ul. Eduarda Erija	120	1,3	1,1	0	0	0
17.	Trafo stanica Ugao ul. E. Erceg-M. Pop.	620	9,1	2,4	0	0	0,022
18.	Dečiji vrtić „Zeleno polje“	90	0,6	0,7	0	0	0,003
19.	Kontejner „Telekoma“ Ul. Šumadijska	190	2,7	1,6	0	0	0,053

20.	Uljara Ugao Ul. Šumadijska	140	1,2	1,0	0	0	2,15
21.	Dalekovod visokog napona Ul. Principova	100	2,2	3,0	1	0	0,022
22.	Osnovna škola „Žarko Zrenjanin“	80	0,3	0,5	0	0	0,016
23.	Dečiji vrtić „Poletarac“ Ul. Đ.Smederevca	160	1,5	1,0	0	0	0
24.	TV Santos Ul. Koče Kolarova	120	1,3	1,3	0	0	0,143
25.	Osnovna škola „Dositej Obradović“	80	0,3	0,4	5	16	0
26.	Dečiji vrtić „Leptirić“	40	0,1	0,1	0	0	0
27.	Zgrada NIS-GAS Ul. Beogradska	190	1,6	1,2	0	0	0,512
28.	Vatrogasni dom Ul.Baranjska	70	0,4	0,3	0	0	0,369
29.	Trg ispred Skupštine Grada Trg Slobode	50	0,5	0,5	0	0	0,107
30.	El. Škola „Nikola Tesla“ Ul.Narodnog fronta	150	2,2	1,5	3	4	0,647
31.	O.šk. „Vuk Karadžić“ Ul.Narodnog fronta	40	0,2	0,2	2	0	0,140
32.	Gradska biblioteka Trg Slobode	80	0,3	0,2	0	0	6,149
33.	Gradska biblioteka Ulaz u Bibl.	50	0,3	0,3	0	0	1,680
34.	Gimnazija Dvorište	130	1,2	1,3	0	0	0,147

Posebno su izvršena merenja u ulici Kralja Aleksandra za vreme manifestacije Dani piva (krajem meseca avgusta 2019.godine). Tih dana su izmedju zgrada

Vodotoranja i Banke Inteze bile postavljene dve mobilne bazne stanice. Merenjem su dobijeni sledeći rezultati:

Tabela 2. Rezultati merenja u ulici Kralja Aleksandra za vreme manifestacije Dani piva (krajem meseca avgusta 2019.godine)

Red. br.	Mesto merenja	Magnetno polje mG	Elektricno polje V/m	Radio frekv. mW/m2
35.	Bazna stanica Vodotoranj-Banka			
	Na rast. od 5m	2,9	0	3,9
	20m	5	0	4,7
	100m	19	0	10,8
	150m	Više od 20	0	Više od 20
	200m	2	0	4,2
	Ispred SDK	0,4	0	0,48

6. MAPA ZRAČENJA ZA GRAD ZRENJANIN



7. DOZVOLJENE (GRANIČNE) VREDNOSTI EMZ

Zakon o zaštiti od nejonizujućeg zračenja i odgovarajuća prateća akta (Pravilnici) definisali su granične, odnosno, maksimalne vrednosti elektromagnetnih zračenja. U ovom radu izlažu se

odgovarajući izvodi iz Pravilnika o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima (Službeni glasnik RS br.104/2009) kako bi se moglo izvršiti upoređivanje izmerenih i dozvoljenih vrednosti i na osnovu toga doneti odgovarajući zaključci i preporuke kao i preduzeti neophodne mere zaštite.

Izvodi iz Pravilnika o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima (Sl. gl. RS br. 104/2009)

TABELA 1
Bazična ograničenja izloženosti stanovništva električnim, magnetskim i elektromagnetskim poljima

(0 Hz do 300 GHz)

Frekventni opseg	Gustina magnetskog fluksa B (mT)	Gustina struje J (mA/m ²)	SAR uprosečen za celo telo (W/kg)	SAR lokalizovan na glavu i trup (W/kg)	SAR lokalizovan na ekstremitete (W/kg)	Gustina snage S (W/m ²)
0 Hz	40					
>0-1 Hz		8				
1-4 Hz		8/f				
4-1000 Hz		2				
1000 Hz-100 kHz		f/500				
100 kHz-10 MHz		f/500	0,08	2	4	
10 MHz-10 GHz			0,08	2	4	
10-300 GHz						10

TABELA 2
Referentni granični nivoi

Frekvencija f	Jačina električnog polja E (V/m)	Jačina magnetskog polja H (A/m)	Gustina magnetskog fluksa B (μ T)	Gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) S_{ekv} (W/m^2)	Vreme uprosečenja t (minuta)
< 1 Hz	5 600	12 800	16 000		*
1-8 Hz	4 000	12 800/ f^2	16 000/ f^2		*
8-25 Hz	4 000	1 600/ f	2 000/ f		*
0,025-0,8 kHz	100/ f	1,6/ f	2/ f		*
0,8-3 kHz	100/ f	2	2,5		*
3-100 kHz	34,8	2	2,5		*
100-150 kHz	34,8	2	2,5		6
0,15-1 MHz	34,8	0,292/ f	0,368/ f		6
1-10 MHz	34,8/ $f^{1/2}$	0,292/ f	0,368/ f		6
10-400 MHz	11,2	0,0292	0,0368	0,326	6
400-2000 MHz	0,55 $f^{1/2}$	0,00148 $f^{1/2}$	0,00184 $f^{1/2}$	$f/1250$	6
2-10 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6	6
10-300 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6	68/ $f^{1,05}$

TABELA 3
Referentni nivoi za kontaktne struje od provodnih objekata

Frekventni opseg	Maksimum kontaktne struje (mA)
0 Hz-2,5 kHz	0,5
2,5 kHz-100 kHz	0,2 f
100 kHz-110 MHz	20

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu izloženi su rezultati merenja nivoa elektromagnetnog zračenja na teritoriji Grada Zrenjanina. Analizirane su izmerenih vrednosti i izvršeno je njihovo upoređivanje sa graničnim, dozvoljenim, vrednostima. Konstantuje se da se dobijeni rezultati magnetnih i električnih polja nalaze u dozvoljenim graničnim vrednostima a da su vrednosti radio frekventnih polja na nekim lokacijama veće od dozvoljenih. Takođe je merenje elektromagnetnog smoga pokazalo da na jednom broju lokacija postoji povećano zračenje (iznad dozvoljenih 240 mikroT). Sve ovo upućuje na potrebu dodatnih analiza.

9. LITERATURA

[1] Bilten DIT, br.2, Društvo inženjera i tehničara Zrenjanin, Zrenjanin, 1994.god.

- [2] Naučno stručni časopis DIT, br. 21-22, Društvo inženjera Zrenjanin, Zrenjanin, 2004.g.
- [3] Naučno stručni časopis DIT, br.25, Društvo inženjera Zrenjanin, Zrenjanin, 2016. god.
- [4] Naučno stručni časopis DIT, br.28, Društvo inženjera Zrenjanin, Zrenjanin, 2017.god.
- [5] Lažetić Bogosav, Biološki sistemi i magnetna polja, Monografija, Institut za plućne bolesti, Novi Sad, 2016.god.
- [6] Annals of Faculty of Engineering Hunedoara, Vol.16, Romania, 2018. year
- [7] Naučno stručni časopis DIT, br.30, Društvo inženjera Zrenjanin, Zrenjanin, 2018.god.

Adresa autora: Nikola Adamović, dipl.inž, Društvo inženjera Zrenjanin, Makedonska 11, 23000 Zrenjanin

e-mail: diz.zr@outlook.com

Rad primljen: novembar 2019

Rad prihvaćen: decembar 2019.

IOT U REALNOM VREMENU KORIŠĆENJEM NODEMCU, FIREBASE I REACT

REAL-TIME IOT USING NODEMCU, FIREBASE AND REACT

ŽELJKO EREMIĆ
DRAGAN HALAS

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

REZIME

Ovaj rad prikazuje jedan jednostavan i fleksibilan IoT sistem, koji omogućava rad u realnom vremenu. Podaci sa senzora se učitavaju i prikazuju korisnicima sa kašnjenjem koje se meri u milisekundama. Takođe je moguće zadavati komande relejima ili aktuatorima skoro trenutno. U radu se predstavlja jednostavan primer jednog ovakog sistema, realizovan savremenim i jeftinim hardverskim i softverskim rešenjima.

Ključne reči: IoT, NodeMCU, Firebase, React.

ABSTRACT

This work presents one simple and flexible IoT system that enables real-time operation. Sensor data is loaded and displayed to users with a delay measured in milliseconds. It is also possible to command to relays or actuators almost instantaneously. This paper presents the one simple example of a system, implemented with modern and inexpensive hardware and software solutions.

Key words: IoT, NodeMCU, Firebase, React.

1. UVOD

Poslednjih godina bežične mreže senzora (WSN), u kombinaciji sa računarstvom u oblaku (engl. Cloud computing) postaju sve više sastavni deo Interneta stvari - IoT (engl. Internet of Things) rešenja. U ovom radu će biti predstavljene mogućnosti koje nudi kombinacija mikorokontrolera po imenu NodeMCU, Firebase platforme i web aplikacije zasnovane na React-u.

2. DOSADAŠNJA REŠENJA

Rešenja u IoT se često zasnivaju na NodeMCU, Firebase ili React. Oblasti

primene su različite, kao i kombinacije hardvera i softvera koje se koriste.

U radu [1] predstavljeno je rešenje za automatizaciju kuće. Koristi se kombinacija NodeMCU, Firebase i mobilne aplikacije. Podaci su dostupni na uređajima, čak i kada se izgubi veza sa bazom podataka realnog vremena, a po uspostavljanju veze obavlja se sinhronizacija podataka.

Kombinacijom NodeMCU, Firebase i infrared senzora moguće je realizovati sistem za pametno parkiranje što je predstavljeno u [2]. Cilj je omogućiti korisnicima da lako nađu slobodno mesto za parkiranje. Rezultati su predstavljeni kroz

prikaz rada aplikacije za pametni telefon, i prototip parkinga.

Slična kombinacija resursa je predstavljena u [3]. U ovom radu je predstavljen sistem za praćenja parametara iz bašte putem pametnog telefona i automatizaciju procesa zalivanja.

3. IOT

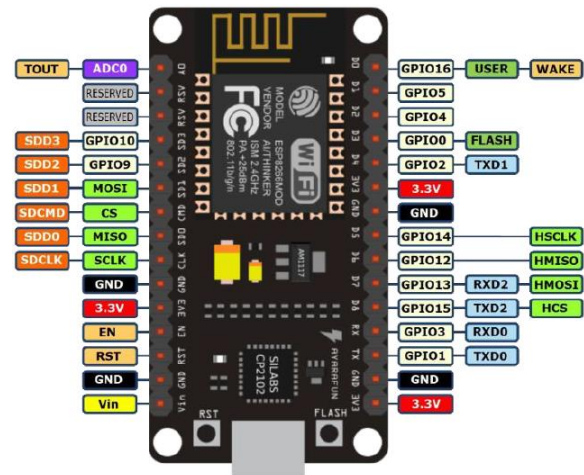
Za IoT bi se moglo reći da predstavlja novi pogled na automatizaciju. On dobro poznatim konceptima automatizacije dodaje neke nove mogućnosti koje su pre svega vezane za mogućnost da se informacije dele putem mreže. Komande se takođe mogu dobijati putem mreže. Pri tome razmena informacija je sve više usmerena ka tome da uređaji međusobno komuniciraju, i to često bez učešća čoveka.

Mogućnosti za primenu su višestruke, a neke od oblasti su pomenute u poglavlju 2. U svakom od tih slučajeva postoji neka vrsta povezanosti između uređaja, koja je danas najčešće ostvarena putem Interneta ili lokalne mreže. Vrlo često, ali ne i obavezno, tip veze koji je dominantan je bežični. Neretko je motiv za pravljenje ovakvih sistema ekonomske prirode.

Prema [4] IoT bi se mogao definisati kao svet u kome su fizički objekti neprimetno integrisani u informacionu mrežu, i gde fizički objekti mogu da postanu aktivni učesnici u poslovnom procesu.

4. NODEMCU

NodeMCU ploča dobija na popularnosti, ali postoje razlike u odnosu na njoj sličnu Arduino razvojnu ploču. Prema [5] prednosti koje NodeMCU nudi su: integrisana WiFi kartica, manje dimenzije, viša frekvencija rada, kao i veći kapacitet RAM i fleš memorije. Nedostaci se ogledaju u manje dokumentacije, i manje analognih pinova u odnosu na Arduino Uno ploču. Ova ploča je izuzetno pogodna u situacija kada je potrebno sa jedne strane povezati senzore i/ili aktuatore sa Internetom na drugoj strani.



Slika 1. NodeMCU 1.0. [2]

NodeMCU se povezuje na postojeći WiFi ruter, korišćenjem imena mreže i lozinke, kao, i svi ostali uređaji koji se povezuju na ruter.

5. FIREBASE

Za realizaciju IoT je vrlo često potrebno da se podaci razmenjuju između uređaja, kao i da se obezbedi njihovo čuvanje kada je to potrebno. Jedno rešenje koje je danas često u upotrebi je NoSQL baza podataka koja se nalazi u oblaku, i koje se naziva Firebase. Firebase obezbeđuje razmenu podataka u realnom vremenu, pri čemu podaci ostaju dostupni na uređajima i onda kada naša aplikacija ode u offline režim rada. Firebase je u vlasništvu kompanije Google, i moguće je koristiti ga besplatno.

"Firebase baza podataka realnog vremena je baza podataka koja se nalazi u oblaku. Podaci se čuvaju kao JSON i sinhronizuju u realnom vremenu sa svim povezanim klijentima. Kada pravite aplikacije za više platformi sa našim SDK-ovima za iOS, Android i JavaScript, svi vaši klijenti dele jednu instancu baze podataka u realnom vremenu i automatski primaju ažuriranja sa najnovijim podacima." [6].

6. REACT

Prema [7] React je JavaScript biblioteka za izgradnju korisničkog interfejsa. Ona

omogućava prikaz podataka u HTML formatu. Napisan je u JavaScript-u, i podržavaju ga Facebook i Instagram. Ima sposobnost da trenutno ažurira sve izmene koje se dese nad podacima u Firebase.

"Reactjs je JavaScript biblioteka koja se koristi da olakša interaktivnost i podržava korisničke UI komponente za višekratnu upotrebu. Na jedinstven način obavlja operacije i na strani klijenta i na strani servera." [8].

7. PRIMER

U ovom članku predstavljaju se važne mogućnosti koje nudi kombinacija NodeMCU, Firebase i React. Konkretno predstavljaju se primeri upotrebe sledećih aktivnosti:

- Prenos informacija sa senzora vezanog na NodeMCU, pri čemu se podaci smeštaju u Firebase, a što se zaim učitava na React web aplikaciji.
- Prenos komande zadate na React web aplikaciji, pri čemu se komanda smeštaj u Firebase, a NodeMCU interpretira ovu komandu na način da ona postavlja stanje releja u ono stanje koje je zadato pomenutom komandom.

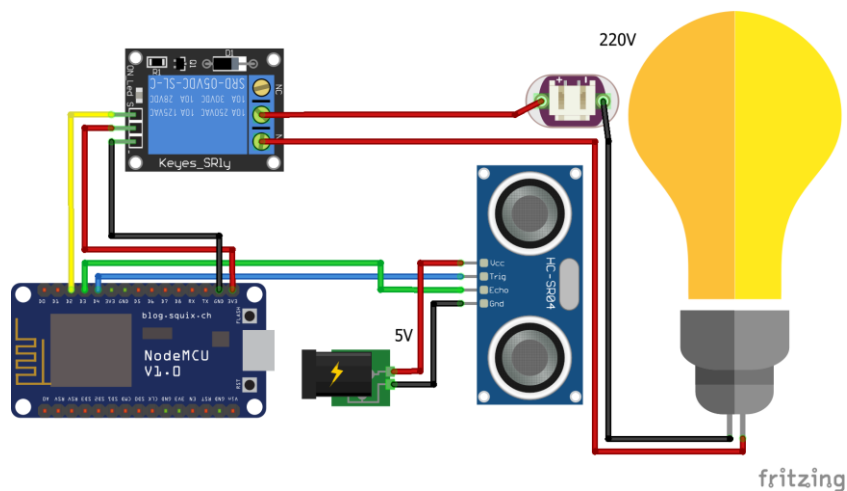
Na slici 2 je predstavljena veza između NodeMCU, Firebase i React web aplikacije. Veza se ostvaruje korišćenjem postojeće bežične veze.



Slika 2. Veza NodeMCU, Firebase i React web aplikacije

Za demonstraciju prve funkcionalnosti koristi se ultrazvučni senzor HC-SR04 (Ultrasonic Sensor - HC-SR04) koji omogućava merenja rastojanja, čije su tehničke karakteristike date u [9]. Signal sa ovog senzora se periodično učitava od strane NodeMCU. NodeMCU posle toga vrednost očitane rastojanja smešta u odgovarajući čvor („dist_cm“) baze realnog vremena (Firebase).

Za demonstraciju druge mogućnosti se koristi NodeMCU koji sa odgovarajućeg čvora („relay“) baze realnog vremena (Firebase) uzima vrednost koja označava stanje releja (0 – isključen, 1 - uključen). Na osnovu ove vrednosti šalje se kontrolni signal releju koji kontroliše potrošača. U ovom primeru je to sijalica, ali je moguće priključiti bilo koji drugi kompatibilni uređaj. Šema povezivanja NodeMCU je data na slici 3. Na slikama 4 i 5 je prikazan sistem čiji je centar NodeMCU.



Slika 3. Šema povezivanja NodeMCU. Izrađeno putem [10]



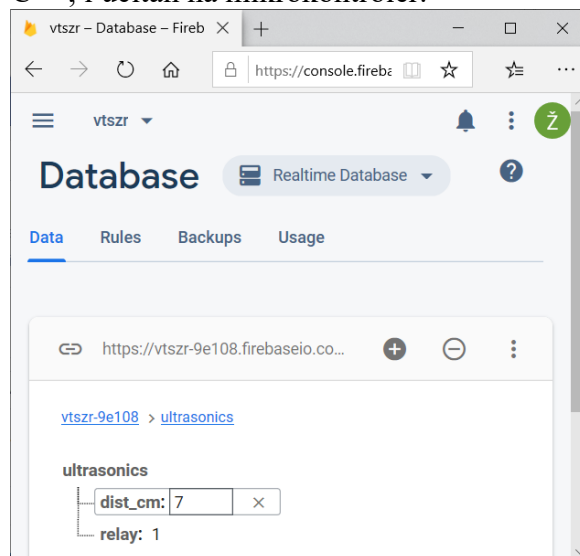
Slika 4. Veza NodeMCU, HC-SR04 senzora, releja i napajanja.



Slika 5. Veza NodeMCU, HC-SR04 senzora, releja, napajanja i potrošača - sijalice

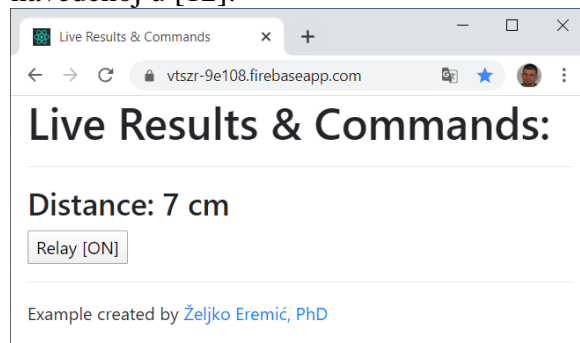
Osnova navedenog sistema je NodeMCU koji periodično učitava vrednost sa senzora rastojanja HC-SR04 i tu vrednost šalje u bazu realnog vremena koja je prikazana na slici 6. Vrednost rastojanja se upisuje u čvor „dist_cm“. NodeMCU iz iste baze učitava vrednost iz čvora „relay“, i u zavisnosti od vrednosti podešava stanje povezanog releja.

Odgovarajući program [11] je napisan u C++, i učitana na mikrokontroler.



Slika 6. Firebase baza realnog vremena sa podacima

Baza realnog vremena je sa druge strane vezana na React web aplikaciju. Ova aplikacija u realnom vremenu prikazuje promene koje se dese u bazi realnog vremena. Takođe poseduje dugme sa prikazom trenutnog stanja releja iz baze. Klikom na dugme stanje releja se menja. Kada korisnik klikne na dugme nova vrednost stanja releja se upisuje u čvor „relay“, što će NodeMCU u prvom narednom ciklusu da pročita i odmah promeni stanje releja sa kojim je povezan. Web aplikacija može funkcionisati na nekom domenu na Internetu, ili na localhost-u, i prikazana je na slici 7. Primer sa slike koristi Firebase besplatni hosting, na lokaciji navedenoj u [12].



Slika 7. React web aplikacija koja predstavlja sastavni deo primera predstavljenog u ovom radu

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su predstavljeni NodeMCU, Firebase i React kroz opis njihovih najvažnijih osobina. Njihovom kombinacijom moguće je, putem bežične mreže, ostvariti kako prikaz očitane vrednosti na velike udaljenosti, tako i zadavanje komandi na velike udaljenosti.

U poglavlju 7 dat je primer gde se HC-SR04 senzorom očitava vrednost, koja se prikazuje na udaljenoj lokaciji, putem web aplikacije. Takođe je prikazana mogućnost da se putem web aplikacije zadaje komanda, koja se prenosi do udaljene tačka, i izvršava na releju koji upavlja potrošačem. Svi podaci se čuvaju, upisuju i isčitavaju u bazi realnog vremena po imenu Firebase.

Korišćenjem pomenutog sistema moguće je očitavati vrednosti i izvršavati komande u relanom vremenu koji je u praksi mnogo kraće od jedne sekunde, računajući od trenutka učitavanja/zadavanja komande do prikaza/izvršenja komande. Pomenuti sistem je u praksi sklopljen i uspešno testiran.

Mogućnosti za dalji razvoj su višestruke. Moguće je dodavati veći broj različitih kompatibilnih senzora, releja, te različitih aktuatora što je ograničeno mogućnostima NodeMCU. Još jedna mogućnost je povezivanje sa mobilnim aplikacijama, i implementacija sistema za obaveštavanje o bitnim događajima iz rada sistema. Algoritmi za automatizaciju su prisutni ovde, kao i kod Arduino sistema, i moguće ih je po potrebi implementirati korišćenjem C++ programskog jezika.

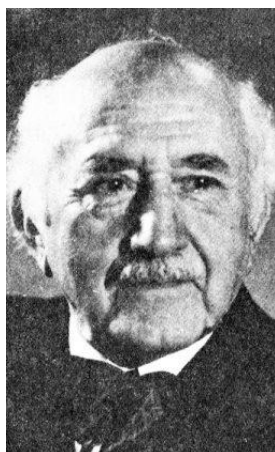
6. LITERATURA

- [1] Singh, S., Verma, S., & Kumar, S. Home Automation Using Node MCU, Firebase & IOT. International Journal of Scientific Research and Review. ISSN: 2279-543X, Volume 07, Issue 03, pp. 1289 – 1294, 2019.
- [2] Anjari, L., & Budi, A. H. S. The Development of Smart Parking System

based on NodeMCU 1.0 using the Internet of Things. International Symposium on Materials and Electrical Engineering (ISMEE) 2017.

- [3] Thamaraimanalan, T., Vivekk, S. P., Satheeshkumar, G., & Saravanan, P. Smart Garden Monitoring System Using IOT. Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST), Volume 2, Issue 2, pp. 186-192. 2018
- [4] Haller, S., Karnouskos, S., & Schroth, C. The internet of things in an enterprise context. In Future Internet Symposium. Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 14-28 2008.
- [5] Bento, A. C. IoT: NodeMCU 12e X Arduino Uno, Results of an experimental and comparative survey. International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies, Volume 6, Issue 1, ISSN: 2321-7782 (Online), 2018.
- [6] Firebase Realtime Database, <https://firebase.google.com/docs/database>
- [7] React, <https://reactjs.org/>
- [8] Kaushik, Vipul & Gupta, Kamali & Gupta, Deepali. React Native Application Development. 2019.
- [9] HC-SR04 Datasheet, <https://www.electroschematics.com/hc-sr04-datasheet/>
- [10] Fritzing, <https://fritzing.org/home/>
- [11] NodeMCU_Firebase, https://github.com/ezeljko1981/NodeMCU_Firebase
- [12] LiveResults&Commands, <https://vtszr-9e108.firebaseio.com/>

Adresa autora: Željko Eremić, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića 23, Zrenjanin, Republika Srbija
e-mail: zeljko.eric@vts-zr.edu.rs
Rad primljen: oktobar 2019.
Rad prihvaćen: decembar 2019.



АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ
(1893 – 1983)

Лекар, професор
Медицинског
факултета. Оснивач
Ветеринарског и
Фармацеутског
факултета и
Института за
хистологију и
ембриологију.

Свестрани
интелектуалац који
се поред медицином
бавио и музиком,
археологијом,
фотографијом.
Учесник Првог
светског рата, борац
и велики патриота.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIV, Број 32, децембар 2019. год.
Year XXIV, Issue 32, December 2019. year

ТЕХНОЛОГИЈЕ

Одговорни уредник
Проф. др Данијела Јашин
Висока техничка школа струковних студија
Зрењанин

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

MOGUĆNOSTI PRIMENE NUSPROIZVODA IZ PREHRAMBENE INDUSTRIJE U ISHRANI ŽIVOTINJA

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF BY- PRODUCTS IN ANIMAL FEED

GORDANA LUDAJIĆ
VESNA NADALIN
JELENA KIURSKI-MILOŠEVIĆ
ALEKSANDRA ŠUĆUROVIĆ

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

REZIME

Poslednjih nekoliko decenija ekspanzija proizvodnje alternativnih goriva iz biljnih sirovina, tradicionalno namenjenih ishrani, dovela je do značajnih promena na polju kako industrije energenata tako i poljoprivrede i prehrambene industrije. Trenutno je mogućnost upotrebe suve kukuruzne džibre sa rastvorenim materijama, sporednog proizvoda procesa proizvodnje bioetanol iz kukuruza kao i alkoholnih pića u žiži interesovanja. Njena primena u smešama za ishranu domaćih životinja, u koncentracijama većim od onih koje su do sada praktikovane, mogla bi pozitivno da utiče na ekonomsku isplativost proizvodnje ovog goriva, ali i da stabilizuje trenutno narušenu ravnotežu na tržištu prehrambenih proizvoda. U ovom radu prikazane su mogućnosti primene sporednih proizvoda iz proizvodnje bioetanol i industrije alkoholnih pića iz kukuruznog zrna.

Ključne reči: kukuruz, bioetanol, skrob, suva džibra sa rastvorenim materijama, hrana za životinje

ABSTRACT

In recent decades, the expansion of alternative fuels production from crops traditionally used for food and animal feed has led to significant changes in the field of energy production, agriculture and food industry.

The possibility of using dry distillers' grains with soluble (DDGS), by-product of bioethanol production from corn and wheat as well as alcoholic beverages industry, is now in focus. Application of DDGS in livestock and poultry diets in concentrations greater than traditional could positively affect the economic viability of this biofuel production, but also stabilize the current imbalance in the food and animal feed market. In this paper, the possibilities of by-products from corn grain bioethanol and alcoholic beverages production are presented.

Key words: Corn, Bioethanol, Starch, Dry distillers' grains with soluble, Feed

1. UVOD

Sa industrijskom revolucijom kukuruz je postao tražena sirovina ne samo za pripremanje hrane već i za rafinaciju niza industrijskih proizvoda – skroba, grizeva, glutena, ulja, alkohola. Danas je zanimljiv i lignocelulozni deo biljke kao sirovina za proizvodnju bioetanola, papira, ambalaže, iverice, kartona i niza drugih tehničkih proizvoda [1]. U našoj zemlji struktura potrošnje kukuruza je veoma nepovoljna. Više od 90% ukupno proizvedenog kukuruza odlazi u hranu za životinje, direktnu ili industrijski dorađenu, a ostatak za proizvodnju prehrambenih proizvoda i alkohola [2].

Postoje dve osnovne tehnologije prerade kukuruza: proces suvog mlevenja i proces mokrog mlevenja. Savremena proizvodnja skroba bazira se uglavnom na tradicionalnoj skrobarskoj odnosno vlažnoj preradi kukuruza [3]. Kukuruzni skrob kao osnovni proizvod skrobarske prerade predstavlja sirovinu za brojne tehnološke i biotehnološke procese u koje spada i proizvodnja bioetanola.

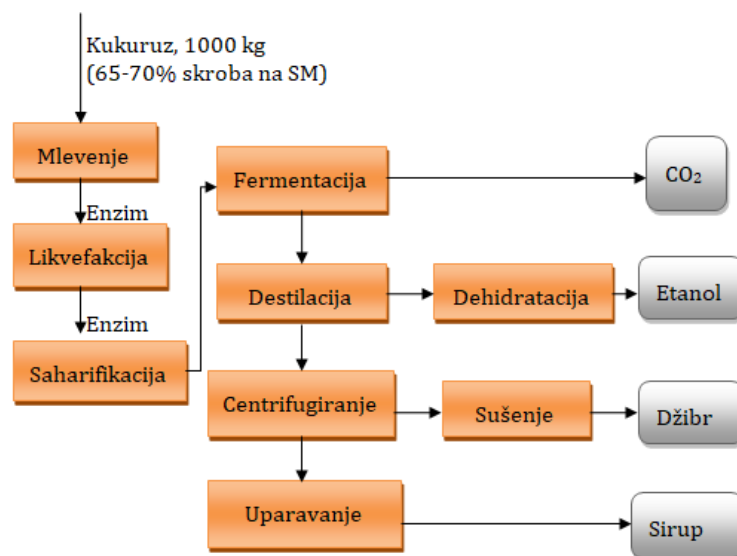
Osim skroba i zaslađivača, glavnih proizvoda skrobarske prerade kukuruza, značajno mesto zauzimaju i sporedni proizvodi: kukuruzno ulje i proizvodi namenjeni ishrani domaćih životinja – brašno od kukuruznog glutena, mekinje,

brašno od kukuruznih klica i koncentrovani kukuruzni ekstrakt [4].

Bioetanol je biogorivo koje se širom sveta najviše koristi kao zamena za fosilna goriva. Suva džibra sa rastvorenim materijama je najznačajniji sporedni proizvod procesa proizvodnje bioetanola iz kukuruza. Zahvaljujući visokoj hranljivoj vrednosti, sadržaju proteina i drugih hranljivih materija, predstavlja kvalitetno hranivo koje može naći primenu kao komponenta u smešama koje se koriste za ishranu životinja.

2. NUSPROIZVODI SUVE PRERADE KUKURUZNOG ZRNA IZ PROIZVODNJE ETANOLA

Ukoliko se proizvodnja bioetanola vrši na kukuruzu pripremljenom suvim mlevenjem značajan sporedni proizvod je visoko kvalitetna džibra (koja se koristi kao stočna hrana) i ugljendioksid. Danas je u svetu zastupljeniji postupak suvog mlevenja (oko 67%) s obzirom da su ukupni troškovi po litri proizvedenog etanola dva do četiri puta manji nego kod primene postupka mokrog mlevenja (koji je zastupljen svega oko 33%), a i sam tehnološki postupak je jednostavniji [5]. Tehnološka šema postupka suvog mlevenja i dobijanja etanola i prikazom sporednih proizvoda prikazana je na slici 1 [6].



Slika 1. Tehnološka šema postupka suvog mlevenja i dobijanja etanola iz kukuruza [6]

Kod suve prerade, prethodno samleveno zrno uvodi se u reaktor za likvefakciju u kome se meša sa vodom da bi se dobila kaša, a zatim se dodaju enzimi kako bi se skrob hidrolizom razložio do fermentabilnih šećera (slika 1). Posle likvefakcije sledi saharifikacija – druga faza hidrolize u kojoj se utečnjen skrob razlaže do glukoze, maltoze i graničnih dekstrina. Potom sledi fermentacija u kojoj se pomoću kvasca fermentabilni šećeri prevode u etanol. Etanol se izdvaja iz profermentisane podloge u destilacionim kolonama.

Sušenjem se dobija suva kukuruzna džibra (eng. *dried distillers' grains* – DDG). Tokom proizvodnje etanola iz kukuruza, na 1000 kg utrošenog kukuruza sa 12% vlage i 65% skroba (preračunato na suhu materiju), nastaje 229 kg suve džibre sa 90% suve materije. Pri tom se dobija 293 kg etanola [7].

Tokom proizvodnje etanola iz kukuruza u postupku suvog mlevenja, na 1.000 kg utrošenog kukuruza sa 12% vlage i 65% skroba (računatog na suhu materiju) nastaje 229 kg džibre sa 90% suve materije i 293 kg etanola (slika 1).

Prema ispitivanjima Belyea i saradnika [8] prosečan hemijski sastav suve kukuruzne džibre je sledeći (g/100 g suve materije): masti 11,9; proteini 31,3; sirova vlakna 10,2; vlakna rastvorljiva u kiselini 17,2; pepeo 4,6 i skrob 5,1. Primena džibre je raznovrsna, može se koristiti za ishranu stoke, kao đubrivo, kao mikrobiološka podloga, ili kao zamena dela tehnološke vode u procesu ukomljavanja sirovina [9]. Na tržištu se mogu naći sveža i suva džibra. Sveža džibra (sa oko 7-10% suve materije) se može koristiti za stočnu hranu na farmama u neposrednoj blizini fabrike etanola jer je podložna kvarenju, dok se osušena džibra može koristiti tokom cele godine.

Sporadni proizvod industrije etanola suva džibra sa rastvorenim materijama (SDŽSRM, što odgovara engleskom izrazu *dried distillers' grains with soluble* – DDGS) trenutno je najatraktivniji sporedni

proizvod industrije bioetanola zbog mogućnosti primene u ishrani goveda, svinja, živine i ribe. Industrija alkoholnih pića takođe proizvodi SDŽSRM (manje od 1% od ukupne proizvodnje SDŽSRM-a u SAD), ali je ona često tamnije boje, sastav joj više varira i sadrži manje svarljivih hranljivih materija od SDŽSRM-a iz proizvodnje bioetanola [10].

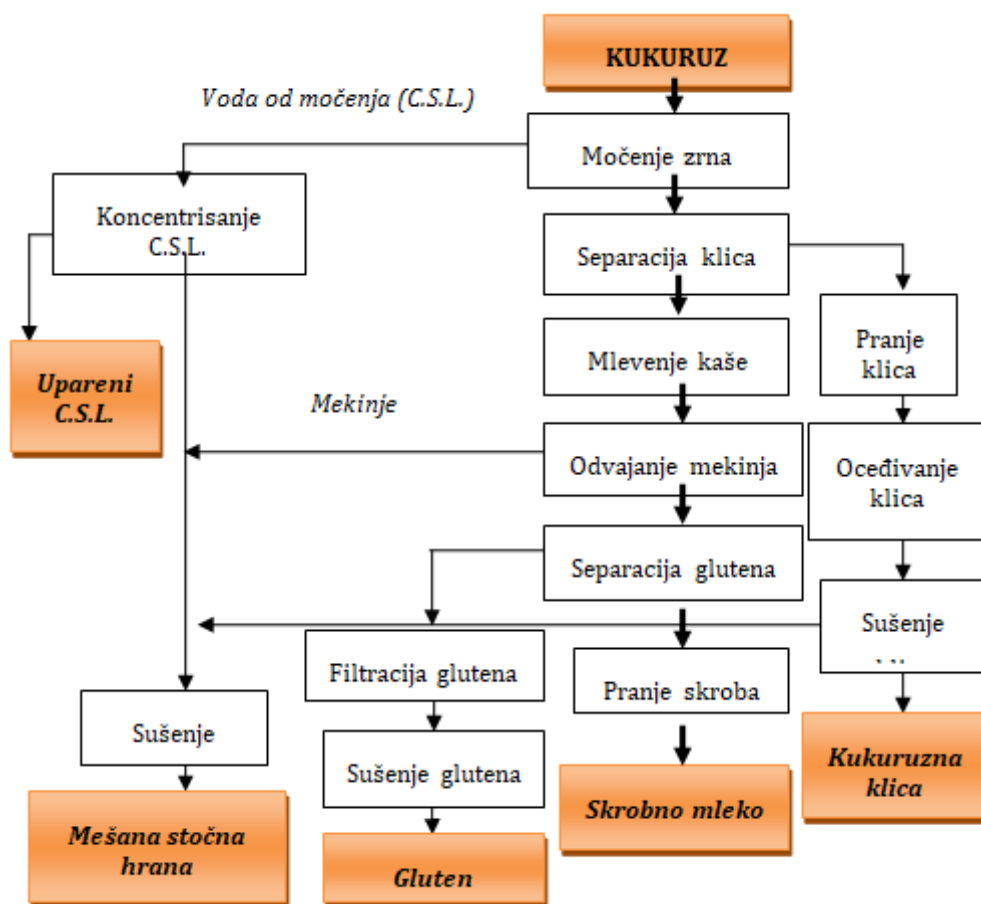
3. NUSPROIZVODI MOKRE PRERADE KUKURUZNOG

Tehnologija mokre prerade kukuruznog zrna, koja se smatra najsloženijom tehnologijom u prehrambenoj industriji, predstavlja integralni proces više sukcesivnih operacija, nakon kojih se zrno razdvaja (separiše) na svoje osnovne konstituente [3;11]. Postupak mokrog mlevenja je uveden pre više od 150 godina, u procesu proizvodnje kukuruznog skroba [11]. Tehnološki postupak koji se primenjuje pri mokroj preradi kukuruza, odnosno njegovoj preradi na skrobarski način, sastoji se od nekoliko osnovnih faza: močenje zrna, separacija klice, izdvajanje mekinja, izdvajanje glutena, pranje skroba i sušenje skroba (slika 2) [12].

U procesu mokre prerade, zrno se moči u vodi u kojoj je rastvoren SO₂ gas (voda za močenje). Nakon močenja, zrno se drobi da bi se izdvojila kukuruzna klica. Klica se suši u posebnoj sušnici, a kukuruzno ulje se može ekstrahovati odmah ili naknadno.

Mekinje se razdvajaju od skroba i glutena, a gluten se izdvaja centrifugovanjem. Nakon pranja, kukuruzni skrob se uvodi u reaktor za likvefakciju. Ostale faze procesa proizvodnje etanola su iste kao i kod suve prerade [13].

Primarni proizvod mokre prerade kukuruznog zrna – skrob predstavlja polaznu sirovinu za brojne procese transformacije u daljoj industrijskoj proizvodnji, odnosno višim fazama skrobarske prerade.



Slika 2. Tehnološka šema postupka mokrog mlevenja kukuruza

Voda od močenja kukuruza je visokoenergetski tečni sastojak hrana za životinje. Koncentrovani kukuruzni ekstrakt (eng. *corn steep liquor* ili *CSL*) dobija se koncentrisanjem vode od močenja sa rastvorljivim materijama. Sadrži oko 46% proteina, 26% mlečne kiseline, 18% mineralnih materija i 2,5% šećera. Može se takođe dodati kukuruznim mekinjama pre sušenja, kao proteinski suplement.

Kukuruzne klice se koriste u proizvodnji kukuruznog ulja, ekonomski najvrednije komponente kukuruznog zrna, a od pogače zaostale posle ceđenja i ekstrakcije se proizvodi brašno od kukuruznih klica.

Kukuruzni gluten ima visok sadržaj proteina i visoku energetska vrednost. Dobija se separacijom u procesu mokre prerade. U sebi sadrži minimalne količine skroba i zaostalih mekinja. Ovaj visoki energetski proteinski koncentrat obično sadrži oko 60% proteina.

Visok sadržaj ksantofila u kukuruznom glutenu čini ovaj proizvod posebno dragocnim i on je efikasan sastojak u hrani za živinu.

U tabeli 1 dat je uporedni prikaz sadržaja hranljivih materija u nekim od nusprodukata procesa fermentacije sa suvim mlevenjem, procesa mokrog mlevenja i industrije alkoholnih pića [14].

Kukuruzna droždina je deo kukuruznog zrna koji u procesu prerade ostaje posle izdvajanja velike količine skroba, glutena i klice.

Kukuruzna droždina može a ne mora biti peletizirana. Može a ne mora sadržati kornstip ili gluten, i može sadržati 0,5% aditiva koji poboljšavaju njenu svarljivost.

Kukuruzna droždina sadrži umerenu količinu proteina (tabela 1) a sastoji se od mekinja, kukuruznog ekstrakta i u nekim slučajevima brašna od kukuruznih klica.

Najčešće sadrži oko 21% protein. Aminokiselinski profil je sličan celom zrnu

kukuruzna, osim u slučaju kada ne sadrži brašno od kukuruznih klica.

Brojni prerađivači nude "vlažnu droždinu", koja se dobija presovanjem mekinja posle lučnih sita čime se smanjuje sadržaj vode. Može se prodavati u kombinaciji sa kornstipom ili sa pogačom od presovanja kukuruzne klice i tada sadrži 40-

60 % s.m. Kukuruzna droždina se najčešće koristi kao hrana za preživare jer po svom hemijskom sastavu predstavljaju smešu celuloze i hemiceluloze sa niskim sadržajem udelom skroba i proteina [11] predstavljaju dobar izvor energije za preživare koji mogu da metabolisu ova vlakna.

Tabela 1: Uporedni prikaz sadržaja hranljivih materija SDŽSRM preporučenog kvaliteta, kukuruzne droždine, kukuruznog glutenai pogače od kukuruznih klica

	<i>Kukuruzna SDŽSRM preporučenog kvaliteta [11]</i>	<i>Kukuruzna droždina[11]</i>	<i>Kukuruzni gluten[11]</i>	<i>Pogača od kukuruznih klica[11]</i>
<i>Suva materija, %</i>	93	87-90	90	90
<i>Ukupni proteini, %</i>	27,7	18-22	60	20,5
<i>Ukupne masti, %</i>	8,4	2-5	2,5	1
<i>Svarljiva energija (SE), kcal/kg</i>	3200	2990	4225	2230
<i>ADF, %</i>	16,3	13	5	14
<i>NDF, %</i>	34,6	35	-	-
<i>Arginin%</i>	1,13	0,78	2,08	1,30
<i>Histidin%</i>	0,69	0,61	1,40	0,69
<i>Izoleucin%</i>	1,03	0,88	2,54	0,69
<i>Leucin%</i>	2,57	2,20	10,23	1,79
<i>Lizin%</i>	0,62	0,64	1,01	0,90
<i>Metionin%</i>	0,50	0,37	1,78	0,58
<i>Treonin%</i>	0,94	0,78	2,20	1,09
<i>Triptofan %</i>	0,25	0,15	0,30	0,20
<i>Holin mg/kg</i>	2637	312,07	72,57	334,75
<i>Niacin mg/kg</i>	75	14,51	12,24	5,89
<i>Riboflavin mg/kg</i>	8,6	0,40	0,40	0,81
<i>Tiamin mg/kg</i>	2,9	0,40	0,04	0,90
<i>Biotin mg/kg</i>	0,78	0,15	0,03	0,04

4. ZAKLJUČAK

Suva džibra sa rastvorenim materijama (SDŽSRM) je najznačajniji sporedni proizvod procesa proizvodnje bioetanol iz kukuruza.

Zahvaljujući visokoj hranljivoj vrednosti, sadržaju proteina i drugih hranljivih materija, predstavlja kvalitetno hranivo koje može naći primenu kao komponenta u smešama koje se koriste za ishranu životinja.

Mokrom preradom se iz kukuruznog zrna, izdvoja glavni sastojak – skrob i

skrobni zaslađivači, kao i ostali nusproizvodi – gluten, mekinja i klica.

Nusproizvodi mokre prerade kukuruza - gluten, mekinja i klica koriste se kao komponente stočne hrane bogate vitaminima i mineralima koji pozitivno utiču na povećanje prinosa.

5. LITERATURA

- [1] Bekrić, V. (1997). Upotreba kukuruza, Institut za kukuruz „Zemun Polje”, Beograd – Zemun.
- [2] Milašinović, M., Radosavljević, M., Dokić, Lj., Jakovljević, J., Kapusniak, J.,

- Jane, J. (2007). Tehnološka vrednost u skrobarskoj preradi i karakterizacija skroba različitih genotipova kukuruza, XVI simpozijum Žito-hleb: „Tehnologija, kvalitet i bezbednost hrane“, Novi Sad 13-15- novembar 2007., Zbornik radova, 105-112.
- [3] Milašinović, M., Radosavljević, M., Dokić Lj., Jakovljević, J. (2007). Wet-milling properties of ZP maize hybrids, *Maydica* 52 289–292.
- [4] Johnson, L.A. (1994). Corn processing and utilization, *Encyclopedia of Agricultural Science*, Volume 1, Academic Press Inc.
- [5] Rakin, M., Nikolić S., Mojović, Lj., Vukašinović, M., Marinković-Šiler, S., Nedović, V. (2006). Dobijanje bioetanola iz kukuruza primenom različitih kultura kvasaca, *Racionalno korišćenje energije u metalurgiji i procesnoj industriji*. Monografija, Jugoslovenska inženjerska akademija, 139-146.
- [6] Mojović, Lj., Pejin, D., Lazić, M. (2007). Proizvodnja bioetanola za gorivo - stanje i perspektive, *Monografija*, Tehnološki fakultet, Leskovac.
- [7] Pejin, D., Glavardanov, R., Gaćeša, S., Popov, S. (2000). Alkohol kao gorivo – Pogled u budućnost, *Peto savetovanje industrije alkoholnih i bezalkoholnih pića i sirćeta*, Vrnjačka Banja, str. 29–38.
- [8] Belyea, R.L., Rausch, K. D., Tumbleson, M.E. (2004). Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing, *Bioresource technology* 94, 293-298.
- [9] Baras, J., Gaćeša, S., Jakovljević, J., Marjanović, N., Paunović, R., Pejin, D., Razmovski, R. (1996). Stanje i mogućnosti razvoja proizvodnje i primene etanola u Jugoslaviji, *Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu*.
- [10] US Grains Council, DDGS User Handbook, Nutrient composition of DDGS
<http://www.grains.org/index.php//buying-selling/ddgs-user-handbook>
- [11] Drapcho C.M., Nhuan N.P., Walker T.H. (2008). *Biofuels Engineering Technology*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [12] Johnson, L.A. (1994) Corn processing and utilization. in: Arntzen Charles J. i Ellen M. Ritter [ed.] *Encyclopedia of agricultural science*, New York-San Diego, itd: Academic Press.
- [13] Kim, S., Dale, B.E. (2005). Environmental aspects of ethanol derived from no-tilled corn grain: nonrenewable energy consumption and greenhouse gas emissions, *Biomass Bioenerg.* 28, 475–489.
- [14] NRC. (1994). Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of poultry. 9th Rev. ed. Washington DC: National Academy of Sciences-National Research Council.

Adresa autora: Gordana Ludajić, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića, Zrenjanin, Republika Srbija
e-mail: gludajic@gmail.com
Rad primljen: novembar 2019
Rad prihvaćen: decembar 2019



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIV, Број 32, децембар 2019. год.
Year XXIV, Issue 32, December 2019. year

ЕНЕРГЕТИКА

Одговорни уредник
Проф. др Јасмина Пекез
Технички факултет "Михајло Пупин"
Зрењанин

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE KAO FAKTOR ODRŽIVOG RAZVOJA

RENEWABLE ENERGY SOURCES AS A SUSTAINABLE DEVELOPMENT FACTOR

BRANISLAV LELEŠ
VESELIN MULIĆ

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

REZIME

Ostvarenje dugoročnih ciljeva održivog razvoja podrazumeva korišćenje obnovljivih izvora energije, kojima se neposredno utiče na očuvanje i zaštitu okoline, a posredno na kvalitet života i rast životnog standarda. Upotrebom obnovljivih izvora energije omogućava se racionalno korišćenje prirodnih resursa, stoga su u radu analizirani potencijali obnovljivih izvora energije kao što su energija biomase, hidroenergija, solarna energija, energija vetra i geotermalna energija. Dugoročnom politikom efikasne zaštite životne sredine i efikasnom primenom obnovljivih izvora energije stvaraju se neophodni preduslovi održivog života u budućnosti.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, održivi razvoj, životna sredina, prirodni resursi.

ABSTRACT

The achievement of the long-term goals of sustainable development involves renewable energy sources, which is directly affect the preservation and protection of the environment, and indirectly for quality of life and the growth of the living standard. The use of renewable energy sources enables the rational use of natural resources, therefore, the potential of renewable energy sources such as biomass, hydro, solar, wind and geothermal energy is analyzed. A long-term policy of efficient environmental protection and efficient use of renewable energy sources creates the necessary preconditions for a sustainable life in the future.

Key words: renewable energy sources, sustainable development, environment, natural resources

1. UVOD

Čovečanstvo je danas konfrontirano sa mnoštvom egzistencijalnih kriza, među kojima ekološka kriza zauzima posebno mesto, jer priroda skupo kažnjava čovekove greške koje narušavaju globalnu prirodnu ravnotežu. Prekomerna potrošnja prirodnih resursa dovela je do problema nestanka

fosilnih energenata, zagađenja životne okoline i klimatskih promena.

Koncepcija održivog razvoja inicira pronalazak načina za racionalno korišćenje prirodnih resursa, nudeći nov odnos prema životnoj sredini. Razvoj mora biti tako osmišljen i realizovan da doprinosi smanjivanju zagađivanja i štednji prirodnih resursa, odnosno korišćenjem resursa u

granicama njihove obnovljivosti. S obzirom na to da je snabdevanje energijom jedno od najvažnijih pitanja opstanka savremene civilizacije, da bi ono bilo održivo u budućnosti, potrebno je povećati dobijanje energije iz obnovljivih izvora.

2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Sve energetske resurse možemo podeliti na dve osnovne grupe: neobnovljive i obnovljive. Neobnovljivi energetske resursi su istovremeno i najznačajniji ekološki zagađivači i posredno i neposredno, a predstavljaju grupu energetskih resursa koji su potrošni, neobnovljivi i ograničeni. U neobnovljive energetske izvore spadaju: drvo, uglj, nafta, gas i uranijum u procesu fisije. Obnovljivi energetske izvori su obnovljivi, neiscrpn i bez posledica ili sa neznatnim posledicama po ekološke sisteme [1].

Obnovljivi izvori se smatraju jednim od ključnih izvora energije budućeg razvoja Zemlje. Danas, kada je efekat staklene bašte sve izraženiji a industrijska proizvodnja sve veća, obnovljivi izvori energije ne mogu se posmatrati bez ekološkog aspekta. Nekontrolisana koncentracija ugljen-dioksida (CO₂) u atmosferi preta da ugrozi ozonski omotač i povećava globalnu temperaturu, što može izazvati nesagledive posledice na planeti. Sa razvojem primene obnovljivih izvora, eliminisaće se skoro svi uticaji koji degradiraju životnu sredinu a istovremeno će se obezbediti praktično neograničene količine energije neophodne za dalji prosperitet čovečanstva [1].

Koliki su prirodno raspoloživi potencijali obnovljivih izvora energije na svetskom nivou, pokazuju sledeći podaci [12]:

- solarna energija daje 2.850 puta više energije nego što su trenutne globalne potrebe
- energija vetra daje 200 puta više energije nego što su trenutne globalne potrebe
- energija biomase daje 20 puta više energije nego što su trenutne globalne potrebe

- geotermalna energija daje 5 puta više energije nego što su trenutne globalne potrebe
- energije vode (energija kopnenih voda, energije talasa, plime i oseke) daju 3 puta više energije nego što su trenutne globalne potrebe.

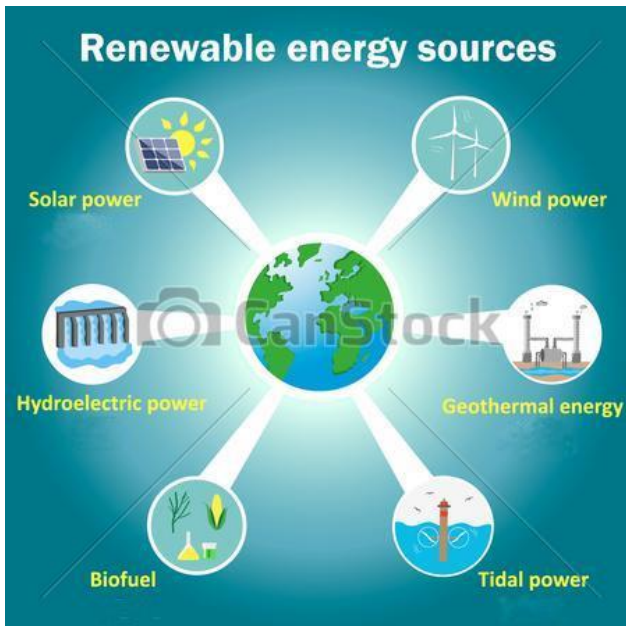
Iako su ukupni potencijali obnovljivih izvora energije 3.078 puta veći od ukupnih potreba čovečanstva,

udeo u globalnoj potrošnji energije dobijene iz obnovljivih izvora još uvek nije zadovoljavajući – u 2015. godini iznosio je 19,3%. Kapacitet obnovljivih izvora energije u svetu u 2016. godini iznosio je oko 921 GW. Na prvom mestu je Kina sa oko 254 GW, na drugom su SAD sa oko 145 GW, dok je Nemačka treća sa kapacitetom obnovljivih izvora energije oko 98 GW [2].

Obnovljive izvore energije čine solarna energija, energija vetra, hidroenergija, geotermalna energija, energija dobijena iz biomase, energija plime i oseke, talasa i morskih struja (slika 1). Obnovljive izvore energije možemo podeliti u dve glavne kategorije: tradicionalne obnovljive izvore poput energije čvrste biomase i velikih hidroelektrana i "nove obnovljive izvore energije" kao što su: biogorivo, biogas, male hidroelektrane, solarna fotonaponska energija, solarna termalna energija, energija vetra, geotermalna energija, energija mora (plima i oseka, talasi i morske struje).

1) Energija biomase, prvi i najstariji izvor energije koji su ljudi koristili, danas je obnovljivi izvor energije koji se široko koristi i koji je skoncentrisan u otpacima iz poljoprivrede (98%), šumske (1,5%) i drvoprerađivačke proizvodnje (0,5%). Biomasa čine biorazgradivi delovi proizvoda ili ostataka iz poljoprivrede, šumski otpad kao i biorazgradivi delovi industrijskog i gradskog otpada. U zavisnosti od agregatnog stanja, biomasa se može podeliti na:

- čvrstu (briketirana ili peletirana biomasa)
- tečnu (bioetanol, biometanol, biodizel) i



Slika 1. Prikaz obnovljivih izvora energije [3]

- gasovitu (biogas, deponijski otpad itd.).

Do 2001. godine biomasa se uglavnom koristila za proizvodnju toplote, a vrlo malo za proizvodnju električne energije, a od tada većinom se spregnuto proizvode i koriste toplotna i električna energija ili se preko biogasa proizvodi električna struja [4]. Globalni kapacitet energije biomase je u 2016. godini dostigao vrednost od 504 TWh. Na prvom mestu bile su SAD sa oko 68 TWh, a na drugom Kina sa oko 54 TWh. Proizvodnja biogoriva se u periodu 2006-2016. godine kontinuirano povećavala tako da je u 2016. godini dostigla vrednost 135 milijardi litara. Na prvom mestu je proizvodnja etanola sa oko 72%, zatim proizvodnja biodizela sa oko 23% i proizvodnja hidratnog biljnog ulja sa oko 4%. Najveći proizvođači biodizela su SAD i Brazil, što predstavlja oko 70% proizvodnje biogoriva [2].

2) Hidroenergija u strukturi svetske proizvodnje energije učestvuje sa oko 16%. U poslednjih 30-ak godina proizvodnja energije u hidroelektranama je utrostručena. Procenjuje se da je iskorišćeno oko 25% svetskog hidroenergetskog potencijala. Tehnički iskoristive vodne snage najveće su u Americi (oko 36% od ukupnih), zatim u

Aziji (oko 30%), Africi (oko 16,3%), dok su u Evropi oko 7%.

Hidroenergija se deli u dve kategorije:

- energija rečne vode (protočne, akumulacione i reverzibilne hidroelektrane)
- energija morske vode (energija talasa i morskih struja, plime i oseke).

Hidroenergija ima četiri glavne prednosti:

- 1) obnovljiva je
- 2) ekološki je najprihvatljivija, jer proizvodi zanemarive količine gasova koji izazivaju efekat staklene bašte
- 3) spada u najjeftiniji način za proizvodnju i čuvanje velikih količina električne energije i
- 4) lako je prilagodljiva potrebama potrošača pa ne ostavlja previše mogućnosti za rasipanje [5].

3) Solarna energija predstavlja obnovljiv i neiscrpan energetske resurs koji u energetici može imati značajno mesto. Od sunčeve svetlosti može se dobiti toplotna, električna ili hemijska energija. Najveći stepen iskorišćenja je kod pretvaranja sunčeve svetlosti u toplotnu energiju, a tu su i najveće potrebe.

Sunčeva energija predstavlja resurs kojim može da raspolaže svaka država bez uvozne zavisnosti, a pritom je to ekološki čista energija. Kada bi svako domaćinstvo imalo bar jednu jedinicu solarnog kolektora kojim bi se grejala sanitarna potrošna voda, uštedela bi se ogromna količina konvencionalne energije, što bi predstavljalo znatno rasterećenje elektroenergetskog sistema. Grejanje domaćinstava i industrijskih i drugih objekata, sistemi za grejanje potrošne sanitarne vode, naročito u bolnicama, staračkim i studentskim domovima, hotelima i restoranima donose ogromne uštede, a pritom ne zagađuju okolinu. Solarni globalni kapacitet u svetu iz godine u godinu, sa razvojem novih tehnologija koje se primenjuju u iskorišćavanju energije Sunca se povećava, tako da je u 2016. godini iznosio oko 303 GW [2].

4) Energija vetra je kinetička energija vazduha u pokretu. Za dobijanje električne

energije koriste se vetro turbine, koje kinetičku energiju vetra pretvaraju u mehaničku energiju, koja se okretanjem osovine rotora pretvara direktno u električnu ili se pretvara u energiju za vršenje nekog drugog mehaničkog rada (okretanje rotora pumpe za navodnjavanje ili pokretanje valjaka za mlevenje, strugara, za pokretanje plovniha objekata preko jedara i sl.) [6].

Raspoloživa snaga vetra se povećava osam puta kada se brzina vetra udvostruči. Zato su vetro generatori za električnu mrežu posebno efikasni pri većim brzinama vetra. Globalna kinetička energija vetra u proseku je iznosila oko $1,50 \text{ MJ/m}^2$ tokom perioda od 1979. do 2010. godine, $1,31 \text{ MJ/m}^2$ na severnoj hemisferi i $1,70 \text{ MJ/m}^2$ na južnoj hemisferi [7].

Ukupna količina ekonomično iskoristljive snage koja se dobija od vetra je znatno veća nego što predstavlja ljudsku energiju iz svih izvora. Iskorišćenje energije vetra kod turbina koje su sada u upotrebi kreće se u rasponu od 25% do 45% [3]. Na osnovu scenarija proizvodnje energije u budućnosti iz obnovljivih izvora energije, kao obnovljivi izvor energije vetar je na drugom mestu, posle energije Sunca. Vetroelektrane su imale najbrži rast od svih obnovljivih izvora energije na početku 21. veka. Kapacitet im se više nego devetostruko povećao od 2006. do 2016. godine, tako da je globalna proizvodnja energije sa vetroenerganama u 2016. godini iznosila oko 487 GW [2].

5) Geotermalna energija je toplota Zemlje. U zemljinoj kori postoje nalazišta termalnih voda i vodene pare, nalazišta toplih i vrelih stena i nalazišta magme. U poređenju sa svetskim rezervama uglja, geotermalne energije ima 70 puta više. Načini korišćenja geotermalnih fluida najviše zavise od njihove temperature. Voda niske temperature ($50\text{--}75^\circ\text{C}$) koristi se za grejanje stanova, radnog prostora i staklenika, voda srednje temperature (do 140°C) koristi se u industrijskim procesima, a voda visoke temperature i suva para ($140\text{--}350^\circ\text{C}$) za proizvodnju električne energije [3].

U zemljama EU geotermalna energija koristi se za grejanje stanova, radnih prostora i staklenika, sanitarne tople vode, proizvodnju električne energije, za uzgoj riba i u industriji – u tehnološkim procesima kao što su sušenje, isparavanje, destilacija, pranje i bojenje, procesno zagrevanje i grejanje industrijskih postrojenja [5]. Krajem 2016. godine prve u svetu po proizvodnji geotermalne energije su bile SAD sa globalnim kapacitetom oko 3,6 GW, na drugom mestu Filipini sa kapacitetom oko 1,9 GW, a na trećem mestu Indonezija sa kapacitetom oko 1,6 GW [2].

3. EKONOMIJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Tehnološki i ekonomski napredak jedne zemlje meri se stepenom upotrebe prirodnih resursa. Osnovu većeg dela razvoja čine neobnovljivi resursi. Industrijska proizvodnja beleži stalnu stopu rasta, a njena razvojna osnova beleži stalnu stopu smanjivanja mineralnih rezervi. To vodi opasnoj ali neizbežnoj situaciji – potpunom nestanku zaliha te vrste resursa [9].

Činjenica da se smanjuje resursna osnova neobnovljivih mineralnih sirovina kao i negativan uticaj njihove eksploatacije na životnu sredinu, dovela je do povećanog interesovanja za obnovljive izvore energije.

Početak 2000-tih zemlje EU usvajaju Zakone o obnovljivim energentima, koji podstiču korišćenje obnovljivih izvora energije. Savet ministara Evropske unije i Evropski parlament usvojili su 2001. godine direktivu o promociji električne energije iz OIE na internom tržištu električne energije (direktiva 2001/77/EC). Direktiva se odnosi na sledeće obnovljive energetske izvore: vetar, sunce, geotermalnu energiju, talase, plimu, hidroenergiju, biomasu, zemni gas i biogas [4].

Neiskorišćen potencijal biomase, sunčeve, hidroenergije, energije vetra i geotermalne energije je još uvek visok. Međutim, poslednjih godina u mnogim evropskim zemljama razvoj ovog sektora je povećan. Evropska unija donela je svoju

strategiju u borbi protiv klimatskih promena kroz Plan održivog razvoja Evrope 2020. god. u kojoj su postavljeni ambiciozni ciljevi u pogledu energije (tzv. 20-20-20). Glavni ciljevi direktive Evropske unije do 2020. godine su [10]:

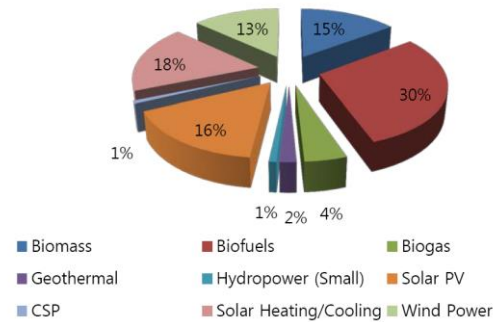
- 1) 20% manje emisije CO₂
- 2) 20% obnovljivih izvora energije
- 3) 20% veća energetska efikasnost.

Prelaz sa konvencionalnih izvora energije na obnovljive izvore neće se dogoditi preko noći. Zato treba neprekidno raditi na stvaranju čistog, sigurnog i neiscrpnog načina dobijanja energije.

Strateška orijentacija ka korišćenju obnovljivih izvora energije ima bar tri razloga:

- Korišćenjem OIE smanjuju se nacionalne zavisnosti od uvoza energije.
- Korišćenjem OIE smanjuje se opšte zagađenje životne sredine, kako na lokalnom nivou, tako i u nacionalnim i prekograničnim razmerama, jer sistemi konverzije OIE u druge oblike energije ne emituju zagađujuće materije u okolinu.
- Sistemi za konverziju OIE ne emituju ni tzv. gasove staklene bašte, koji izazivaju globalno zagrevanje, te se tako doprinosi globalnoj akciji za ublažavanje klimatskih promena [11].

Ulaganje u razvoj tehnologije za iskorišćenje obnovljivih izvora energije i sama postrojenja koja proizvode energiju iz ovih izvora uzrok su povećanja broja direktnih i indirektnih poslova, što dovodi do otvaranja novih radnih mesta (slika 2). Procena broja zaposlenih u obnovljivim izvorima energije u 2016. godini (tehnologija i postrojenja za OIE) je oko 8,3 miliona radnika [13]. Najveći broj zaposlenih u 2016. godini (direktno i indirektno) imala je solarna energija (oko 3,9 miliona radnika), zatim energija dobijena iz biomase (oko 2,5 miliona radnika), a na trećem mestu energija vetra (oko 1,2 miliona radnika) [2].



Slika 2. Procentualna raspodela poslova u obnovljivoj energiji širom sveta od strane industrije zasnovane na GSR-u – Izveštaj za 2012. godinu [14]

4. POTENCIJAL KORIŠĆENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U SRBIJI

U Srbiji postoji značajan energetska potencijal obnovljivih izvora energije u iznosu od više od 3.000.000 tona ekvivalentne nafte godišnje. Oko 80% ovog potencijala čini biomasa. Istovremeno, ukupna potrošnja fosilnih goriva je na nivou od 12.000.000 tona ekvivalentne nafte. Kada bi se iskoristilo samo 10% potencijala biomase radi obezbeđenja toplinskih energetska usluga, za šta se godišnje u Srbiji potroši oko 2,5 miliona tona ekvivalentne nafte, ušteda na račun smanjenog uvoza iznosila bi oko 60 miliona evra godišnje [4].

Republika Srbija se nalazi u energetska zavisnosti od uvoza i zbog toga je veoma važno pristupiti povećanju primene obnovljivih izvora energije. Strateška opredeljenja u Republici Srbiji predviđaju porast udela obnovljivih izvora energije i može se očekivati da će ovo pitanje uskoro biti izuzetno aktuelno sa ekonomskog i strateškog polazišta. Primena komfornih i sa polazišta uticaja na životnu sredinu prihvatljivih rešenja omogućila bi bolje korišćenje raspoloživih izvora energije, doprinela poboljšanju standarda stanovništva i kreirala nova radna mesta [4].

5. ZAKLJUČAK

Zaštita i unapređenje čovekove sredine značajan je globalni problem savremenog društva. Rast industrijske aktivnosti povećao je pritisak na životnu sredinu, pri čemu sektor energetike predstavlja jednog od najvećih zagađivača. Da bi se sačuvala životna sredina, jedno od najvažnijih pitanja održivog razvoja i opstanka savremene civilizacije je efikasno korišćenje energije što većom upotrebom obnovljivih, a štednjom neobnovljivih prirodnih resursa. Postoje tradicionalni obnovljivi izvori, kao što su energija biomase i hidroenergija i novi obnovljivi izvori, u koje spadaju solarna energija, energija vetra i geotermalna energija.

Obnovljivi izvori energije smatraju se energijom budućnosti, odnosno čistom energijom, koja će zameniti fosilna goriva i njihov štetan uticaj na okolinu. Iako su ukupni energetske potencijali obnovljivih izvora energije 3.078 puta veći od tekućih globalnih potreba, iz njih se dobija svega 19,3% ukupne svetske energije. Strateško opredeljenje u Republici Srbiji predviđa porast udela obnovljivih izvora energije jer se Republika Srbija nalazi u energetske zavisnosti od uvoza i zbog toga je veoma važno povećati primenu obnovljivih izvora energije.

6. LITERATURA

- [1] Jovanović, G., Božilović, S.: Alternativni izvori energije i održivi razvoj, Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment, Inovativnost: generator novih znanja, VII Naučno-stručni skup, pp. 131-136, Zrenjanin, 2018
- [2] Karabegović, I.: Trend primjene obnovljivih izvora energije u svijetu - Mogućnost otvaranja novih radnih mjesta, Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment, Inovativnost: generator novih znanja, VII Naučno-stručni skup, pp. 37-54, Zrenjanin, 2018
- [3] <https://www.canstockphoto.com/energy-sources-vector-infographics-34112549>
- [4] <http://www.agroplod.rs/obnovljivi-izvori-energije/biomasa-obnovljiv-izvor-energije/>
- [5] Rešić, R.: Ekonomija prirodnih resursa i životne sredine, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2002
- [6] Walker, J. F., Jenkins, N.: Wind Energy Technology, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1997
- [7] http://www.vtsnis.edu.rs/Predmeti/alternativni_izvori_energije/aie_vezbe_2013_2_4.pdf
- [8] Entesar, S.: Značaj ekoloških standarda i ekološkog upravljanja za održivi razvoj Libije, master rad, Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd, 2018
- [9] Magdalinović, N., Magdalinović–Kalinović, M.: Upravljanje prirodnim resursima, Tercija, Bor, 2010
- [10] <http://e-learning.gornjogradska.eu/energijaekologijaengleski-ucenici/1-obnovljivi-izvori-energije/>
- [11] Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine, sa projekcijama do 2030. godine, "Službeni glasnik RS", No. 101, Beograd, 2015
- [12] Gburcik, V.: Resursi energije sunčevog zračenja i vetra u Srbiji, Univerzitet i održivi razvoj, (priredio Pavlović V.), Univerzitet u Beogradu, Fakultet političkih nauka, Centar za ekološku politiku i održivi razvoj, pp. 207-226, Beograd, 2011
- [13] Martinot, E.: Renewable 2017 Global Status Report, REN21 Secretariat, Paris, 2017
- [14] Abolhosseini, S., Heshmati, A., Altmann, J.: A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies, Discussion Paper No. 8145, IZA P.O. Box 7240 53072 Bonn, Germany, April 2014

Adresa autora: Branislav Leleš, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića 23, Zrenjanin, Republika Srbija
e-mail: branislav2412@gmail.com
Rad primljen: oktobar 2019
Rad prihvaćen: decembar 2019



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIV, Број 32, децембар 2019. год.
Year XXIV, Issue 32, December 2019. year

МЕНАѢМЕНТ

Одговорни уредник
Проф. др Дејан Молнар
Економски факултет
Београд

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

АНАЛИЗА ПОТРЕБА И МОГУЋНОСТИ ЗА УСКЛАЂИВАЊЕМ ПОНУДЕ И ТРАЖЊЕ НА ТРЖИШТУ РАДА У ГРАДУ ЗРЕЊАНИНУ

ANALYSIS OF THE NEEDS AND POSSIBILITIES FOR MATCHING OF SUPPLY AND DEMAND ON THE LABOR MARKET IN CITY OF ZRENJANIN

ДЕЈАН МОЛНАР

Универзитет у Београду – Економски факултет

РЕЗИМЕ

Предмет рада је испитивање (не)усклађености понуде и тражње на локалном тржишту рада у Зрењанину. Основни циљ истраживања био је да се дође до што је могуће прецизнијих података о: 1. конкретним потребама привредних субјеката са подручја града Зрењанина у погледу радне снаге; 2. ограничењима за развој привреде у граду Зрењанину услед неодговарајуће понуде радне снаге; 3. основним димензијама неусклађености између тражње и понуде за радном снагом на локалном тржишту рада; 4. вештинама и компетенцијама радне снаге које локални образовни систем генерише; 5. могућим мерама за унапређење стања у овој области на подручју града Зрењанина. Истраживање је показало да на тржишту рада на подручју града Зрењанина постоји неусклађеност између понуде и тражње за радном снагом. У раду се износи став да је потребно унапредити механизам праћења и предвиђања потреба привреде за радном снагом и усклађивања наставних програма и планова стручних школа са тим потребама. Предлажу се и конкретне мере за унапређење стања у овој области на подручју Зрењанина, са посебним акцентом

на неопходност да се представници привреде у наредном периоду у већој мери укључе у процес формалног, али пре свега неформалног образовања.

Кључне речи: (не)усклађеност понуде и тражње за радом, средње стручне школе, формално и неформално образовање, приватни сектор, предузетништво, Зрењанин.

ABSTRACT

The subject of this paper is to examine the (mis)matching of supply and demand in Zrenjanin's local labor market. The main objective of the research was to obtain as accurate as possible information on: 1. specific needs of business entities in the Zrenjanin area in terms of manpower; 2. restrictions on economic development in the city of Zrenjanin due to inadequate labor supply; 3. basic dimensions of the mismatch between demand and supply of labor in the local labor market; 4. skills and competences of the workforce generated by the local education system; 5. possible measures for improvement of the situation in this area in Zrenjanin. The survey showed that there is a mismatch between the supply and demand for labor in the labor

market in the Zrenjanin area. The paper argues that it is necessary to improve the mechanism of monitoring and anticipating the needs of the economy for the workforce and aligning curricula of vocational secondary schools with those needs. Concrete measures to improve the situation in this area in the city of Zrenjanin are proposed, with particular emphasis on the need for business representatives to become

more involved in the process of formal, but primarily non-formal education in the coming period.

Key words: (mis)matching labor supply and demand, vocational secondary schools, formal and non-formal education, private sector, entrepreneurship, Zrenjanin.

1. ПОЛАЗНЕ ОСНОВЕ ИСТРАЖИВАЊА

Тржиште рада јесте део укупног тржишног система на којем се сусрећу понуда и тражња за радном снагом. Послодавци представљају тражњу за радом, док радници са својим компетенцијама и вештинама чине понуду рада. Да би се привреда развијала потребни су јој квалитетни кадрови. У том смислу, привреда има интереса да узме учешће у процесу креирања знања, вештина и компетенција будуће радне снаге.

Једна од најважнијих претпоставки за развој конкурентне и јаке локалне економије јесте постојање радне снаге која је довољно стручна, способна и вешта да одговори на изазове и промене у окружењу. Како би се одговорило на ове изазове и приоритете, потребно је учинити напоре у домену развоја људских ресурса на локалном нивоу, са циљем да се њихове вештине, знања, компетенције и способности ускладе са постојећим и будућим потребама послодаваца.

Утисак је да на тржишту рада на подручју Зрењанина постоји континуирана неусклађеност између понуде и тражње за радном снагом. Како би се ускладиле понуда и тражња за радном снагом и повећала запосленост у граду (пре свега младих), потребно је унапредити механизам праћења и предвиђања потреба привреде и усклађивања наставних програма и планова средњих стручних школа са тим идентификованим потребама.

Улога локалне привреде би у овом процесу могла да буде веома битна. Привредна друштва би у комуникацији са локалном самоуправом требало да, најпре, пруже информације о томе који су кадрови дефицитарни са становишта њихових потреба. На тај начин би била направљена објективна процена врсте и броја потребних компетенција. Ове активности би требало да за резултат имају формирање базе локалних вештина, знања и способности. Затим би у процесу требало да се укључе представници средњих стручних школа, како би се заједно са њима изнашле могућности за осавремењивање и измену образовних програма. Поред тога, представници привреде би могли да на различите начине допринесу у овом процесу, тако што би поред прецизних информација о својим потребама, давали просторне, стручне, финансијске и друге ресурсе.

Један од највећих проблема у нашој земљи јесте висока стопа незапослености младих. За последицу имамо ситуацију да се млади одлучују или за неактивност (ни не траже посао) или за одлазак у иностранство. Са друге стране, наша привреда, али и друштво у целини остају ускраћени за допринос оних који би у најскоријој будућности требало да представљају носиоце развојних активности. При томе, већина младих тражи одговарајући посао дуже време, док сваке године свршени средњошколци и студенти повећавају понуду радне снаге.

Једно могуће решење јесте повећавање предузетничких способности младих, те креирање повољног амбијента

за предузетничке активности младих. Ово је нарочито важно данас, када дигитална трансформација и информационо-комуникационе технологије прожимају готово све делатности.

Млади су онај део становништва који је способан и вољан да се упусти у предузетничке активности, да преузме ризик и да се бави иновативнијим делатностима које су карактеристичне за модерно време. Међутим, без успостављања подстицајног амбијента за развој предузетништва младих, те без одговарајуће припреме нових нараштаја за предузетништво и samozapošљавање, овај битан сегмент популације се веома лако од потенцијала може претворити у проблем (миграциона кретања ка већим центрима у земљи, па и одлазак из земље, затим различите негативне друштвене појаве попут насиља, раста стопе криминалитета и сл.).

Други битан аспект јесте континуирано усклађивање вештина, знања и компетенција којима располаже радна снага (понуда) са потребама привреде у погледу одређених компетенција радне снаге (тражња). Непрекидни и убрзани технолошки напредак, посебно у контексту актуелне индустријске револуције 4.0 (дигитализација), претпоставља све брже структурно прилагођавање привреде. То значи да предузећа која претендују да победе у тржишној утакмици имају све већу потребу за савременим и модерним знањима. Утисак је, међутим, да систем образовања није „на висини задатака“. Потребно је увођење нових, модерних образовних профила, али и континуирано унапређење знања, вештина и компетенција у складу са потребама савремене привреде која своју конкурентност заснива на иновацијама и знању.

Припрема генерација које долазе за савремено тржиште рада подразумева да се посебна пажња посвећује развоју дигиталне писмености, аналитичких вештина, знања како се учи и како се

стиче знање, свести да се мора учити током целог живота, осећаја за иницијативу и предузетништво итд. Чињеница да је присутна континуирана неусклађеност између понуде и тражње за радном снагом само додатно намеће потребу да се унапређује механизам праћења и предвиђања потреба привреде, са једне стране, те флексибилност наставних програма и планова стручних школа, са друге стране. Било би добро да наставни планови и програми у што већој мери уваже потребе, мишљења и ставове привредника и послодаваца. Добро осмишљеним системом кратких обука, програма преквалификације и доквалификације (и незапослених и запослених), те различитих облика тзв. неформалног образовања треба помагати радној снази (посебно младима) да се прилагоди потребама тржишта рада.

2. АНАЛИЗА ПОНУДЕ И ТРАЖЊЕ ЗА РАДОМ У ГРАДУ ЗРЕЊАНИНУ

2.1. АНАЛИЗА ГЕНЕРИСАЊА ПОНУДЕ РАДА У ЗРЕЊАНИНУ – ПРОИЗВОДА ОБРАЗОВНОГ СИСТЕМА

Подаци о броју ученика који се уписују у средњим школама на подручју града Зрењанина у школској 2019/2020. години дати су у наредним табелама (таб 1. – таб. 7.).

Табела 1. ЕКОНОМСКО-ТРГОВИНСКА ШКОЛА „ЈОВАН ТРАЈКОВИЋ”

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
ЕКОНОМСКИ ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	30	4 године
КОНОБАР	Средње стручно образовање	30	3 године
КУВАР	Средње стручно образовање	30	3 године
КУВАР (одељење на мађарском језику)	Средње стручно образовање	30	3 године
ПРАВНО-ПОСЛОВНИ	Средње	30	4 године

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
ТЕХНИЧАР	стручно образовање		
ТРГОВАЦ	Средње стручно образовање	30	3 године
ТУРИСТИЧКО-ХОТЕЛИЈЕРСКИ ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	30	4 године
ФИНАНСИЈСКИ АДМИНИСТРАТОР	Средње стручно образовање	30	4 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Табела 2. ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКА И ГРАЂЕВИНСКА ШКОЛА „НИКОЛА ТЕСЛА”

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
АРХИТЕКТОНСКИ ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	30	4 године
ДЕКОРАТЕР ЗИДНИХ ПОВРШИНА	Средње стручно образовање	15	3 године
ЕЛЕКТРОИНСТАЛАТЕР	Средње стручно образовање	15	3 године
ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧАР ЗА ТЕРМИЧКЕ И РАСХЛАДНЕ УРЕЂАЈЕ	Средње стручно образовање	15	3 године
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧАР АУТОМАТИКЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧАР ЕНЕРГЕТИКЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧАР ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА	Средње стручно образовање	30	4 године
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧАР ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА (одељење на мађарском језику)	Средње стручно образовање	30	4 године
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧАР РАЧУНАРА	Средње стручно образовање	30	4 године
РУКОВАЛАЦ ГРАЂЕВИНСКОМ МЕХАНИЗАЦИЈОМ	Средње стручно образовање	15	3 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Табела 3. ЗРЕЊАНИНСКА ГИМНАЗИЈА

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
ДРУШТВЕНО-ЛЕЗИЧКИ СМЕР	Опште средње образовање	60	4 године
ОПШТИ ТИП (одељење на мађарском језику)	Опште средње образовање	30	4 године
ОПШТИ ТИП	Опште средње образовање	120	4 године
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ СМЕР	Опште средње образовање	60	4 године
УЧЕНИЦИ СА ПОСЕБНИМ СПОСОБНОСТИМА ЗА РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКУ	Опште средње образовање	20	4 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Табела 4. МЕДИЦИНСКА ШКОЛА

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
МЕДИЦИНСКА СЕСТРА – ТЕХНИЧАР (одељење на мађарском језику)	Средње стручно образовање	30	4 године
МЕДИЦИНСКА СЕСТРА – ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	90	4 године
ФАРМАЦЕУТСКИ ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	30	4 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Табела 5. СРЕДЊА ПОЉОПРИВРЕДНА ШКОЛА

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
ВЕТЕРИНАРСКИ ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	30	4 године
ПОЉОПРИВРЕДНИ ТЕХНИЧАР	Средње стручно образовање	30	4 године
РУКОВАЛАЦ – МЕХАНИЧАР ПОЉОПРИВРЕДНЕ ТЕХНИКЕ	Средње стручно образовање	30	3 године
ТЕХНИЧАР ХОРТИКУЛТУРЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
ЦВЕЂАР – ВРТЛАР	Средње стручно образовање	30	3 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Табела 6. ТЕХНИЧКА ШКОЛА

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
БРАВАР – ЗАВАРИВАЧ	Средње стручно образовање	30	3 године
ВОЗАЧ МОТОРНИХ ВОЗИЛА	Средње стручно образовање	30	3 године
МАШИНСКИ ТЕХНИЧАР ЗА КОМПЈУТЕРСКО КОНСТРУИСАЊЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
РУКОВАЛАЦ ПОСТРОЈЕЊИМА ЗА ДОБИЈАЊЕ НАФТЕ И ГАСА	Средње стручно образовање	30	3 године
ТЕХНИЧАР ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА	Средње стручно образовање	60	4 године
ТЕХНИЧАР ЗА КОМПЈУТЕРСКО УПРАВЉАЊЕ (СНС) МАШИНА	Средње стручно образовање	30	4 године
ТЕХНИЧАР МЕХАТРОНИКЕ	Средње стручно образовање	30	4 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Табела 7. ХЕМИЈСКО-ПРЕХРАМБЕНА И ТЕКСТИЛНА ШКОЛА „УРОШ ПРЕДИЋ“

Назив програма	Врста	Број ученика 2019/2020.	Трајање
МЕСАР	Средње стручно образовање	15	3 године
МОДЕЛАР ОДЕЋЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
ОПЕРАТЕР У ПРЕХРАМБЕНОЈ ИНДУСТРИЈИ	Средње стручно образовање	15	3 године
ПЕКАР	Средње стручно образовање	30	3 године
ТЕХНИЧАР ЗА ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
ТЕХНИЧАР ЗА ПОЛИМЕРЕ	Средње стручно образовање	30	4 године
ТЕХНИЧАР ЗА ХЕМИЈСКУ И ФАРМАЦЕУТСКУ ТЕХНОЛОГИЈУ	Средње стручно образовање	30	4 године

Извор: <https://www.obrazovanje.rs/>

Поред средњих школа у Зрењанину постоје и Висока техничка школа струковних студија и технички факултет

„Михајло Пупин“ (Универзитет у Новом Саду).

Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину расписује Конкурс за упис 340 студената у прву годину основних струковних студија школске 2019/2020. године (први конкурсни рок) на студијске програме:

- ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО – укупно 40 студената
- ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ НА РАДУ – укупно 30 студената
- ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО – укупно 148 студената
- МАШИНСКО ИНЖЕЊЕРСТВО – укупно 56 студената
- ИНЖЕЊЕРСКИ МЕНАџМЕНТ У КРИЗНИМ УСЛОВИМА – укупно 60 студената

Када је у питању факултет „Михајло Пупин“, на поједине студијске програме основних, мастер и докторских академских студија, може се уписати следећи број студената:

Табела 8. Основне академске студије

Студијски програм	Буџет	Самофинансирање	Укупно
Информационе технологије	55	25	80
Информатика и техника у образовању	10	5	15
Менаџмент информационих технологија	14	6	20
Информационе технологије – софтверско инжењерство	25	15	40
Инжењерски менаџмент	45	35	80
Машинско инжењерство	30	10	40
Одевно инжењерство	25	15	40
Инжењерство заштите животне средине (заједнички ст. прог. са ФТН)	25	10	35
Индустријско инжењерство у експлоатацији нафте и гаса	20	20	40
УКУПНО:	249	141	390

Извор:

<http://www.tfzr.uns.ac.rs/upis/konkurs>

Табела 9. Мастер академске студије

Студијски програм	Буџет	Самофинансирање	Укупно
Информационе технологије	18	14	32
Машинско инжењерство	14	18	32
Инжењерски менаџмент	14	18	32

Одевно инжењерство	8	8	16
Информатика и техника у образовању	19	16	35
Информационе технологије у е-управи и пословним системима	14	18	32
УКУПНО:	87	92	179

Извор:

<http://www.tfzr.uns.ac.rs/upis/konkurs>

Табела 10. Докторске академске студије

Студијски програм	Буџет	Самофинансирање	Укупно
Инжењерски менаџмент – докторске студије	/	12	12
УКУПНО:	/	12	12

Извор:

<http://www.tfzr.uns.ac.rs/upis/konkurs>

2.2. ТРАЖЊА ЗА РАДОМ У ЗРЕЊАНИНУ

У наставку приказујемо занимања која су послодавци у Зрењанину тражили преко Националне службе за запошљавање (НСЗ) у току 2018. године.

Табела 11. Најтраженија занимања према пријављеним потребама послодавца, кумулативни преглед за период 01.01.-31.12.2018. године.

Лица без занимања и стручне спреме	610
Манипулант у производњи каблова и проводника	401
Чистач просторија	33
Комунални хигијеничар	28
Манипулант у обради метала	8
Манипулант у прехранбеној производњи	6
Спремачица у здравству	5
Гумарски манипулант	4
Електромеханичарски манипулант	2
Манипулант у преради метала	2
I	1.099
Шивач текстила	26
Помоћни грађевински радник	13
Пољопривредни тракториста	5
Помоћник живинара	5
Купалишни спасилац	4
Возач виљушкар	4
Помоћни кувар	4
Помоћник пекара	3
Пакер	3

Аутоперач - подмазивач	2
II	80
Продавац	320
Месар	107
Возач друмског возила	88
Израђивач горњих делова обуће	52
Кројач	48
Бравар	47
Тесар	37
Зидар	28
Возач теретњака	27
Магационер	25
III	1.053
Електроенергетски техничар	50
Продавац	35
Конобар	31
Административни техничар	28
Електротехничар електронике (IV CCC)	21
Машински техничар - конструктор (IV CCC)	18
Пољопривредни техничар за производњу биља (IV CCC)	11
Универзални заваривач	10
Техничар обраде метала на машинама са нумеричким управљањем	10
Кувар	10
IV	327
Продавац - специјалиста	6
Неразврстани машински технолози 5. категорије сложености	2
Процесни организатор набавке, продаје и складиштења робе	2
Пословни секретар	2
Инструктор возње	1
Камерман сниматељ	1
Техничар у ратарству - специјалиста	0
Техничар у цвећарству - специјалиста	0
V	14
Машински инжењер	8
Комерцијалиста	4
Наставник немачког језика	2
Наставник енглеског језика	2
Наставник општетехничког образовања	2
Инжењер прехранбене технологије	1
Економиста за финансије, рачуноводство и банкарство	1
Наставник ликовног васпитања	1
Виша медицинска сестра	1
Пољопривредни инжењер за производњу биља	0
VI-1	22
Менаџер	10
Васпитач	9
Економиста	6

Информатичар	5
Инжењер машинства	3
Струковни инжењер технологије	3
Оперативни технолог за заваривање - специјалиста	2
Инжењер технологије	1
Професор мађарског језика и књижевности	1
Историчар уметности	1
VI-2	41
Новинар	14
Дипломирани економиста за општу економију, банкарство и финансије	8
Дипломирани машински инжењер за производно машинство	7
Доктор ветеринарске медицине	4
Дипломирани економиста	4
Дипломирани информатичар	4
Дипломирани професор српског језика и књижевности / мастер професор српског језика и књижевности	4
Доктор медицине	4
Дипломирани инжењер пољопривреде	3
Дипломирани машински инжењер / мастер инжењер машинства	3
VII-1	117

Извор: Национална служба за запошљавање

Оно што се из претходног прегледа може видети јесте следеће: од укупног броја тражених радника у току 2018. године (2.753), према степену стручне спреме структура тражње изгледа овако: I – 40%; II – 3%; III – 38%; IV – 12%; V – 0,5%; VI – 2,3%; VII – 4,2%

Чак 93% од онога што су послодавци тражили на тржишту рада се односило на квалификације до 4. степена стручне спреме (завршена средња школа).

Од тога, на пример, чак 610 тражених радника је без стручне спреме, а тражио се 401 радник „Манипулант у производњи каблова и проводника“.

Од најтраженијих занимања издвајају се кројач, тесар, месар, возач друмског возила, зидар, затим електроенергетски техничар и административни техничар.

Табела 12. Незапослена лица на евиденцији Националне службе за запошљавање, стање на дан 31.12.2018.

Пољопривреда, производња и прерада хране	802
Шумари	30
Прерађивачи и обрађивачи дрвета	40
Шумарство и обрада дрвета	70

Геолози	6
Рудари и оплемењивачи руда	6
Занимања експлоатације нафте и земног гаса	20
Металурзи	9
Геологија, рударство и металургија	41
Обрађивачи метала	572
Монтери и инсталатери у машинству	30
Машински конструктори и пројектанти	117
Машински технолози	15
Механичари и машинисти	439
Машинство и обрада метала	1.173
Електромеханичари	101
Електроенергетичари	67
Електроничари	59
Занимања рачунарске технике	49
Занимања телекомуникација	10
Електротехника	286
Хемичари	235
Произвођачи керамике и грађевинског материјала	6
Гумари и пластичари	9
Стаклари	3
Графичари	9
Папирничари	1
Хемија, неметали и графичарство	263
Текстилци	162
Произвођачи одеће	201
Обућари и кожни галантеристи	12
Кожари и крзнари	7
Текстилство и кожарство	382
Фарбари и лакирери	18
Комуналци	1
Тапетари	14
Комуналне, тапетарске и фарбарске услуге	33
Архитекти и урбанисти	31
Геодети	8
Грађевинари	100
Занимања завршних грађевинских радова	1
Геодезија и грађевинарство	140
Занимања друмског саобраћаја	153
Железничари	12
Ваздухопловци	2
Бродари	2
Занимања ПТТ саобраћаја	2
Занимања претоварних услуга, унутрашњег транспорта и превоза жичарама	4
Саобраћај	175
Трговци	359
Занимања угоститељства и туризма	285
Трговина, угоститељство и туризам	644
Менаџери и организатори	101
Економисти	495
Правници	166

Кадровска и сродна занимања	0
Информатичари и статистичари	30
Занимања одбране, безбедности и заштите	16
Администратори	35
Занимања осигурања	1
Економија, право и администрација	844
Васпитачи и наставници друштвено - хуманистичке области	166
Наставници природно - математичке струке	11
Наставници техничко - технолошке струке	25
Наставници биотехничке струке	0
Наставници здравствене струке	0
Васпитање и образовање	202
Друштвено - хуманистичка занимања	81
Друштвено - хуманистичко подручје	81
Природно - математичка занимања	93
Природно - математичко подручје	93
Ликовни уметници и дизајнери	18
Сценски уметници, музичари и књижевници	33
Остала занимања културе, уметности и информисања	25
Занимања јавног информисања	8
Култура, уметност и јавно информисање	84
Медицинари	109
Фармацеути	22
Стоматолози	34
Занимања социјалне заштите	4
Здравство, фармација и социјална заштита	169
Спортисти	9
Занимања физичке културе	0
Физичка култура и спорт	9
Занимања личних услуга	50
Верска занимања	7
Нераспоређени	5.052
Остало	5.109
	10.600

Извор: Национална служба за запошљавање.

Имајући у виду наведене податке, може се доћи до следећих закључака, који могу бити добра полазна основа за креирање препорука и мера у области образовања и тржишта рада за доносиоце одлука у граду Зрењанину:

1. Незапосленост у граду Зрењанину има дугорочан карактер (чак 56,31% дугогорчно незапослених од укупног броја незапослених).
2. Неповољна је структура незапослених на евиденцији Националне службе за запошљавање – готово 80% од укупног броја незапослених је

старости између 30 и 65 година, од тога чак 58,3% између старости 40-65 година (старије од 40 година).

3. Неповољна је образовна структура незапослених који су евидентирани код НСЗ-а: чак 88% њих има највише 4. степен стручне спреме.
4. Поред тога, поређењем емпиријских података из одговарајућих табела види се да постоји непоклапање између понуде и тражње за радном снагом. Вишка понуде има у случају бројних образовних профила и струка (нпр. обрађивачи метала, електромеханичари, механичари и машинисти, хемичари, текстилци, различити економисти итд.).
5. Поређењем података из претходних табела може се доћи до закључка да ни образовни профили (средњих стручних школа, али ни Високе школе струковних студија, те Факултета) који представљају нову понуду на тржишту рада нису у најбољој мери усклађени са оним што је привреда тражила на тржишту радне снаге током последњих година.

3. ПРЕПОРУКЕ И МЕРЕ У ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАЊА И ТРЖИШТА РАДА ЗА ДОНОСИОЦЕ ОДЛУКА У ГРАДУ ЗРЕЊАНИНУ

У поступку креирања мера у области образовања и тржишта рада посебно место и значај би требало да имају два основна циља:

- континуирани развој људских ресурса и
- развој и промоција предузетничке иницијативе и подстицање предузетништва.

Континуирани развој људских ресурса садржи као своје специфичне циљеве унапређење квалитета радне снаге и подршку развоју образовања за предузетништво. Када је реч о развоју и промоцији предузетничког духа и подстицању предузетништва, специфични циљеви обухватају унапређење статистичког праћења и истраживања предузетништва и политику и инструменте за подршку предузетништву.

3.1. КОНТИНУИРАНИ РАЗВОЈ ЉУДСКИХ РЕСУРСА

Једна од најважнијих претпоставки за развој конкурентне и јаке локалне економије јесте постојање радне снаге која је довољно стручна, способна и вешта да одговори на изазове и промене у окружењу. Како би се одговорило на ове изазове и приоритете, потребно је учинити напоре у домену развоја људских ресурса на локалном нивоу, са циљем да се њихове вештине, знања, компетенције и способности ускладе са постојећим и будућим потребама тржишта рада.

3.1.1. УНАПРЕЂЕЊЕ КВАЛИТЕТА РАДНЕ СНАГЕ

Радна снага која располаже вештинама и знањима које одговарају потребама привреде представља предуслов за привредни раст, раст запослености и социјалне инклузије. Технолошко напредовање, најновија индустријска револуција (4.0) и структурно прилагођавање привреде захтевају увођење нових, модерних образовних профила, који раније нису постојали у образовном систему, али и стално унапређење знања, вештина и способности у складу са потребама савремене привреде која своју конкурентност заснива на иновацијама и знању.

На територији града Зрењанина је утврђено постојање континуиране неусклађености између понуде и тражње за радном снагом. Како би се ускладиле понуда и тражња за радном снагом и смањила стопа незапослености у граду, потребно је унапредити механизам мониторинга (праћења) и предвиђања потреба привреде и усклађивања наставних програма и планова средњих стручних школа, те одговарајућих образовних профила са тим потребама. Кључно је да се, што је више могуће, у наставне процесе укључе потребе, мишљења и ставови који произилазе из радне праксе и практичног рада, као и да се што више уваже ставови и искуство послодаваца у процесу припреме образовних програма.

Кроз даљи развој система кратких обука и програма преквалификације и доквалификације незапослених, али и запослених лица потребно је помоћи радној снази да се прилагоди потребама тржишта рада.

Образовни профили у средњим стручним школама требало би да буду конципирани на бази консултативног процеса са заинтересованим странама, пре свега привредом, уз снажну подршку асоцијација стручних школа. Овакво конципирање нових образовних профила би требало да обезбеди оно што је недостајало у домену средњег стручног образовања - повезаност процеса образовања са потребама на тржишту рада у погледу исхода образовања и оспособљености будућих кадрова за самосталан рад.

Саставни део развоја људских ресурса требало би да укључи и програме неформалног образовања. Неформално образовање отвара нове могућности за образовање одраслих и, у поређењу са формалним образовањем, карактерише га већа флексибилност и ефикасност, што је у складу са захтевима/потребама привреде. Стога, неформално образовање треба схватити као својеврсну допуну формалног. Оно пружа приступ оним

садржајима који су у формалном образовању неприступачни или чак потпуно изостављени. Услед непостојања довољно ефикасног и флексибилног формалног образовања, неформална едукација се јавља као носилац смањења јаза између постојећег и потребног образовања, тј. између онога што образовни процес ствара и нуди и онога што су реалне потреба привреде. Неформално образовање се спроводи кроз низ активности као што су курсеви, семинари, предавања, конференције, радионице, обуке, волонтирање итд. Неформално образовање је посебно значајно, јер је формално образовање тешко приступачно за одрасле који су запослени. Ово је важно због тога што је данас континуирано образовање одраслих који су запослени подједнако важно као и образовање незапослених.

Мере које се односе на овај циљ укључују (између осталог) следеће:

- развој механизма редовног праћења и предвиђања потреба привреде за радном снагом;
- усклађивање формалног образовног система са потребама на тржишту рада;
- развој система неформалног образовања
- промена смерова у средњим стручним школама у складу са потребама привреде.

3.1.2. ПОДРШКА РАЗВОЈУ ОБРАЗОВАЊА ЗА ПРЕДУЗЕТНИШТВО

Увођењем образовања за предузетништво у образовни систем могао би се повећати број младих који се током живота одлучују да покрену сопствени посао. Истовремено се код свих полазника (ђака) развијају особине корисне за будуће послодавце. Предузетничко образовање није на одговарајући начин интегрисано у систем формалног образовања у нашој земљи. Међутим, у великом броју средњих

(стручних) школа покренути су пројекти ђачког/ученичког предузетништва, често уз подршку донатора.

Улога локалних предузећа и привредника у Зрењанину у овом процесу могла би да буде веома значајна. Наиме, привредна друштва би у комуникацији са локалном самоуправом требало да, најпре, дају информације о томе који су кадрови дефицитарни са становишта њихових потреба. На тај начин би била направљена објективна процена врсте и броја потребних профила радника. Ове активности би требало да за резултат имају формирање базе локалних вештина, знања и способности, тако да би се поузданије знало стање у погледу локалне радне снаге, што би омогућило успешније планирање.

Потом би у процес требало да се укључе представници средњих стручних школа како би се изнашле најбоље могућности за осавремењивање и измену образовних програма. Поред тога, представници привреде би могли да на различите начине допринесу у овом процесу, тако што би поред прецизних информација о својим потребама, давали просторне, стручне, финансијске и друге ресурсе неопходне за спровођење обука и других активности. Неопходно је да се предузетничко образовање уведе кроз садржаје наставних предмета у оквиру основног, као и кроз посебне предмете у оквиру средњег образовања.

Један од главних предуслова за системско увођење предузетничког образовања у образовни систем је образовање и оспособљавање наставника. Наставници имају кључну улогу у развоју предузетничког духа код младих, јер они не треба само да им пренесу класична знања у овој области, већ да кроз практичан рад развијају код ученика способност да размишљају и раде на креативан и иновативан начин.

Мере које се односе на овај циљ обухватају:

- увођење предузетничког образовања у средњим стручним школама у Зрењанину;
- образовање и обука наставника за предузетништво;
- увођење обука и програма учења вештина и способности изван формалног образовног система.

3.2. РАЗВОЈ И ПРОМОЦИЈА ПРЕДУЗЕТНИЧКОГ ДУХА И ПОДСТИЦАЊЕ ПРЕДУЗЕТНИШТВА

Млади у Србији (а то важи и за град Зрењанин) имају неповољан положај на тржишту рада који карактерише ниска стопа активности, док је стопа незапослености младих далеко виша од просечне стопе незапослености радно активног становништва. Већина младих је дугорочно незапослена, а веома је висок и прилив на тржиште рада младих који први пут траже запослење. Млади су онај део становништва који је способан и вољан да се упусти у предузетничке активности, да преузме ризик и да се бави иновативнијим делатностима које су карактеристичне за модерно време. Ипак, уколико изостане креирање одговарајућег амбијента у којем би речено могло да се оствари, овај сегмент становништва може представљати проблем (примера ради, емигрирање из Зрењанина што утиче на старење популације у граду, али и негативне друштвене појаве попут насиља, криминала, малолетничке деликвенције и др.).

Млади се суочавају са проблемом неразвијених предузетничких вештина, што је резултат непостојања адекватних образовних програма у средњим школама, који би подстицали развијање предузетништва код младих.

Важан сегмент успешне политике развоја локалне привреде представља статистичко праћење и истраживање у домену предузетништва. У том циљу, неопходно је уређење статистичког праћења локалних малих, средњих и микро предузећа усаглашеног са

методологијом EUROSTAT-а које ће обухватити све аспекте предузетништва.

Од посебног значаја је и омогућавање бољег приступа изворима финансирања кроз повољне кредитне линије, микрофинансирање, заједничко финансирање (*crowdfunding*), приватне инвестиционе фондове, пословне анђеле, гаранцијске фондове и друге алтернативне изворе финансирања (локалне развојне банке и сл.). Неопходно је подржати предузетништво и кроз развој услуга обука, менторства и других облика стручне подршке предузетницима. Требало би спроводити и одговарајуће промотивне активности ради промене традиционалног схватања улоге и положаја предузетника у друштву, али и промовисати искуства успешних предузетника. Такође, било би веома корисно да се промовишу успешни примери младих предузетника који могу да подстакну друге младе људе да покрену сопствено пословање.

Мере које се односе на овај циљ обухватају:

- укључивање подршке предузетништву у сва локална стратешка документа која се односе на привреду;
- сарадња са средњим стручним школама у Зрењанину;
- повезивање локалних малих средњих и микро предузећа са постојећим већим привредним друштвима која послују у Зрењанину;
- промоција предузетничког духа, примери добре праксе, умрежавање, успостављање дијалога.

4. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА - РЕЗИМЕ КЉУЧНИХ ПРЕПОРУКА

- Увести предузетништво у средње стручне школе (ђачке/ученичке компаније и сл.);
- Представници сектора предузећа треба да уложе у школе како би

стручна пракса могла да крене још у току школовања;

- Предузећа би требало да ставе на располагање своје материјалне (просторије, хале, машине, опрема итд.) и нематеријалне ресурсе (искусне раднике - менторе), па да се такав модел обуке усвоји, у сарадњи са средњим стручним школама;
- Са друге стране, предузећа треба да „каналлишу“ своје захтеве за кадровима према директорима школа (пре свега средњих стручних) – локална самоуправа града Зрењанина би у овом процесу могла да има улогу посредника;
- Потребно је развити систем новчаних стимулација за младе, како би се ђаци и њихови родитељи стимулисали да се укључе у процес стручне праксе и обуке (овде би локална самоуправа града Зрењанина могла да финансијски партиципира);
- Локална самоуправа треба да мобилише и мотивише представнике привреде да се више ангажују у погледу својих конкретних захтева ка школском систему, али и у погледу пружања средстава за сарадњу у домену изградње квалитетних програма стручне праксе;
- Потребно је формирати локалну базу података о томе колико људи иде у пензију, по годинама, па да се на бази тога тражи одобрење одговарајућег броја места у школама на дефицитарним/потребним смеровима тј. образовним профилима;
- У поступку креирања мера у области образовања и тржишта рада посебно место и значај би требало да имају два основна циља: 1. континуирани развој

људских ресурса и 2. развој и промоција предузетничке иницијативе и подстицање предузетништва.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ehrenberg, R., Smith, R. (2006), *Modern Labour Economics-Theory and Public Policy*, Boston: Pearson Education.
 - [2] Mankju, G. (2007), *Principi ekonomije*, Ekonomski fakultet, Beograd.
 - [3] McConnel, C., S. L. Brue and D. Macpherson (2008), *Contemporary Labor Economics*, McGraw-Hill.
 - [4] Арандаренко, М. (2011), *Тржиште рада у Србији: трендови, институције, политике*, Београд: Универзитет у Београду – Економски факултет.
 - [5] Борхас, Ц. (2019), *Економија рада*, Београд: Универзитет у Београду – Економски факултет.
 - [6] Јандрић, М. (2019), *Тржиште рада у макроекономској теорији*, Београд: Економски факултет у Београду.
 - [7] O' Salivan A. (2018), *Urbana ekonomika*, CID, Ekonomski fakultet u Beogradu.
 - [8] ВЛАДА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ, „СТРАТЕГИЈАЗА ПОДРШКУ РАЗВОЈА МАЛИХ И СРЕДЊИХ ПРЕДУЗЕЋА, ПРЕДУЗЕТНИШТВАИ КОНКУРЕНТНОСТИ ЗА ПЕРИОД ОД 2015. ДО 2020. ГОДИНЕ“
 - [9] <http://www.nsz.gov.rs/live/mreza/filijale/zre-njanin.cid80>
 - [10] <https://www.obrazovanje.rs/>
 - [11] <http://www.tfzr.uns.ac.rs/upis/konkurs>
- Адреса аутора: Др Дејан Молнар, ванредни професор, Универзитет у Београду – Економски факултет, Београд, Република Србија
Е-маил: dejanmolnar@ekof.bg.ac.rs
Рад примљен: новембар 2019.
Рад прихваћен: децембар 2019.
- Овај чланак је настао као резултат рада аутора у оквиру пројекта „ИСТРАЖИВАЊЕ МОГУЋНОСТИ ЗА УСКЛАЂИВАЊЕ ПОНУДЕ И ТРАЖЊЕ НА ТРЖИШТУ РАДА У ЗРЕЊАНИНУ“, којег је спровела Асоцијација „Банат-инфо“ у другој половини 2019. године.

НЕПРЕЦИЗНА ПРИМЕНА ПОЈМОВА ТЕОРИЈЕ СИСТЕМА КОД ФУНКЦИОНАЛИСТА У СОЦИОЛОГИЈИ (ОДЛОМАК)

IMPRECISE USE OF THE CONCEPTS OF SYSTEMS THEORY IN SOCIOLOGY AT FUNCTIONALISTS (FRAGMENT)

МАРГИТ ЂУРИН

РЕЗИМЕ

Ауторка у есеју, чији је, овде само одломак одштапан, указује на термилошке и појмовне неусклађености у разним (посебно техничким и друштвеним) научним областима где се примењују принципи опште теорије система. Мада од последњих деценија XX века, јењава примена опште теорије система у друштвеним наукама, социолог, неофункционалиста, Никлас Луман је остао доследан ставу да је теорија система значајна основа сваке науке.

Луман се ослања на изузетно обимну литературу из сасвим различитих научних области: од техничке теорије управљања преко биологије до пословног менаџмента, политике и разних социолошких праваца: структурализма, функционализма, интеракционизма итд. Управо та ширина крије своје смицалице. Свака област је самостално дефинисала своје појмове и градила своје моделе и методе. Покушаји обједињавања свих тих већ развијених праваца често западају у замке разумевања, које чак ни тако искусан и методолошки доследан аутор, као што је Луман, не успева увек да избегне

Ауторка путем осам модела система, чији су називи, по угледу на Лумана, изражени у виду дихотомија: 1) целина/део, (2) елементи и релације, (3)

сврха/средство, (4) побуда/одзив, (5) улаз/излаз (6) систем/окружење, (7) узрокпоследница, (8) Cause i Telos, покушава да пронађе заједнички појмовни и термилошки именитељ у већ поменуте две научне области: техничкој и друштвеној и да утврди разлоге када се тај заједнички именитељ не може успоставити.

У овом одломку, упоређивани су модели (1) целина/део и (2) елементи и релације, односно (2) елементи и релације и (3) сврха/средство.

Кључне речи: Никлас Луман, систем, теорија система, општа теорија система, општа теорија управљаних система, целина/део, елементи и релације, сврха/средство

ABSTRACT

In this essay, from which we have here only fragment printed out, the author is showing us terminological and conceptual incompatibilities in various (especially technical and social) scientific areas where principles of General System Theories are applied.

Although in the last decades of twentieth century the application of General System Theory is less used, neofunctionalist in sociology, Niklas Luhmann, still has

consistent attitude that the system theory is important base of every science.

Luhmann is relying on exceptionally rich literature from various scientific areas: from technical management theory, over biology to business management, politics and different sociology disciplines: structuralism, functionalism, interactionism etc. But, really this broadness hides its tricks. Every area (discipline) has defined its concepts and built its methods and models independently. Attempts to consolidate all these already developed directions often fall in to trap of misunderstanding which even experienced and methodologically consistent author as Luhmann cannot always avoid.

With its eight system models, named after the reputation of Luhmann's and expressed in

dichotomies: 1) whole/part, 2) elements and relations, 3) the purpose/instrument, 4) stimulus/reaction, 5) input/output, 6) system /surrounding, 7) cause and effect, 8) Causa and Thelos, the author is trying to find mutual conceptual and terminological denominator into already mentioned scientific areas : technical and social and to define reasons when that is not possible.

In this excerpt following models are compared: 1) whole/part, 2) elements and relations and 2) elements and relations, 3) the purpose/instrument.

Key words: Niklas Luhmann, System, System Theory, General System Theory, General Theory Managed Systems, whole/part, elements and relations, the purpose/instrument.

1. УВОД

Од средине XIX века се све већи број научних дисциплина, како инжењерско техничких тако и друштвених области, опредељује за системски приступ. Највиши степен интересовања за Теорију система настаје средином XX века након што је Норберт Винер 1948. године објавио своје чувено дело „Кибернетика”. Постају све израженије тенденције да се резултати и методе истраживања система различитих научних дисциплина подведу под неку општу теорију, чији је најпознатији заговорник био биолог Л. Берталанфи, чијим је залагањем 1954. године основано Друштво за општу теорију система (General Systems Theory), касније General Systems Research.

Велике наде које су се полагале у домете: Теорије система, кибернетике и експлозивни развој информатичких технологија, да ће оне свету донети мир и опште благостање, убрзо су се изјаловиле.

У филозофији се већ срединим четрдесетих година XX века код Хоркхајмера и Адорна, односно шездесетих код Маркузеа, појављују све оштрије критике против разарајућег дејства техничко-технолошке

цивилизације. Нажалост, хуманистичке науке су ту сврстале и основне принципе теорије система, што је довело да се закључи: „Систем то је нови Левијатан без лица, који се састоји само из функција које су повезане једна са другом” (Љубомир Тадић, стр 219, фуснога).

Пред крај XX века у хуманистичким наукама само су ретки изузеци, поготово у Европи, остали доследно на становишту да је теорија система значајна основа сваке науке, међу њима је без сумње неофункционалиста Никлас Луман. Луман се ослања на изузетно обимну литературу из сасвим различитих научних области: од техничке теорије управљања преко биологије до пословног менаџмента, политике и разних социолошких праваца као што су : структурализам, функционализам, интеракционизам итд. Управо та ширина крије своје смицалице. Свака област је самостално дефинисала своје појмове и градила своје моделе и методе. Покушаји обједињавања свих тих већ развијених праваца често западају у замке, нпр. разумевања, које чак ни тако искусан и методолошки доследан аутор, као што је Луман, не успева увек да избегне. Понекад нам се чини да добро разумемо оно што нам је саопштено, ипак управо то

разумевање може да створи неспоразум. Анегдота каже да је у Варшави домаћин свом госту из Србије рекао да вози “право”. Након неколико секунди Пољак завапи: “Право!”, Србин се зачуди јер је возио право. Кључ неспоразума је у томе што “право” на пољском значи десно. Нешто слично се догађа и у Лумановим ставовима у две помињане, и код нас преведене, књиге о Теорији система.

МОДЕЛ И МЕТОД: У даљем тексту ове две речи често ће се појављивати и преплитати, зато ћемо овде укратко указати шта под њима подразумевамо.

МОДЕЛ у свакодневном говору има више значења од којих ћемо истаћи два:

а) модел може да значи узор као у случају модела аутомобила или фотомодела

б) ми ћемо користити друго значење: модел је поједностављена представа објекта (проблема, теме, предмета) посматрања где се у обзир узимају само најмеродавније, најбитније особине, да би се олакшало изучавање. Тако је на пример, географски глобус модел земаљске кугле и њеног рељефа, систем једначина представља математички модел понашања неког физичког система.

МЕТОД је пут, начин испитивања и решавања неког проблема, предмета истраживања. Модел најчешће одређује метод, зато се често ове две речи преплићу, понекад се чини као да су синоними.

Модел и Методе врло често добијају неку ознаку, назив. Назив може да буде по аутору: као нпр. Еуклидова геометрија, или Виетова правила, код корена квадратне једначине, или по карактеристичним особинама поступка.

2. НАЗИВИ МОДЕЛА КОЈЕ ЋЕМО УПОРЕЂИВАТИ

Луман у својим књигама моделе система често именује на основу два најзначајнија обележја, у виду дихотомија. Ми ћемо преузети Луманов начин именовања, и посматраћемо

следеће моделе: (1) **целина/део**, (2) **елементи и релације**, (3) **сврха/средство**, (4) **побуда/одзив**, (5) **улаз/излаз** (6) **систем/окружење**, (7) **узрок/последница**, (8) **Cause i Telos**.

Постојање већег броја начина приказивања, као и анализе, само по себи, још не би био проблем, такав случај имамо и у физици, нпр. код простопериодичних (електричних) величина (где се иста физичка величина може приказати на четири начина), али тада морају постојати поступци који један облик приказивања једнозначно преводе у други, што би се речником математике могли рећи да између два начина приказивања постоји обострано једнозначна кореспонденција.

Један од циљева овог есеја је да се испита да ли наведени начини дефинисања и анализе система међусобно испуњавају услов обострано-једнозначне кореспонденције. У овом одломку упоређиће се модели 1-3.

3. ИЗ ЧЕГА ЈЕ СИСТЕМ САСТАВЉЕН?

ДИХОТОМИЈЕ (1) ЦЕЛИНА/ДЕО ИЛИ (2) ЕЛЕМЕНТИ И РЕЛАЦИЈЕ?

Реч **систем** потиче од античких Грка (συστημα), користи се од Платона и Аристотела до наших дана” (Луман 1, стр 19) у значењу, „целина састављена од делова”. Ова дефиниција је прилично штура из тог разлога се често још допуњује да је „целина више од простог скупа делова”

Постоји и друга дефиниција, која се приписује Кондијаку (Condillac Etienne, 1715. 1780. год., 1749. год. објавио «Расправу о системима») по коме: „систем сачињавају елементи и њихове релације”. (Мала енциклопедија Просвета) Да ли ова два исказа имају исто значење?

Код техничких струка се обично, без посебних доказивања, прихвата подударност дефиниције система преузета од античких Грка и Кондијака. Луман¹² указује, да ту ипак постоје дилеме.

(а) „Елемент је, дакле, управо оно што у систему функционира као јединица која се више не може разлагати (мада је, микроскопски посматрано, висококомплексни састав). «Да се не може даље разлагати» истовремено значи: да се систем конституише и мења само кроз односе његових елемената, а не његовим разлагањем и реорганизовањем. Ово ограничење које је за сам систем конститутивно, не треба узимати приликом опажања и анализирања система” (12.стр 61)

Овде, као прво наведено питање, на које желимо да се осврнемо, јесте разумевање израза елемент и да ли се он код дефиниције система може користити као синоним за део? У науци се, као и у свакодневном говору, врло често поистовећују речи: део, елемент, јединица. На пример говори се о: економској, наставној, управљачкој, војној, мерној, просторној итд. јединици (али о градској четврти). Сама реч јединица у већини језика означава сједињеност више чиниоца у једно: у енглеском unit, немачком Einheit, мађарском egység итд. Са становишта теорије система нема посебних разлога да се прави разлика између речи део, елемент, јединица, јер свака означава део неке целине, који се, са аспекта посматрања (анализе) третира као једна недељива подцелина, без обзира да ли се ради о простој или врло сложеној подцелини.

Разлику између појмова део и елемент Луман овако образлаже:

(б) „Увек се захтевало да делови морају бити хомогени у односу на целину. То је онда морало да значи **да су собе, не цигле, делови куће, а поглавља, не слова, делови књиге.** Тешко да је постојао сигуран критеријум хомогености, утолико више што је за ово мишљење било тешко да направи разлику између дела и елемента.” (12 стр. 42.)

(ц) „...постоје две различите могућности да се посматра декомпозиција неког система. Једна је усмерена на

изградњу делова система. Друга разлаже на елементе и релације. У једном случају ради се о собама у кући, у другом случају о циглама, гредама, ексерима итд. Прва се улива у теорију диференцирања система. Друга се улива у теорију комплексности система. Тек ово разликовање чини смисаоним и нетаутолошким ако се каже да се са повећањем диференцијације, или са променом облика диференцијације повећава комплексност система.” (2. стр. 60)

У вези цитата под (б и ц) и питања хомогености, односно критеријума хомогености, треба рећи да је он одређен са становишта посматрања система, односно, нивоа глобалности проблема који жели да се реши. У случају када се разматрају потребе корисника куће, као делови, елементи јединице, бираће се собе. Сасвим други аспект и критеријуме ће имати извођач радова, који ће при изради предмера и предрачуна вредности радова и током саме градње третирати: цигле, греде и остали грађевински материјал. Уколико књигу анализира рецензент, он ће обрађивати поглавља као подцелине. Основна јединица посматрања лектора су реченице: које сачињавају речи повезане по одређеним граматичким, и написане по важећим правописним правилима, док оног ко врши припрему за штампу занимају слова: типови, величине, фонтови.

Луманова опаска у наведеним цитатима ипак је, сасвим оправдана, са становишта да постоје системи код којих је:

1. декомпозицију система могуће извести само по градивним елементима и њиховим међусобним релацијама, такав би био на пример **Сунчев систем, троугао.**

2. декомпозиција система се обично изводи по две основе:

(а) функционалистичкој основи, тј. по томе чему служе систем и његови делови, (разних нивоа глобалности) уколико за то постоје услови,

(β) по градивним елементима, (као под 1.) као што су цигле, греде, итд. односно слова код примера са књигом.

При томе треба имати у виду да су под 1. и 2. две различите класе система. О системима типа 2. у даљем тексту ће још бити доста речи, при чему ће се градивни елементи звати средства или ресурси.

Цитат под (ц) захтева да је детаљније анализирамо...„постоје две различите могућности да се посматра декомпозиција неког система”. Ова реченица је сасвим исправна чак и за оног ко се практично бави анализом неког система. Један правац диференцијације се одвија да би се издвојили делови (подцелине, подсистеми) које су истог нивоа глобалности, истог хијерархијског ранга. Тако су поглавља књиге истог хијерархијског ранга, или када је нпр. једна држава подељена на више административних области, или код привредних предузећа која имају више погона. У том случају се истражују (анализирају) питања која се обрађују у појединим поглављима (или стања у административним областима, односно, погонима) и њихове међусобне везе са аспеката које захтева решавање проблем.

Овај вид диференцирања по Лумановој терминологији назваћемо сегментарни приступ. Други правац диференцирања је хијерархијски (стратификацијски), када код изабраних делова истражујемо хијерархијску структуру:

књига се састоји из поглавља, поглавља из пасуса, пасуси из речница, реченице се састоје из речи, речи из слова;

свака административна област се састоји из више насеља, насеља се састоје од улица, улице од кућа итд., или код предузећа, погони се састоје из одељења, одељења сачињавају радна места.

На сваком сегментираним нивоу, (тј. на нивоу исте хијерархијске равни) међу диференцираним (изабраним) деловима (елементима, јединицама) постоје релације. Такође постоје релације при

преласку са једног хијерархијског нивоа на други. Ових чињеница правил, били су свесни већ и први структуралисти у лингвистици, на шта указује и следећи цитат (Буњевац):

(д) „Нису, међутим, све јединице исте димензије, или боље речено, истог хијерархијског реда”^{Б стр 20.} „На сваком се појединачном хијерархијском нивоу морају посебно утврдити како правила према којима се скупови јединица тога реда интегришу у јединице вишег реда, тако и правила према којима се исте јединице артикулишу у јединице нижег реда”. (Буњевац, стр 21). (Ево примера где јединица има исто значење као део односно елемент).

По Луманом ставу поглавља (тј. јединице на највишем нивоу глобалности) представљају делове књиге, док слова представљају елементе. Цитат (ц) нас наводи на закључак да Луман постојање елемената и релација прихвата само на најнижем стратификационом нивоу. На вишим нивоима глобалности, по Луману, врши се диференцирање делова система код којих се губе међусобни односи (релације), што се види из следећег цитата:

(е) „Диференцирање система није ништа друго до понављање **диференције између система и околине у оквиру система**. Притом целокупни систем служи себи самом као околина за сопствене творевине делова система и због тога на нивоу делова система достиже виши степен неизвесности услед појачаног деловања филтера у односу на коначно неконтролисано околину.

Диференцирани систем се, према томе, не састоји више просто из одређеног броја делова и односа међу деловима; он се много пре састоји из мање или више великог броја оперативно употребљивих **диференција систем/околина** које повремено, **на различитим линијама пресецања, реконструишу укупни систем као јединство дела система и околине.**”^(12. стр. 42)

„Теорија **систем/околина** диференцирања нуди у сваком погледу боље могућности анализе; исто тако тачније разумевање хомогености као и разумевање могућности да се одмах примене различита становишта о диференцираности делова система”. (Л 2, стр. 43)

Горње формулације су, најблаже речено нејасне и о њиховом смислу можемо само да нагађамо. Што се самосталности елемената тиче **при** :

аа) анализи система делови (елементи, јединице, компоненте) се, (било математички, било вербално) **описују** по особинама (обележјима) као да су сасвим независни од система али се такође евидентирају све њихове везерелације са осталим деловима;

(бб) синтези неких система делови се унапред израђују, као да су независни, али су ти делови одређених, често чак и стандардизованих особина, тако да се, при уградњи – повезивању са осталим деловима, остваре жељене намере.

У оба наведена случаја и даље важи Кондијакова дефиниција да се систем састоји из елемената и релација које **не могу да надоместе различите линије пресецања**.

Луману је без сумње било познато да постоје два правца диференцијације (сегментарна и хијерархијска), ипак не прихвата да је хијерархијска диференцијација општеважећа у општој теорији система.

(ц) „Од шездесетих година (*XX века БМ*) постоје тенденције да се диференцирање система описује као «хијерархија». Тиме се није мислило на линију инстанци, ни на ланац наређивања од врха на доле. Хијерархија је у овом контексту пре значила само да делови система могу поново да издиференцирају делове система и да на овај начин настаје транзитивни однос суштине садржавања у суштину садржавања. Очигледне су рационалне предности хијерархије. Али оне зависе од тога да ли се даљи делови система могу изградити само у оквиру

делова система. Ово је ипак нереална претпоставка. (Позива се на Фусноту 13). Она може важити у великој мери за организације пошто се оне учвршћују на темељу формалних правила. У целовитом друштвеном систему заиста се може поћи од основне схеме диференцирања, било да је оно сегментарно, било да је стратификацијско, било да је функционално диференцирање; али ово сигурно не значи да су даље изградње система могуће само у оквиру тиме утемељене грубе поделе. (Фуснота 14).

(д) „Због тога се у равни опште теорије друштвених система мора правити појмовна разлика између диференцијације и хијерархизације. Хијерархизација би према томе била посебан случај диференцијације (Фусн. 15). Хијерархизација је нека врста самопоједностављивања могућности диференцијације система (16). Она поред тога олакшава посматрање система (17) укључујући научне анализе.

Уколико посматрач може да претпостави хијерархију, он онда може да одреди дубинску оштрину свог опажања и описивања према томе колико хијерархијских равни може да обухвати. Међутим, не може се поћи од тога да еволуција, мање или више, нужно, даје комплексни облик хијерархије. Сасвим очигледно су и други облици много хаотичнијег диференцирања нашли могућност да се посведоче и преживе” (Л2, стр 5758).

Луман се позива на ставове аутора, и њихова дела, која писцу ових редова, нажалост, нису доступна, па није у могућности да о њима расправља. Једино преостаје да се нагађају разлози због којих је Луман хијерархијски правац декомпозиције система искључио из својих разматрања и теорије, мада признаје да су очигледне његове рационалне предности. Један од разлога не прихватања стратификацијске (хијерархијске) димензије диференцијација је, наводно, отворено питање «да ли се даљи делови система

могу изградити само у оквиру делова система?»

Када се декомпозиција система врши по хијерархијској димензији (равни), јединице посматрања, (делови, елементи) постају све једноставнији, (мада и даље могу остати прилично сложени), број релација се међу њима рапидно повећава, и структура на нижој стратификационом нивоу постаје све компликованија, односно комплекснија.

Искрсава питање, до које хијерархијске дубине треба, вреди или се уопште може ићи при таквој декомпозицији? С једне стране може да нас заустави непрегледност мреже релација, па одустајемо од даљег разлагања. С друге стране, вероватно на неком подпод... под нивоу долазимо у ситуацију да делове, (јединице, елементе) више не можемо да рашчланимо на једноставније делове, јер би се изгубио сваки смисао (функција, улога) нове подјединице. Тада бисмо достигли елементарни елемент, оно што, по свему судећи, Луман сматра елементом: то је онај део система (целине) који се више не може даље разлагати а да још увек има своја полазна својства, тј. припадност систему. Таква се прича одиграла и у хемији, након што је Далтон почетком XIX века поставио своју атомску теорију. Далтон је сматрао да хемијска једињења настају спајањем више не дељивих делова, **атома**, такође, даље не дељивих хемијских елемената. И, мада се ова теорија показала прилично успешна за развој модерне хемије, да се открију законитости стварања једињења; да Менделејев 1869. године постави периодични систем хемијских елемената, (у време када се знало само за 63 хемијских елемената, од данашњих 118) да се дефинише теорија хемијских валенци, на основу којих се постављају хемијске једначине итд., право објашњење стварања хемијских једињења дошло је тек када се са атомског (најмањег недељивог) нивоа сишло на субатомски ниво: на конфигурацију

електрона на путањама око позитивно наелектрисаног језгра. Вероватно постоји много таквих примера, да се добро објашњење и добро предвиђање, може остварити тек када се прекорачи праг елементарног елемента, тј. када се објашње налази у домену који, наизглед, већ не припада систему, мада у таквом случају долази до проширења наших сазнања о домену система. И хемија се, као наука, проширила са облашћу физичке хемије!

Слично је и са примером књиге: свако поглавље обрађује одређену тематику, која је у некој вези (релацији) са другим поглављима, тј. темама. Поглавља представљају сегментарну (хоризонталну) поделу књиге као система. Ако се врши хијерархијска (стратификациона тј. вертикална) подела система, при чему тражимо елементарни део система, тада доспевамо до реченица. Основне јединице исказа које још имају смисла су Реченице, некако слично као у хемији: основни, недељиви део супстанце, која још садржи све особине супстанце, је **МОЛЕКУЛ. АТОМ** је најмањи недељиви део, који још садржи особине материје, само у случају да је супстанца хемијски елемент, тј. таква супстанца која се никаквим хемијским, електричним итд. поступком не може разложити. Молекул се састоји из атома. Реченице се састоје од речи. По овој аналогiji речи би биле атоми. Слова би представљала субатомске честице.

Код системанализе није увек неопходно доспети до најмањег недељивог дела система, истраживати безброј релација, и на основу њих градити систем према горе. На пример, ако прихватимо да су цигле, греде, ексери итд. основни грађевински елементи, ми на основу овако изабраних елемената нећемо знати шта ће се заправо изградити: стамбена зграда, фискултурна сала или силос. Као што ни на основу свих речи (односно слова) једног језика нећемо знати садржај књиге. Најчешће највиши ниво глобалности (поглавља,

план грађевинског објекта) одређује “тематику”, окосницу система. Уколико је неопходно, за потребе анализе, могуће је и сићи на ниже нивое глобалности, као што је пример у грађевинарству: на основу плана градње врши се предмер радова и потребног грађевинског материјала. У овом случају, анализа се одвија **од горе на доле**. Да ли је Луман мислио на овај проблем да се системи могу анализирати методом (**β**) од доле према горе, као у хемији, или (**α**) од горе према доле (функционалистички), када је упорно оспоравао дефиницију система по Кондијаку, (да се систем састоји из елеманата и релација међу елементима), остаје нејасно, јер свој став ипак није детаљније образложио.

Поступци анализе система **од доле према горе** (од елемента до највишег нивоа глобалности) спроводе се у **науци**, где се истражује које све релације могу постојати међу елементима. Луман изражава једно прилично распрострањено мишљење:

„Логичка могућност повезивања сваког елемента са сваким другим ниједан систем не може да оствари.” (12, 89.)

Исказ, на нивоу опште теорије система, није тачан. Код Сунчевог система сваки елемент (Сунце и девет планета) је у релацији са сваким елементом, и она се (математички) изражава, као равнотежа гравитационе-привлачне и одбојне центрифугалне силе кретања планета. Друга је ствар, што 99,98% масе Сунчевог система припада Сунцу, услед чега је гравитациона сила Сунца доминантна, па је она и центар тог система. Међутим, управо на основу важења тих релација се дошло до сазнања да у Сунчевом систему постоје још планете, које су тек касније откривене.

Код неких система међу елементима могу постојати чак и вишеструке релације, као што је у хемији. Сваки хемијски елемент (изузев племенитих гасова) може се довести у релацију

стварања молекула са сваким другим, чак и са самим собом.

Тако се, на пример водоник (H) или кисеоник (O) никада не појављују у атомском облику H односно O, него у виду молекула H₂ односно O₂ или O₃ (озон), где индекс поред словне ознаке указује на број (истоветних) атома у молекули. Могућност (понегде чак и „нужност”) или, пак, немогућност стварања одређене комбинације атома у молекули подлеже данас већ добро познатим законитостима. Та су правила условљена бројем електрона у орбити највишег енергетског нивоа, тј. валентношћу хемијског елемента. Из тог разлога се код једновалентног водоника стабилно стање постиже као H₂ али зато није могуће стварање молекула H₃, H₄. И хемијско једињење, тј. стварање молекула од атома различитих хемијских елемената може да буде вишеструка релација: водоник и кисеоник могу да створе воду H₂O или водоников пероксид H₂O₂ али не постоји једињење H₃O. Вишеструкост релација међу атомима које стварају молекул једињења повећавају и изомери (посебно у органској хемији) који имају исте молекулске формуле, али им је различит распоред атома, при чему изомери могу бити структурни или просторни (стерео) изомери.

Хемија изучава која све једињења и под којим условима могу настати, и као вишеструке релације међу хемијским елементима, и последице у виду физичкохемијских својстава насталих молекула.

Између метода систем/део и елементи/ релације принципијелно не постоји колизија. У системанализи одомаћеној терминологији, елементи се најчешће сматрају јединицом поматрања на одређеном нивоу глобалности. У том смислу се најчешће изједначају са појмом део. Без обзира на ком смо нивоу глобалности, релације, везе међу деловима елементима, увек постоје: на вишем нивоу глобалности у много мањем

броју него на нижем ниво, зато су нижи нивои увек много мање прегледни.

Остаје још само да се осврнемо на питање критеријума хомогености. Хомогеност делова још не значи да је систем изграђен од истоветних делова. Узмимо нпр.: пољопривреда која се обично сегментарно разврстава на своје гране: ратарство и сточарство. Ратарство се бави производњом биљака, сточарство узгојом стоке. Ове две гране ни по свом деловању, ни по својим производима, нису истоветне. Критеријум хомогености их ипак сврстава у исту групу – пољопривреду. Шта им је заједничко? Обе делатности се ослањају на плодове земљишних површина: ратарство непосредно гајењем биљака, сточарство пак посредно, употребом биљака, узгојем стоке. Критеријум хомогености у овом случају је што обе гране (дела елементи) користе плодове земљишних површина. Исто тако је исправно рећи да друштвени систем не сачињавају само људи, већ постоје још по неки важни елементи без којих се не може оформити, а камоли одржати људско друштво. Ипак, врло је дискутабилна тврдња да људи нису делови (елементи) друштвеног система, већ да припадају његовом окружењу:

„...у хуманистичкој традицији човек стоји у оквиру, не изван друштвеног поретка. Он важи као саставни део друштвеног поретка, као елемент самог друштва.” (Л2, стр. 294)

„...с разликовањем система и околине добија се могућност да се човек као део друштвене околине схвати истовремено комплексније и независније него што би ово било могуће кад би морао да буде схваћен као део друштва; јер, околина је у поређењу са системом управо оно подручје разликовања које показује већу комплексност и мању уређеност. Човеку се тако допуштају веће слободе у односу према његовој околини, нарочито слободе према нерационалном и неморалном понашању. Он више није мера друштва. Ова идеја хуманизма не може се наставити”. (Л2, 297)

За сада нећемо посебно коментарисати овде изнете тврдње. С проблемом граница система и односа систем/окружење бавићемо се касније.

4. КОЈОЈ ТЕОРИЈИ ПРИПАДА ДИХОТОМИЈА: СВРХА/СРЕДСТВО?

Луман примећује: „У старо, и ако никада посве објашњеној традицији системи се дефинишу као цјелине које се састоје од дијелова, али су више него сума својих дијелова. Пројигира ли се схема сврха/средство на ту концепцију система тада смо близу да се цјелина сматра као сврха система а средства као његови дијелови. Начином комбинације средстава, наиме организацијом, настало би нешто што је више него сума дијелова, наиме испуњење сврхе. Организација у смислу једне чисто интерне координације средстава била би према томе фондирајући процес стварања система, оно што чини бит система. Премда ријетко тако оштро формулирана као потпуно слагање обају основнопојмовних схема, такво једно схваћање чини да је у основи уобичајених предодби о организацији с пођелом рада. У сваком случају, недостају друга одређења двију основнопојмовних дихотомија цјелина/део и сврха/средство, сваке за себе и њиховом међусобном односу.” (Л1, стр.41)

Решење Луманове дилеме налази се у чињеници да није могуће сваки систем са модела целина/део (односно елементи и релације) превести у облик сврха/средство, из разлога што нема сваки систем **ЦИЉ** (сврху). Бинарни систем бројева, троугао или Сунчев систем немају циљ. Циљ живих (биолошких) организама је опстанак и наставак живота у виду нових покољења, циљ неке књиге је порука коју аутор жели да пренесе читаоцима, циљ изграђеног објекта је задовољавање неких потреба одређених наменом итд. **Системи који имају циљ**

називају се **управљани** или **телеолошки системи**.

Овде смо доспели да поставимо питање класификације система, без које даља разматрања постају неделотворна.

Кондијаков став да се систем састаји из елемената (делова) и њихових међусобних веза је општи и важи код свих врста система, али овај став методолошки баш и није делотворан јер не даје никаква упутства за утврђивање особина система. Већ смо раније указали да се неки системи могу анализирати по поступку:

(β) од доле на горе, налажењем основних делова “елемената” и утврђивањем законитости грађења сложенијих облика што је редован случај код неуправљаних система;

(α) од горе на доле где се најпре утврђују циљеви намере – задаци, на највишем нивоу глобалности, а на нижим нивоу се утврђују градивни елементи, тј. средства, и он се спроводи код управљаних система.

Модел сврха/средство није аналоган моделу целина/део где би се средства “пресликале” на делове, а сврха (циљ) на целину. Сама сврха још увек није целина, без обзира што сврха изискује стварање система. Може неко да има циљ а да не може да га оствари јер му недостају средства. Према овој логици било би да имамо целину (циљ), али немамо делове (средства).

Остварење циља увек изискује средства (ресурсе). Средства могу бити материјалне, енергетске или сазнајне природе. Ово последње проистиче из чињенице да се остварење циља постиже познавањем **УЗРОЧНОПОСЛЕДИЧНОГ** следа и познавањем одговора на два кључна питања: (α₁) шта све треба да се уради и (β₁) којим средствима?

У већини случајева неки циљ може да се оствари на више алтернативних начина, са различитим пратећим последицама. На пример: електрична енергија може да се произведе помоћу хидро, термо, нуклеарне или аеро

електране. Главна последица (учинак) ових електрана јесте добијање електричне енергије, али су пратеће последице сасвим различите. Први корак при дефинисању циља јесте евидентирање познатих и расположивих алтернатива који испуњавају основни критеријум произвођења жељеног главног ефекта. Свака од набројаних алтернатива има своја средства и своје специфичне последице али и (пред)услове примене и њих ни Луман ни многи други аутори, на које се Луман ослања, не спомињу, то су: **а₂) ограничавајући услови и б₂) критеријуми управљања.**

Претходни примери указују да се системи при анализи, морају разврстати. Разврставање може бити по многим сасвим различитим основама, од којих ћемо ми споменути само неколико:

1) са становишта променљивости, зависности од времена, системи могу бити статични или динамички. Статични системи су на пример троугао, или систем једначина, састав смеше за прехрану стоке итд; динамички системи су сунчев систем, или управљање возилом;

2) са становишта постојања или непостојања циља системи могу бити управљани или неуправљани, при чему оба могу бити или статични или динамички;

3) са становишта могућности највишег степена формализовања: код неких система могуће је поставити математички модел, код већине ипак то није могуће;

4) системи који се могу математички моделовати могу бити временски континуални или дискретни. Код временски континуалних система функције зависности међу елементима су непрекидне функције и важе у сваком тренутку. Код дискретних система функције зависности међу елементима могу се изразити само у одређеним временским интервалима. Тако је на пример, величина истезања опруге континуално сразмерна сили затезања. С друге стране, код аутомата прелаз из

једног стања у други увек је сразмеран некој елементарној јединици „кораку”, па су аутомати (па и рачунари) у суштини дискретни системи.

Није нам намера прецизна и свеобухватна класификација, него да се укаже да се код различитих врста система примењују различите методологије анализе. Управо због различитости методологија анализе различитих система, оквири и домети опште теорије система су врло ограничени. По свему судећи, овај детаљ је дуго измицао пажњи већини аутора током друге половине XX века док су се трудили да изграде општу теорију. Чак ни Луман није био изузетак када је тврдио: „**Средишњи појам теорије система, регулисање, односи се на релацију између елемената**”^(12, стр. 62).

Овај цитат само указује да аутори, на основу чијих дела и Луман заснива своје ставове, под појмом **опште теорије система** подразумевају **општу теорију УПРАВЉАНИХ система**. Ипак, Луман наслућује одређен степен неусклађености између општег појма система, (који се састоји из елемената и њихових релација), и карактеристике **управљаних система** који се изражава дихотомијом **ЦИЉ/СРЕДСТВО**. Његови критички ставови око дефиниције основних појмова опште теорије система, били су сасвим оправдани, али ни он није успео да докучи узроке некохерентности.

5. ЗАКЉУЧАК

Упоређивавањем модела **целина/део, елементи и релације** и **сврха/средство** (прва три од у есеју набројаних осам) може се уочити да **функционалисти нису разликовали појам систем од појма управљани систем**, што је имало далекосежне последице, како у погледу непрецизне терминологије тако и у непрецизном схватању метода анализе

управљаних система у техничким наукама.

6. ЛИТЕРАТУРА

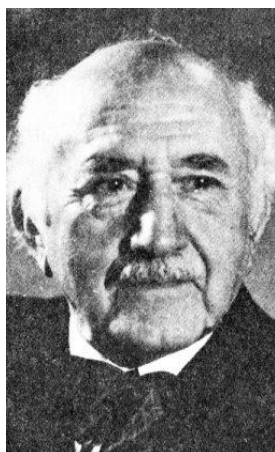
- [1] Буњевац Милан, „Структурални прилаз књижевности“, Полит, Београд, 1978.
- [2] Хабермас Јирген, „Техника и зна-ност као идеологија“, Школска књига, Загреб, 1986.
- [3] Хоркхајмер Макс, „Помрачење ума“, Веселин Маслеша, Сарајево, 1989. (ХМ1)
- [4] Хоркхајмер Макс, „Традиционална и критичка теорија“, БИГЗ, Београд, 1976. (ХМ2)
- [5] Хоркхајмер, Адорно „Дијалектика просветителјства“, Веселин Маслеша, Сарајево, 1989. (ХМ3)
- [6] Луман Никлас, „Теорија система, сврховитост и рационалност“, Плато, Београд, 1998. (Л1)
- [7] Луман Никлас, „Друштвени системи, Основе опште теорије“, Изд. књ. Зоран Станојевић, Сремски Карловци, 2001. (Л2)
- [8] Маркузе Херберт, „Човек једне димензије“, Веселин Маслеша, Сарајево, 1989.
- [9] Ненадић Миле, „Социолошки итинерер“, Просвета, Београд, 1999.
- [10] Срића Велимир, „Увод у систем инјенјеринг“, информатор, Загреб, 1988.
- [11] Тадић Љубомир, „Наука о политици“, БИГЗ, Београд, 1996.
- [12] Мала енциклопедија Просвета, Просвета, Београд, 1986.
<https://vtszr9e108.firebaseio.com/>

Адреса аутора: Маргит Ђурин, дипл. инг.ел. у пензији

Е-маил: margitdjurin@yahoo.com

Рад примљен: новембар 2019.

Рад прихваћен: децембар 2019.

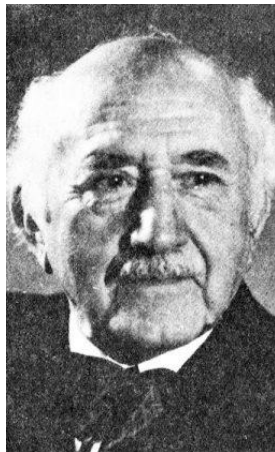


АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ
(1893 – 1983)

Лекар, професор
Медицинског
факултета. Оснивач
Ветеринарског и
Фармацеутског
факултета и
Института за
хистологију и
ембриологију.

Свестрани
интелектуалац који
се поред медицином
бавио и музиком,
археологијом,
фотографијом.
Учесник Првог
светског рата, борац
и велики патриота.

АЛЕКСАНДАР Ђ. КОСТИЋ



Александар Ђ Костић је рођен 19. марта 1893. године у Београду. Основну школу и Гимназију завршио је такође у Београду. Истовремено је похађао и Српску музичку школу у којој му је предавао Стеван Мокрањац. Маштао је да ће бити пијаниста, компоновао је химне, хорске композиције, успаванке а писао је и поезију. Међутим, ипак је одлучио да студира медицину и године 1912. одлази у Француску, у Нанси. У Србију се враћа 1918. године и као добровољац учествује у одбрани своје домовине у Првом светском рату. Преживео је све голготе Брегалнице, албанских планина, Крфа, Солуна, Кајмакчалана. Сећања на дане страдања забележио је у збирци 26 приповедака „Ведрине у олуји“. Након ослобођења Србије поново одлази у Француску и у Стразбуру наставља студије медицине. У току студија сарађивао је са професором Буеном, светски признатим стручњаком у области хистологије. Године 1921. одбранио је докторску дисертацију под називом „Експериментално дејство алкохолизма на тестисе (хистолошка и хемијска студија)“ и она ће касније бити основа његовог даљег научног и предавачког рада. У Стразбуру истовремено усавршава и своје музичко образовање похађањем Мајсторске пијанистичке школе.

Након докторирања Александар Костић се враћа у Србију и на Медицинском факултету у Београду 1921. године постаје један од првих професора. На овом факултету оснива Катедру за хистологију а нешто касније и Институт за хистологију и ембриологију. Професор Костић је био и оснивач Ветеринарског (1936.) и Фармацеутског факултета (1937.). На свом, Медицинском факултету три пута је биран за декана али је и два пута био избациван са факултета. Први пут, 1941. године, због одбијања сарадње са немачким окупаторима а други пут, 1959. године, од стране комунистичке власти.

Професор Александар Костић је поставио научно-истраживачке темеље у медицинској области хистологија. За потребе едукације написао је већи број уџбеника и приручника. „Основе хистолошке технике“ објавио је 1921. године, „Основе хистологије“ и „Речник хистолошких израза“ 1924. године, „Хистолошки атлас“ 1928. године, „Основе нормалне хистологије“ 1942. године и „Основе ембриологије“ 1948. године. Своја истраживања и интересовања уградио је и објавио у следећим књигама: „Проблеми наше медицинске

терминологије“ (1931.год.), „Полни живот човека“ (1932.год.), „Сексуално у српској народној поезији“ (1933.год.), „Жена као пол и као човек“ (1937.год.), „Основе медицинске сексологије“ (1966.год.), „Сексуални живот савременог човека“ (1969.год.), „Вишејезички медицински речник“ (1971.год.). У методику својих предавања професор Костић је први увео коришћење микрофотографија и филмова и тиме постао пионир медицинске фотографије код нас. Из области медицине снимео је и два стручна филма: „Израда хистолошких препарата“ и „Операција тумора кичмене мождине“ који су били приказани у Британском краљевском лекарском друштву 1950. године.

Изузетно друштвено ангажовање и разнолику интересовања пратили су професора Костића кроз читав радни век. Поред музике бавио се и лингвистичким проблемима и веома је допринео формирању српске терминологије у медицини. Одржао је велики број предавања на стручним скуповима и на радију. Уређивао је и читав низ научних и стручних часописа. Интересовао се за историју медицине. Био је председник Антиалкохоличарског покрета, председник Скаутске организације Југославије, оснивач Београдског фото клуба, председник Удружења крематиста. Залагао се за прихватање кремације због заштите животне средине. Имао је запажене реферате у овој области на међународним скуповима. Написао је и књигу „Пред одлуком“ о еколошким предностима кремације.

Успомене на рововске борбе у околини Гроцке у Првом светском рату али и лепота природе мотивисали су га да одлучи, 1932. године, да сагради кућу у овом крају на подручју Дубочаја. Приликом копања темеља откривене су римске гробнице и низ археолошких предмета. То га је подстакло да почне да се аматерски бави археологијом. У наредних 45 година сакупио је изузетно вредну збирку археолошких, нумизматичких и других експоната коју је 1978. године поклонио Општини Гроцка. Жеља му је била да она буде изложена у рестаурираној Ранчићевој кући. Ова збирка данас се налази у галерији Библиотеке „Илија Гарашанин“ у Гроцкој.

Професор Александар Костић био је ожењен Смиљом Костић-Јоксић. Она је такође била лекар и позната и уважена професорка педијатрије. Имала је изузетне заслуге за увођење БСГ вакцине у нашој земљи. Александар и Смиља су имали је два сина, Ивана и Војислава. Војислав Воки Костић постао је познати српски композитор.

За све оно што је урадио у медицини председник Француске је 1940. године одликовао Професора Александра Костића Легијом части. Медицински факултет у Београду је 2001. године ставио ван снаге све одлуке које су се односиле његово на протеривање са факултета као и његове супруге Смиље Костић-Јоксић. Син Војислав написао је књигу о свом оцу „Живот са непреболним болом у души. Професор др Александар Ђ. Костић“. Документарни филм „Концерт Професора др Александра Костића“ јавно је приказан 2001. године у београдском позоришту Атеље 212. Једна улица у Београду данас носи његово име.

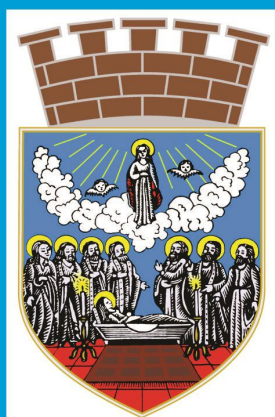
Професор др Александар Ђ. Костић умро је у Београду 19. јануара 1983. године.

УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА

- Радови се достављају у електронском облику на усб диску или електронском поштом.
- Рад треба да буде откуцан у фонту Times New Roman са ћиричним писмом. Величина фонта 12.
- Обим рада не би требало да буде већи од 12 страница.
- Наслов рада се даје на српском и енглеском језику. Испод наслова налазе се име и презиме аутора уз које иде научно или стручно звање, афелација (радна организација и њено седиште, место, адреса и контакт телефон или е-маил адреса. Рад мора да има резиме на српском и енглеском језику дужине до десет куцаних редова као и кључне речи уз обе варијанте. Садржај рада треба да има увод, разрадне делове и закључак.
- Дијаграми, цртежи, слике, табеле треба да се налазе на свом месту у раду. Текст нпр. „Слика 1.“ налази се испод слике на средини а текст „Табела 1.“ изнад табеле лево.
- Мере и мерне јединице морају бити у складу са важећим прописима у тој области.
- Литература се наводи на крају и треба да садржи: редни број, презиме и почетно слово имена аутора, назив рада, назив часописа (или књиге), број издања, назив издавача, место седишта издавача и годину издања.
- Препорука је да се радови пишу на ћирилици.
- Сви пријављени радови подлежу анонимној научно стручној рецензији и оцени квалитета о чему ће аутори бити обавештени.
- Уредништво часописа ће прихватити само необјављене радове.
- Пријављени радови се не враћају ауторима.
- **За оригиналност, резултате истраживања и изнете ставове у овој публикацији издавач не сноси одговорност, већ аутори радова.**



ДРУШТВО ИНЖЕЊЕРА ЗРЕЊАНИН



ГРАД ЗРЕЊАНИН



РЕПУБЛИКА СРБИЈА

Овај часопис се финансира из буџета ГРАДА ЗРЕЊАНИНА.
Ставови изражени у овој публикацији искључива су
одговорност аутора и његових сарадника
и не представљају нужно званичан став ГРАДА.