



A K A D E M I J A
TEHNIČKO-VASPITAČKIH
STRUKOVNIH STUDIJA

ZBORNIK RADOVA 2020



www.akademijanis.edu.rs



info@akademijanis.edu.rs

ZBORNIK RADOVA

AKADEMIJE TEHNIČKO-VASPITAČKIH STRUKOVNIH STUDIJA - NIŠ

NIŠ
2020.

ZBORNİK RADOVA

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Niš

Izdavač i štampa:

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš

Urednik:

dr Srđan Jovković

Recezeni:

Tim za Naučno-istraživačku delatnost

Tehnička obrada:

Goran Milosavljević

Miloš Danilović

Korice:

Goran Milosavljević

Štampa:

Elektronsko izdanje

Tiraž:

150 primeraka

PREDGOVOR

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš je u 2020/21. godini potvrdila razloge njenog formiranja i veoma brzo se profilisala na tržištu rada. Njeni odseci (nekadašnje visoke škole strukovnih studija) osavremenili su svoju infrastrukturu, akreditovali nove studijske programe na master strukovnim studijama, počeli da koriste objedinjene resurse i spremniji dočekuju savremene izazove. Svrha strukovnog obrazovanja, podrazumeva na prvom mestu stvaranje uslova za brz i efikasan transfer znanja iz sfere obrazovanja ka privredi i obrnuto.

Zbornik radova ATVSSS Niš 2020 predstavlja, još jedan doprinos nastavnog osoblja razvoju i primeni novih tehnologija, novih metoda i novih prisutupa preko potrebnih privredi regiona i šire. U zborniku su predstavljeni naučno stručni rezultati rada naših zaposlenih iz oblasti, informacionih tehnologija, saobraćajnog inženjerstva, oblasti mašinskog i industrijskog inženjerstva i aktuelnih problema građevine i zaštite životne sredine, tehnologije obrade drveta, prehrambene tehnologije, do društveno humanističkih nauka. Većina predstavljenih rezultata našla je primenu u privredi i to ovom zbornik daje poseban značaj. Zbornik sadrži ukupno 39 radova iz gore navedenih oblasti koje pokrivaju aktuelne stručne teme. U zborniku su objavljena i 2 rada koji su proistekli iz projekta „Kreiranje održivih inovacija za unapređenje konkurentnosti preduzeća“ finansiranog od strane Kancelarije za lokalni ekonomski razvoj i projekte grada Niša kroz meru unapređenje saradnje privrede i naučno – obrazovnih institucija, projekat programa lokalnog ekonomskog razvoja Grada Niša za 2018. godinu. Ovogodišnji zbornik radova, akcent stavlja na sinergiji znanja i veština i značaj interdisciplinarog i multidisciplinarnog u rešavanju stručnih problema.

Na ovaj način, potvrđujemo da je Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš, dosledna svojim opredeljenjima, da zajedno sa drugima stvara moderno tehnološko društvo, koje će biti spremno da odgovori izazovima sutrašnjice.

Niš,
Decembar 2020.

SADRŽAJ:

1. PERFORMANSE AMGC ALGORITMA ZA KOREKCIJU KONTRASTA TAMNIH SLIKA Nataša Savić, Zoran Milivojević	1
2. PRIMENA TLM METODE ZA ODREĐIVANJE EFIKASNOSTI OKLOPLJAVANJA METALNIM KUĆIŠTEM U MIKROTALASNOM OPSEGU FREKVENCIJA Nataša Nešić	5
3. ASPEKTI ANALIZE QOS PARAMETARA PRI EMITOVANJU VIDEO SADRŽAJA NA YOUTUBE PLATFORMI Nikola Grozdanović, Dejan Blagojević	9
4. PRIMENA NENAMETLJIVOG JAVASCRIPT KODOVANJA ZA PROVERU ISPRAVNOSTI SADRŽAJA WEB FORMI U REALNOM VREMENU Zoran Veličković, Marko Veličković	13
5. PROCENA INTONATIVNE PRECIZNOSTI PEVANJA STATISTIČKOM ANALIZOM Zoran Milivojević	17
6. MODIFIKACIJE GN MODELA PRODUKCIJE STEREOSKOPSKOG MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA PREMA TIPU PROGRAMSKOG MATERIJALA Aleksandar Spasić, Valentina Kostić, Tanja Sekulić	21
7. BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICAMA SA KRUŽNIM TOKOM SAOBRAĆAJA Dejan Bogićević, Stefan Mihajlović	25
8. PRIMENA SAVREMENOG SISTEMA NAPLATE U SISTEMU JAVNOG PREVOZA PUTNIKA Milan Stanković, Jovan Mišić, PAVle Gladović, Vladimir Popović	29
9. ODREĐIVANJE OPTIMALNE ORIJENTACIJE MODELA ZA TEHNOLOGIJU 3D ŠTAMPE: PRIMER POKLOPCA KUĆIŠTA Milan Pavlović, Slavimir Stošović, Miloš Ristić	33
10. CNC MAŠINA ZA PROBIJANJE LIMA TRUMATIC 5000R – TRUMPF Nebojša Dimitrijević	37
11. MATEMATIČKI MODEL PREDIKCIJE POČETKA RASLOJAVANJA GUMENIH TRANSPORTNIH TRAKA Biljana Milutinović, Petar Đekić	41
12. DOPRINOS UPOTREBE DIGITALNIH SIMULACIJA GASNIH ZAKONA KONCEPTUALNOM RAZUMEVANJU TERMODINAMIKE Ivana Krulj	45
13. KVALITET POVRŠINE REZA KOD SEČENJA LASEROM Nikola Kostić, Slađana Nedeljković	49
14. UPOREDNA ANALIZA EFIKASNOSTI TOPLOTNOIZOLACIONIH MATERIJALA Aleksandra Boričić, Milica Cvetković	53
15. MONITORING BUKE I PREVENTIVNE MERE ZA NJENO SMANJENJE U GRADU VRANJU Gordana Bogdanović, Maša Milošević, Jelena Marković	57

16. VEGETACIJSKI SLOJ I NJEGOVA PRIMENA KOD RAZLIČITIH TIPOVA ZELENIH KROVOVA	61
Nemanja Petrović, Natalija Tošić	
17. ISPITIVANJE I KARAKTERIZACIJA OTPADNE FILTER POGAČE KOMPANIJE HENKEL SRBIJA	65
Bratimir Nešić, Anica Milošević	
18. IMPLEMENTACIJA EMAS SISTEMA U UPRAVLJANJE ŽIVOTNOM SREDINOM	69
Natalija Tošić	
19. ANALIZA AMBALAŽNOG OTPADA NA TERITORIJI GRADA VRANJA U CILJU USPOSTAVLJANJA ODRŽIVOG SISTEMA UPRAVLJANJA OTPADOM	73
Ljiljana Đorđević, Jovana Džoljić	
20. UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM OTPADOM	75
Jelena Bijeljić, Jovan Mišić, Dušan Radosavljević	
21. UPRAVLJANJE NEOPASNIM INDUSTRIJSKIM OTPADOM IZ KOMPANIJE KNAUF INSULATION SURDULICA	81
Anica Milošević, Bratimir Nešić	
22. MONITORING KOLIČINE KOMUNALNOG OTPADA U GRADU VRANJU U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA I ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE	85
Jovana Džoljić, Ljiljana Đorđević	
23. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE KAO OSNOVA ODRŽIVOG EKONOMSKOG EKOLOŠKOG I PROSTORNOG RAZVOJA SRBIJE I REGIONA	89
Marija Mihajlović, Dušan Dimitrijević, Ljiljana Stošić Mihajlović	
24. ANALIZA KONOIDNIH POVRŠI I NJHOVA PRIMENA U ARHITEKTURI	93
Milica Cvetković, Ana Mitrović	
25. UTICAJ I ZNAČAJ PAH JEDINJENJA NA PLODNO ZEMLJIŠTE U OKOLNIM SELIMA GRADA VRANJA U PERIODU IZGRADNJE AUTOPUTA E-75	97
Jelena Marković, Tijana Micić	
26. PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U UVOĐENJU AUTOMATIZOVANOG MONITORINGA KVALITETA VODE ZA PIĆE U REALNOM VREMENU U SRPSKIM SVETINJAMA NA KOSOVU I METOHIJI	101
Irena Tasić, Srđan Tasić, Vukašin Tasić	
27. MATEMATIČKO MODELOVANJE I GEOGEBRA U INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU	105
Valentina Kostić, Tanja Sekulić, Aleksandar Spasić	
28. POSTUPAK SPROVOĐENJA PARETO METODE U DRVNOJ INDUSTRIJI	109
Damjan Stanojević	
29. MERE ZAŠTITE DRVETA PRE I TOKOM INDUSTRIJSKE PRERADE	112
Tijana Milanović, Gordana Bogdanović, Damjan Stanojević	
30. STRATEGIJE INTERNACIONALIZACIJE FRANŠIZNIH MALIH I SREDNJIH PREDUZEĆA	115
Milica Stanković, Gordana Mrdak, Suzana Stojanović	
31. ORGANIZACIJA MARKETINGA KAO POSLOVNE FUNKCIJE U USLOVIMA KRIZE I TRŽIŠNE NEIZVESNOSTI	119
Ljiljana Stošić Mihajlović	

32. ZNAČAJ "HIGIJENE NOVCA" U PANDEMIJI COVID-19	123
Srđan Tasić, Nemanja Tasić, Irena Tasić	
33. ARISTOTELOVA ETIKA VRLINE I ETIKA VASPITAČKOG POZIVA	127
Dejan Đorđević	
34. ESP STUDENTS' LEARNING STYLES	129
Maja Stanojević Gocić	
35. CRITICAL THINKING IN ESP TEACHING	133
Sladana Živković	
36. SISTEMI ZA E-LEARNING KOMUNIKACIJU I SIGURONOSNI PROBLEMI U DOBA PANDEMIJE	136
Danica Milošević	
37. PRAVO ZAPOSLENIH NA ŠTRAJK	140
Milica Mladenović, Magdalena Krstić Cvetković	
38. SIMULTANO PROJEKTOVANJE INOVIRANOG PROIZVODA ZA UNAPREĐENJE KONKURENTNOSTI PREDUZEĆA	144
Petar Đekić, Biljana Milutinović, Miloš Ristić, Boban Cvetanović, Milan Pavlović, Milan Nikolić,	
39. TEHNO – EKONOMSKA ANALIZA DONJE PEČURE TROKRAKOG REGULACIONOG VENTILA	148
Miloš Ristić, Milan Pavlović, Petar Đekić, Biljana Milutinović, Milan Nikolić	

PERFORMANSE AMGC ALGORITMA ZA KOREKCIJU KONTRASTA TAMNIH SLIKA

PERFORMANCE OF THE AMGC ALGORITHM FOR DARK IMAGES CONTRAST CORRECTION

Nataša Savić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Zoran Milivojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U prvom delu rada opisan je AMGC algoritam za korekciju kontrasta tamnih slika. U drugom delu rada opisan je eksperiment u kome su određene performanse algoritma kod procesiranja tamnih slika. Algoritam je primenjen nad standardnim test slikama različitih osvetljenosti i kontrasta. Određene su statističke mere histograma μ i σ , mere kontrasta RMS i E_d , kao i komparativne mere MSE, PSNR, AMBE i SSIM u odnosu na GQ sliku. Na kraju je izvršena komparativna analiza efekta AMGC i AGC algoritama.

Ključne reči: Kontrast. Gama korekcija. Histogram.

Abstract - In the first part of the paper, the AMGC algorithm for contrast correction of dark images is described. The second part of the paper describes an experiment in which the performance of an algorithm for processing dark images is determined. The algorithm was applied over standard test images of different brightness and contrast. Statistical measures of histograms μ and σ , contrast measures RMS and E_d , as well as comparative measures of MSE, PSNR, AMBE and SSIM in relation to the GQ image were determined. Finally, a comparative analysis of the effect of AMGC and AGC algorithms was.

Key words: Contrast. Gamma correction. Histogram.

1. UVOD

Kontrast i srednja vrednost luminanse slika značajno utiče na vizuelne karakteristike slika. Pored toga, za potrebe digitalnog procesiranja slike (prepoznavanje likova [1], objekta u slici, detekcije teksta, ivica i konture [2],...) značajno je da slika bude sa dobrim kvalitetom [3]. Slike dobrog kvaliteta GQ (engl. *good quality*) imaju statističke parametre histograma $\mu \approx 0.5$ i $\sigma \geq 0.8$. Popravka kvaliteta je aktuelan problem kod digitalnog procesiranja slike. Predložen je veći broj algoritama za popravku kvaliteta korekcijom kontrasta [4-8]. Algoritmi za poboljšanja kontrasta mogu se podeliti u dve grupe: a) direktne [7] i b) indirektne [8]. Kod direktnih metoda se pomoću mera kontrasta procenjuje intenzitet kontrasta, i, nakon toga, vrši korekcija kontrasta. Kod indirektnih metoda korekcija kontrasta bazira se na modifikaciji histograma (engl. *histogram equalization*, HE) [9]. HE algoritmi imaju malu numeričku složenost. Međutim, HE algoritmi ne daju uvek zadovoljavajuće rezultate jer mogu izazvati prekomernu korekciju kod piksela sa intenzitetima luminanse koji se često ponavljaju, što dovodi do smanjenja kontrasta kod intenziteta koji se ređe javljaju [5]. Adaptivno izjednačavanje histograma (engl. *adaptive histogram equalization*, AHE) je tehnika koja se, za razliku od HE algoritama, ne primenjuje na globalnom nivou, već se analiziraju histogrami koji se odnose na lokalne površine slike. Time se eliminiše efekat prekomerne korekcije

intenziteta luminanse kod piksela čiji se intenziteti često pojavljuju.

Razvijena je grupa algoritama za povećanje kontrasta primenom gama korekcije [9-13]. U radu [9] opisan je AGC (engl. *adaptive gamma correction*) algoritam koji je baziran na adaptivnoj gama korekciji. Vrednost gama parametra određen je uz pomoć kumulativne raspodele intenziteta luminansa iz histograma. U radu [6] predložen je AMGC (engl. *Automatic method gamma correction*) algoritam koji je optimizovan za poboljšanje kontrasta medicinskih slika.

U ovom radu prikazan je modifikovani AMGC [6] algoritam. Modifikacija je izvršena od strane autora sa ciljem proširenja oblasti primene algoritma. Efikasnost AMGC algoritma testirana je eksperimentalnim putem. U okviru eksperimenta formirana je baza test slika, koja se sastoji od test slike Boat: a) originalne, b) generisane GQ slike i c) generisanih tamnih slika ($\mu = 0.1 \div 0.4$) sa malim kontrastima ($\sigma = \{0.02, 0.08\}$). AMGC algoritam primenjen je nad test slikama u cilju popravke kvaliteta slike. Efikasnost algoritma određena je pomoću objektivnih mera za kontrast: a) RMS (engl. *root-mean-square*) i diskretne entropije E_d (engl. *Discrete entropy*) i b) komparativnih mera MSE, PSNR, AMBE i SSIM, određenih u odnosu na GQ sliku dobrog kvaliteta [3]. Pored toga, u cilju komparativne analize, nad slikama iz test baze primenjen je AGC algoritam. Rezultati su prikazani tabelarno. Nakon toga, izvršena je komparativna analiza rezultata i donešen zaključak o efikasnosti algoritma.

Rad je organizovan na sledeći način. U sekciji 2 opisan je algoritam automatske gama korekcije. U sekciji 3 prikazani su eksperimentalni rezultati i izvršena komparativna analiza. Sekcija 4 je zaključak.

2. AMGC ALGORITAM

U radu [6] opisan je AMGC algoritam za poboljšane kontrasta. Autori ovog rada su izvršili modifikaciju algoritma sa ciljem proširenja oblasti primene. Modifikovani algoritam realizuje se u sledećim koracima.

Ulaz: slika **I**.

Izlaz: slika **Y**

Korak 1: Izračunavanje histograma h slike **I**.

Korak 2: Izračunavanje kumulativne raspodele amplituda histograma C :

$$C_k = \sum_{j=1}^k h_j, \quad (1)$$

gde je $j = 0, 1, \dots, 255$.

Korak 3: Određivanje intenziteta luminanse za 5 %, 95 % i medijane kumulativne raspodele:

$$k_{\max} = \arg(C_{95}), \quad (2)$$

$$k_{\min} = \arg(C_5), \quad (3)$$

$$k_{\text{med}} = \text{median}(C), \quad (4)$$

Korak 4: Određivanje korekcionog gama parametra:

$$\gamma = \log \left(\frac{k_{\text{med}} - k_{\min}}{k_{\max} - k_{\text{med}}} \right), \quad (5)$$

Korak 5: Transformacija intenziteta piksela:

$$Y = I^{1/\gamma}. \quad (6)$$

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

Sproveden je eksperiment sa ciljem testiranja efikasnosti AMGC i AGC algoritama kod popravke vizuelnog kvaliteta tamnih slika sa malim kontrastom.

3.1. Eksperiment

Algoritmi AMGC (Sekcija 2) i AGC ([11]) primenjeni su nad slikama iz baze slika. Korigovanim test slikama izračunati su histogrami i određeni statistički parametri μ i σ . Kvalitet kontrasta izračunat je merama za kontrast (RMS i E_d). Upoređivanjem sa GQ slikom [3] određene su komparativne mere MSE, PSNR, AMBE i SSIM. Komparativnom analizom rezultata ocenjen je kvalitet AMGC algoritma.

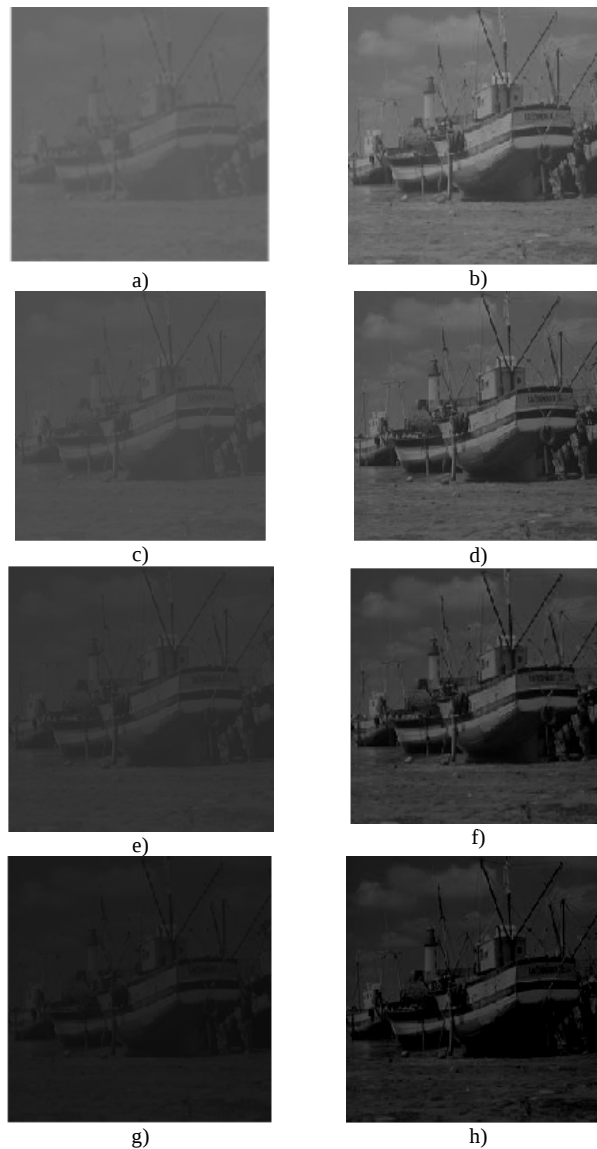
3.2. Baza

Baza se sastoji od test slika koje su nastale modifikacijom osvetljenosti i kontrasta originalne slike. Od originalne test slike *Boat* formirane su slike malog kontrasta sa malim osvetljenjem. Parametri test slika su: I_1 ($\mu = 0.4$, $\sigma = 0.02$), I_2 ($\mu = 0.4$, $\sigma = 0.08$), I_3 ($\mu = 0.3$, $\sigma = 0.02$), I_4 ($\mu = 0.3$, $\sigma = 0.08$), I_5 ($\mu = 0.2$, $\sigma = 0.02$), I_6 ($\mu = 0.2$, $\sigma = 0.08$), I_7 ($\mu = 0.1$, $\sigma = 0.02$) i I_8 ($\mu = 0.1$, $\sigma = 0.08$). Na sl. 1. prikazane su slike iz test baze.

3.3. Rezultati

U tabeli 1 prikazani su parametri test slika (μ , σ) i mere kontrasta (RMS, E_d). U tabelama 2 i 3 prikazani parametri (μ , σ) za test slike nakon primene AMGC i AGC algoritma, respektivno. U tabeli 4 prikazane su objektivne mere test

slika (I_1 - I_8), korigovanih test slika primenom AMGC algoritma ($I_{1\text{AMGC}}$ - $I_{8\text{AMGC}}$) i primenom AGC algoritma ($I_{1\text{AGC}}$ - $I_{8\text{AGC}}$). Srednje vrednosti mera kontrasta i objektivnih mera prikazane su u tabeli 5 i tabeli 6, respektivno. Na sl. 2 prikazane su korigovane test slike primenom AMGC algoritma. Na sl. 3 prikazane su korigovane test slike primenom AGC algoritma.



Slika 1. Slike iz test baze : a) I_1 ($\mu = 0.4$, $\sigma = 0.02$), b) I_2 ($\mu = 0.4$, $\sigma = 0.08$), c) I_3 ($\mu = 0.3$, $\sigma = 0.02$), d) I_4 ($\mu = 0.3$, $\sigma = 0.08$), e) I_5 ($\mu = 0.2$, $\sigma = 0.02$), f) I_6 ($\mu = 0.2$, $\sigma = 0.08$), g) I_7 ($\mu = 0.1$, $\sigma = 0.02$) i h) I_8 ($\mu = 0.1$, $\sigma = 0.08$)

Tabela 1. Parametri test slika.

Slika	μ	σ	Kontrast	
			RMS	E_d
I_1	0.4	0.02	$3.9999 \cdot 10^{-4}$	4.0371
I_2	0.4	0.08	0.0064	5.9905
I_3	0.3	0.02	$3.9999 \cdot 10^{-4}$	4.0263
I_4	0.3	0.08	0.0064	5.9906
I_5	0.2	0.02	$4.0000 \cdot 10^{-4}$	4.0371
I_6	0.2	0.08	0.0064	5.9572
I_7	0.1	0.02	$4.0000 \cdot 10^{-4}$	4.0263
I_8	0.1	0.08	0.0064	5.2500

Tabela 2. Parametri test slika nakon primene AMGC algoritma.

Slika	μ	σ	Kontrast	
			RMS	Ed
I1AMGC	0.3331	0.0199	$3.9661 \cdot 10^{-4}$	4.0371
I2AMGC	0.3347	0.0782	0.0061	5.9601
I3AMGC	0.2360	0.0188	$3.5343 \cdot 10^{-4}$	3.6764
I4AMGC	0.2380	0.0731	0.0053	5.8749
I5AMGC	0.1451	0.0172	$2.9748 \cdot 10^{-4}$	3.7390
I6AMGC	0.1484	0.0653	0.0043	5.6862
I7AMGC	0.1463	0.0251	$6.2766 \cdot 10^{-4}$ *	4.0263
I8AMGC	0.1010	0.0596	0.0036	5.1650

Tabela 3. Parametri test slika nakon primene AGC algoritma.

Slika	μ	σ	Kontrast	
			RMS	Ed
I1AGC	0.5001	0.0711	0.0050	5.7889
I2AGC	0.5021	0.1780	0.0317	7.0044
I3AGC	0.4983	0.0935	0.0087	6.1879
I4AGC	0.4967	0.2143	0.0459	7.0310
I5AGC	0.4971	0.1355	0.0184	6.6381
I6AGC	0.5047	0.2617	0.0685	6.6951
I7AGC	0.5028	0.2266	0.0513	7.0059
I8AGC	0.5091	0.3253	0.1059	5.9722

Tabela 4. Objektivne mere originalnih test slika i slika nakon primene AMGC i AGC algoritma.

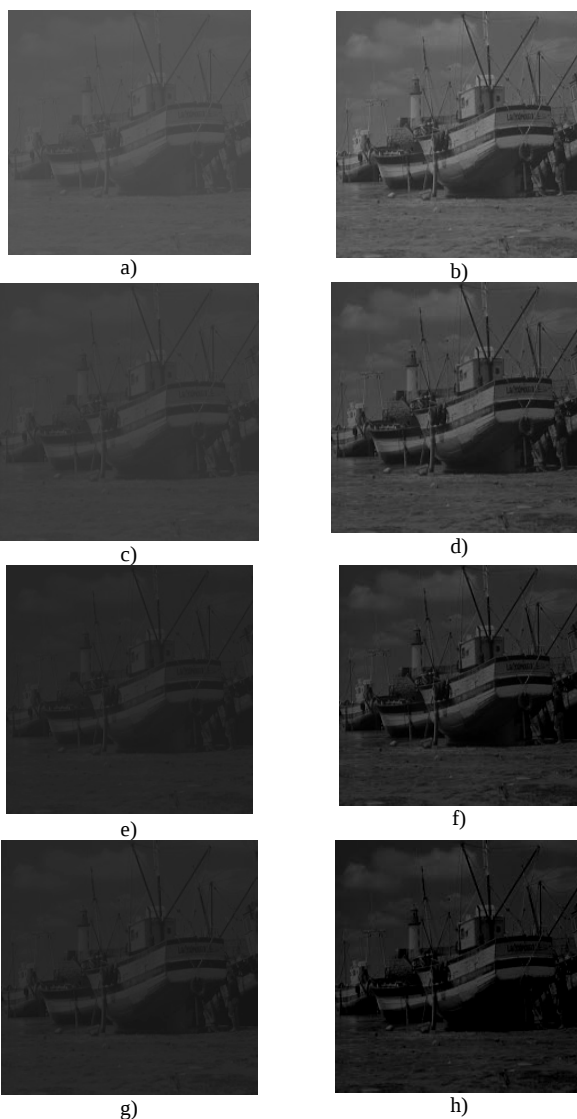
Slika	MSE	PSNR	AMBE	SSIM
I1	0.0364	14.3876	0.1021	0.4583
I1AMGC	0.0546	12.6297	0.1690	0.4365
I1AGC	0.0121	19.1552	0.0020	0.7506
I2	0.0207	16.8469	0.1021	0.7870
I2AMGC	0.0386	14.1300	0.1674	0.7547
I2AGC	$2.04 \cdot 10^{-4}$	36.8876	$2.081 \cdot 10^{-6}$	0.9934
I3	0.0668	11.7501	0.2021	0.4210
I3AMGC	0.0972	10.1225	0.2661	0.3710
I3AGC	0.0077	21.1163	0.0038	0.8411
I4	0.0511	12.9166	0.2021	0.7325
I4AMGC	0.0814	10.8916	0.2641	0.6328
I4AGC	0.0016	28.0004	0.0054	0.9546
I5	0.1173	9.3087	0.3021	0.3457
I5AMGC	0.1543	8.1158	0.3570	0.2703
I5AGC	0.0022	26.6339	0.0050	0.9528
I6	0.1015	9.9348	0.3021	0.5510
I6AMGC	0.1386	8.5839	0.3537	0.4028
I6AGC	0.0082	20.8748	0.0026	0.8211
I7	0.1877	7.2659	0.4021	0.2096
I7AMGC	0.1510	8.2102	0.3558	0.3016
I7AGC	0.0027	25.7307	$6.434 \cdot 10^{-4}$	0.9328
I8	0.1719	7.6464	0.4021	0.2358
I8AMGC	0.1762	7.5393	0.4011	0.2736
I8AGC	0.0286	15.4350	0.0070	0.6106

Tabela 5. Srednje vrednosti statističkih parametara i mera kontrasta.

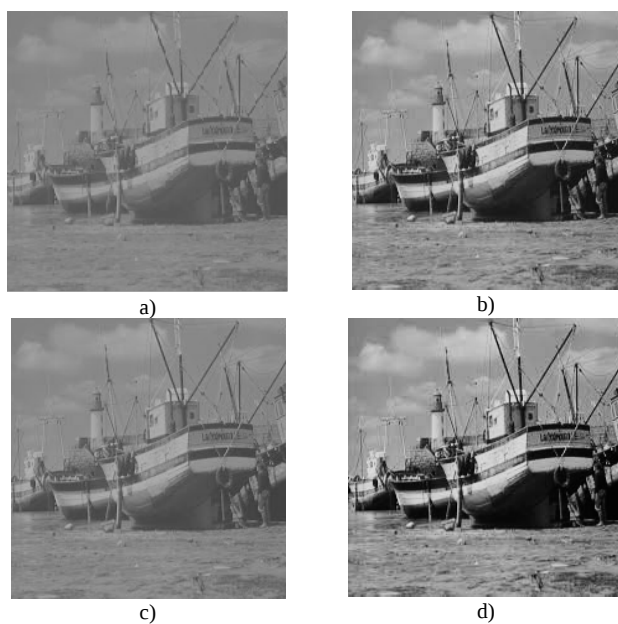
Slika	μ	σ	RMS	Ed
I	0.25	0.05	0.0034	4.9144
IAMGC	0.2103	0.0446	0.0025	4.7706
IAGC	0.5014	0.1882	0.0419	6.5404

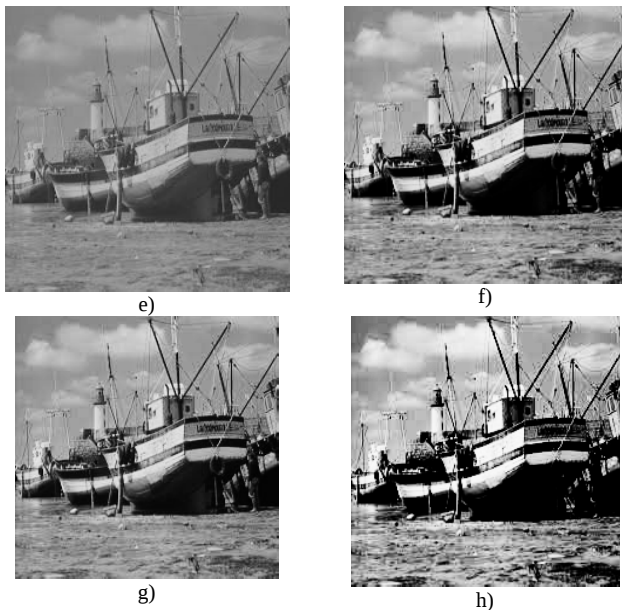
Tabela 6. Srednje vrednosti objektivnih mera.

Slika	MSE	PSNR	AMBE	SSIM
I	0.0942	11.2571	0.2521	0.4676
IAMGC	0.1115	10.0279	0.2918	0.4304
IAGC	0.0079	24.2292	0.0033	0.8571



Slika 2. AMGC korigovane test slike: a) I1AMGC, b) I2AMGC, c) I3AMGC, d) I4AMGC, e) I5AMGC, f) I6AMGC, g) I7AMGC i h) I8AMGC





Slika 3. AGC korigovane test slike: a) I_{1AGC} , b) I_{2AGC} , c) I_{3AGC} , d) I_{4AGC} , e) I_{5AGC} , f) I_{6AGC} , g) I_{7AGC} i h) I_{8AGC}

3.4 Analiza rezultata

Analizom rezultata prikazanih u tbl. 1 - tbl. 6, i na sl. 1-sl. 3 zaključuje se da je:

1) povećanje objektivnih mera kod test slika nakon primene AMGC algoritma: a) $\mu \rightarrow 0.2103 / 0.25 = 0.852$, b) $\sigma \rightarrow 0.0446 / 0.05 = 0.892$, c) $RMS \rightarrow 0.0025 / 0.0034 = 0.7353$, d) $E_d \rightarrow 4.7706 / 4.9144 = 0.9707$ e) $MSE \rightarrow 0.1115 / 0.0942 = 1.1837$, f) $PSNR \rightarrow 10.0279 / 11.2571 = 0.8908$, g) $AMBE \rightarrow 0.2918 / 0.2521 = 1.1575$ i h) $SSIM \rightarrow 0.4304 / 0.4676 = 0.9204$ puta

2) povećanje objektivnih mera kod test slika nakon primene AGC algoritma: a) $\mu \rightarrow 0.5014 / 0.25 = 2.0056$, b) $\sigma \rightarrow 0.1882 / 0.05 = 3.764$, c) $RMS \rightarrow 0.0419 / 0.0034 = 12.3235$, d) $E_d \rightarrow 6.5404 / 4.9144 = 1.3309$ e) $MSE \rightarrow 0.0079 / 0.0942 = 0.0839$, f) $PSNR \rightarrow 24.2292 / 11.2571 = 2.1523$, g) $AMBE \rightarrow 0.0033 / 0.2521 = 0.0131$ i h) $SSIM \rightarrow 0.8571 / 0.4676 = 1.833$ puta.

3) Mere kontrasta dobijene primenom AGC algoritma u odnosu na mere dobijene primenom AMGC algoritma veće su: a) $\mu \rightarrow 0.5014 / 0.2103 = 2.3842$, b) $\sigma \rightarrow 0.1882 / 0.0446 = 4.2197$, c) $RMS \rightarrow 0.0419 / 0.0025 = 16.7600$, d) $E_d \rightarrow 6.5404 / 4.7706 = 1.3710$ puta.

Iz navedenih komparativnih rezultata zaključuje se da je AMGC algoritam pokazao kvalitetne rezultate kontrasta samo kod ekstremno tamnih slika malog kontrasta. U svim drugim slučajevima vizuelni kvalitet slike nije zadovoljavajući, što se vidi i preko statističkih parametara. AGC algoritam je u svim slučajevima generisao kvalitetnije slike. Razlog treba tražiti u činjenici da je AMGC algoritam kreiran za popravku medicinskih slika, kod kojih je pozadina slika tamna.

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisan modifikovani AMGC algoritam za poboljšanje kvaliteta tamnih slika sa malim kontrastom. Detaljnom eksperimentalnom analizom pokazano je da primena ovog algoritma na test slike iz baze ne daje slike zadovoljava-

jućeg vizuelnog kvaliteta. Komparativnom analizom objektivnih mera (statistički parametri histograma, vrednosti mera kontrasta i mera za komparativnu analizu) u odnosu na GQ sliku, zaključuje se da je kontrast slika korigovanih AMGC nezadovoljavajućeg kvaliteta. Ovaj zaključak potvrđuje se i komparativnom analizom sa slikama korigovanim AGC algoritmom. Na osnovu detaljne vizuelne i analize objektivnih mera zaključuje se da AMGC algoritam ne može da se primenjuje kod modifikacija prirodnih već samo medicinskih slika.

LITERATURA

- [1] K.-Chih Lee, J. Ho, D. Kriegman, *Acquiring Linear Subspaces for Face Recognition under Variable Lighting*, IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 27, No. 5, pp. 1-15, May 2005.
- [2] Beghdadi, A.; Le Negrate, A. *Contrast enhancement technique based on local detection of edges*, Comput. Vis. Image Und., 46, pp. 162-174, 1989.
- [3] Z. Milivojević, N. Savić, B. Prlinčević, *Parametri slike dobrog kvaliteta pogodnih za digitalnu obradu*, Međunarodno savetovanje na temu Upravljanje znanjem i informatika, pp 129-137, 8-9 Januar, Kopaonik, 2019.
- [4] H. Cheng, X. Shi, *A simple and effective histogram equalization approach to image enhancement*, Digital Signal Process. Vol. 14, No. 2, pp. 158-170, 2004.
- [5] S.-C. Huang, F.-C. Cheng, and Y.-S. Chiu, *Efficient contrast enhancement using adaptive gamma correction with weighting distribution*, IEEE Trans. Image Process., Vol. 22, No. 3, pp. 1032-1041, March. 2013.
- [6] K. Somasundaram, P. Kalavathi, *Medical Image Contrast Enhancement Based On Gamma Correction*, International Journal of Knowledge Management & e-Learning Vol. 3, No. 1, pp. 15-18, January-June 2011.
- [7] J. Tang, X. Liu, and Q. Sun, *A direct image contrast enhancement algorithm in the wavelet domain for screening mammograms*, IEEE J. Sel. Topics Signal Process., Vol. 3, No. 1, pp. 74-80, 2009.
- [8] R. Sherrier and G. Johnson, *Regionally adaptive histogram equalization of the chest*, IEEE Trans. Med. Imag., Vol. MI-6, No. 1, pp. 1-7, Jan. 1987.
- [9] Y.-S. Chiu, F.-C. Cheng, and S.-C. Huang, *Efficient contrast enhancement using adaptive gamma correction and cumulative intensity distribution*, in Proc. IEEE Conf. Syst. Man Cybern., pp. 2946-2950, Oct. 2011.
- [10] S.M. Pizer, *Adaptive Histogram Equalization and its Variations*, Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol 39, No. 3, 355-385, 1987.
- [11] N. Savić, Z. Milivojević *Performanse adaptivnog Gama korektora za popravku kvaliteta slika sa malim kontrastom* XVIII internacionalni simpozijum Infoteh Jahorina, Mart 2019.
- [12] P. Babakhani, P. Zarei, *Automatic gamma correction based on average of brightness*, Advances in Computer Science: an International Journal, Vol. 4, Issue 6, No. 18, November 2015.
- [13] M. Mahamdioua, M. Benmohammed, *New Mean-Variance Gamma Method for Automatic Gamma Correction*, I. J. Image, Graphics and Signal Processing, Vol. 3, pp. 41-54, 2017.

PRIMENA TLM METODE ZA ODREĐIVANJE EFIKASNOSTI OKLOPLJAVANJA METALNIM KUĆIŠTEM U MIKROTALASNOM OPSEGU FREKVENCIJA TLM METHOD APPLICATION FOR DETERMINING SHIELDING EFFECTIVENESS OF METAL ENCLOSURE IN THE MICROWAVE FREQUENCY RANGE

Nataša J. Nešić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – U ovom radu je dat pregled metoda za određivanje efikasnosti oklopljavanja metalnim kućištem, u mikrotalasnom opsegu frekvencija, u oblasti elektromagnetske kompatibilnosti sa posebnim osvrtom na TLM metod. Prikazan je primer metalnog kućišta sa grupom šestougaoonih otvora na prednjoj strani, koji se modeluje pomoću TLM air-vent modela. Prezentovani su rezultati numeričke simulacije kućišta za različite pokrivenosti otvorima sa aspekta njegove efikasnosti oklopljavanja, u mikrotalasnom frekvencijskom opsegu.

Ključne reči: Efikasnost oklopljavanja. TLM metod. TLM model sa grupom otvora.

Abstract – In this paper, the method for determining the shielding effectiveness of a metal enclosure in the microwave frequency range in the field of electromagnetic compatibility with a special reference to the TLM method is presented. Paper presents an example of a metal enclosure with hexagonal air-vents in the frontal wall which is modelled using the TLM air-vent model. The numerical shielding effectiveness results of different air-vent coverage on metal enclosure, in the microwave frequency range, are presented.

Key words: Shielding effectiveness. TLM method. TLM air-vent model.

1. UVOD

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) je važna grana nauke i tehnike koja treba da obezbedi da projektovani uređaj/sistem bude imun na elektromagnetske (EM) smetnje iz spoljne okoline, a da u isto vreme svojim radom ne ometa druge uređaje ili sisteme. Naime, jednostavnije je da se u fazi projektovanja ispoštuju mere u smislu EMC nego tek na gotovom prototipu ili čitavom sistemu, kada bi mere zaštite bile skuplje ili teško izvodljive. Upravo zbog toga, efikasnost oklopljavanja (SE – Shielding Effectiveness) je veoma važan parametar kod određivanja imunosti elektronskog uređaja na EM smetnje.

Koncept elektromagnetskog polja je fundamentalan i daje kompletan opis elektromagnetskih pojava, dok su mrežni modeli integralne veličine, kao što su napon i struja [1]. Mrežni opis predstavlja viši hijerarhijski nivo nego opis polja, a to je značajno pojednostavljenje koje se koristi u svim slučajevima gde je to primenljivo. Model se razvija za klasu problema, a u startu se moraju znati njegove mogućnosti i ograničenja, kako bi bio efikasno oruđe za dalja istraživanja. Prof. C. Christopoulos o modelu kaže: „Modeli nisu realne stvari niti treba da budu! Oni bi trebalo da budu dovoljno dobri za klasu fenomena koji se proučavaju i ne više. Ako su složeniji i moćniji nego što je potrebno da budu, onda će nedostajati jasnost i neće biti od koristi i po želji svestrani.” [1].

U širem smislu, modelovanje može da se posmatra kroz sledeće aktivnosti, [2]:

- Kada se suočimo sa fizičkim događajem, potrebno je uspostaviti širok naučni domen primenljiv na ovaj događaj. Ovaj proces je poznat kao *konceptualizacija*. U ovom slučaju dovode se do koncepta elektromagnetskih interakcija.
- Nakon *identifikacije* relevantnog koncepta, neophodna je *matematička formulacija*, koristeći Maksvelove jednačine za opisivanje EM interakcija.
- *Matematički model* se priprema za rešavanje, analitički ili numerički uz pomoć računara, projektovanjem odgovarajuće *numeričke implementacije*.
- Razvoj *softvera* za numeričko izračunavanje problema se zasniva na ovom *numeričkom algoritmu*.
- Konačno, dobijeni rezultati izračunavanja moraju biti provereni sa *fizičkom opravdanošću*, upoređivanjem sa sličnim rešenjima ili eksperimentima, ako je moguće. Na taj način vrši se *implementacija validacije*.

Ako validacija nije zadovoljavajuća, onda je neophodno kompletno promisliti sve prethodne korake.

Modelovanje je dug i zahtevan proces koji zahteva niz znanja i intelektualnih atributa najvišeg reda. Tek tada se rezultati simulacija na osnovu modela, mogu koristiti sa poverenjem i da budu velika pomoć pri analizi i projektovanju složenih sistema.

Numerička implemetacija ima više metoda, a klasifikacija glavnih numeričkih metoda koje se primenjuju u elektromagnetici je data u [2].

U ovom radu opisana je metoda za modelovanje metalnog kućišta sa grupom otvora kako bi se procenila efikasnost oklopljavanja sa aspekta EMC. Rad je organizovan na sledeći način: Sekcija 2 ovog rada govori o metodama za određivanja efikasnosti oklopljavanja metalnim kućištem sa otvorima. U Sekciji 3 govori se o numeričkoj TLM metodi. U okviru ove sekcije predstavljeni su TLM žičani model i TLM air-vent model. U Sekciji 4 ovoga rada prikazana je analiza metalnog kućišta sa grupom šestouganih otvora sa aspekta efikasnosti oklopljavanja u funkciji od frekvencije.

2. METODE ZA ODREĐIVANJE EFIKASNOSTI OKLOPLJAVANJA METALNIM KUĆIŠTEM SA OTVORIMA

Za određivanje vrednosti efikasnosti oklopljavanja (SE) metalnog oklopa u odnosu na frekvenzijski opseg postoji nekoliko različitih metoda: analitičke, numeričke i eksperimentalne. Analitičke metode [1], obično se temelje na pojednostavljenju problema. To je objašnjeno u radu [3] gde je zaštitno kućište sa jednim otvorom predstavljeno ekvivalentnim žičanim modelom talasovoda. Ovakvi modeli mogu biti veoma brzi ali sa njima svojstvenim ograničenjima. Analitički model se proširuje, tako što se u njega uključi prijemna antena [1]. Takav prošireni analitički model može izračunati nivo SE za x-orijentaciju i y-orijentaciju.

Postoji široki opseg numeričkih metoda koje se mogu primeniti. Neke od njih su: Metod konačnih razlika u vremenskom domenu (Finite Difference Time Domain – FDTD) [1], Metod momenata (Method of Moments – MoM) [1], Metod modelovanja pomoću prenosnih vodova (Transmission Line-Matrix – TLM) [3] i dr.

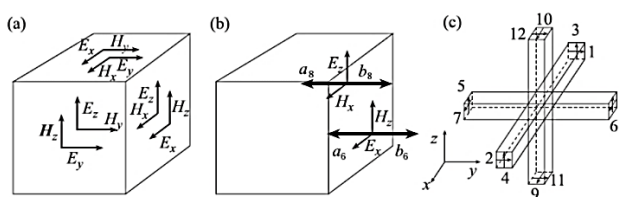
Konačno, u eksperimentalnim metodama se antena postavlja u kućište kako bi se izmerila distribucija EM polja i odredila njegova efikasnost. U zavisnosti od polarizacije i ugla azimuta i elevacije pobudnog ravanskog talasa, prijemna antena će izmeriti nivoe EM polja unutar oklopa. Postoji više tipova antena koje se mogu postaviti unutar kućišta. Neke od njih su dipol antena, monopol i petlja antena (loop) [2]. Obično se monopol i dipol antene koriste za određivanje nivoa električnog polja za razliku od petlja antene koja je podesna za određivanje magnetskog polja.

3. TLM METOD – MREŽNI METOD ZASNOVAN NA DISKRETIZACIJI POLJA

Numerički TLM metod se zasniva na prostornoj diskretizaciji elektromagnetskog polja. Takva prostorna diskretizacija se obavlja i u metodama konačnih razlika (Finite Difference - FD), konačnih elemenata (Finite Element - FE) kao i u matrici transmisijonih linija (Transmission-Line Matrix - TLM). TLM metod su razvili Johns i Beurl [1], kao vrlo moćan postupak za računarsko modelovanje elektromagnetskih polja. TLM metod ima izvanrednu numeričku stabilnost a takođe je pogodan za modelovanje medija sa gubicima, disperzivnih i nelinearnih. TLM metod je zasnovan na mapiranju elektromagnetskih polja u problem mreža. Ovim metodom elektromagnetno polje se modeluje talasnim impulsima koji se prostiru kroz mrežu transmisijonih

linija i bivaju rasejani u čvorovima mreže. Koncept TLM pored toga što je efikasan alat za numerička izračunavanja, takođe se može smatrati da je fundamentalni teorijski koncept za pospešivanje fizičkog razumevanja elektromagnetskih fenomena [2].

Principi rasejanja kod TLM metoda bazirani su na Huygens-ovom modelu propagacije talasa, implementirani zamenom modelovane sredine mrežom transmisijonih vodova povezanih u čvorovima, pri čemu su naponi i struje na vodovima analogni komponentama elektromagnetskog polja u prostoru, pri čemu mreža transmisijonih linija predstavlja propagacioni prostor. Električna i magnetska polja su ekvivalentna naponima i strujama na mreži, respektivno. Simulacija započinje pobuđivanjem mreže naponskim impulsima u karakterističnim tačkama prateći prostiranje ovih impulsa kroz mrežu pri čemu se oni rasejavaju na čvorovima i granicama.



Slika 1. (a) TLM ćelija, (b) amplitude EM talasa, (c) kondenzovani simetrični čvor.

Glavna prednost TLM simulacija jeste modelovanje kola proizvoljne geometrije, u cilju izračunavanja i prikazivanja vremenske zavisnosti polja. TLM šema je izvedena iz Maksvelovih jednačina korišćenjem metode momenata i konačne integracije [3]. Na slici 1 je dat princip TLM metode. U prvom koraku vrši se diskretizacija u kubične TLM ćelije. Kao što se na slici 1. (a) vidi, na svakoj površini TLM ćelije je dato tangencijalno električno i magnetsko polje. Zatim, na slici 1. (b) predstavljene su amplitude električnih i magnetskih polja incidentnim i rasejanim talasima. TLM ćelija je predstavljena kao 12-to portni čvor, poznat pod nazivom kondenzovani simetrični čvor (Symmetrical Condensed Node – SCN), slika 1. (c), kojim je povezana mreža sa rasipnim i nedisperzivnim transmisijonim linijama spojenim na svaki port (pristup).

3.1. TLM žičani model

Zajedno sa FDTD metodom, TLM metod [3], kako je već rečeno, pripada grupi diferencijalnih metoda u vremenskom domenu i kao takav ustanovljen je kao pouzdan u rešavanju brojnih problema iz oblasti EMC-a u širokom frekvenzijskom opsegu. Oba metoda su bazirana na vremenskoj i prostornoj diskretizaciji, ali za razliku od FDTD metoda, u TLM metodu električna i magnetska polja su smeštena u centru čvora, poznatog pod nazivom simetrični kondenzovani čvor – SCN, što omogućava prednosti pri analizi polja na samoj granici čvora ili primene graničnih uslova impedanse.

Mrežu TLM prenosnih linija formira SCN čvor koji se sastoji od 12 međusobno povezanih link linija i stabova. SCN čvorovi omogućuju modelovanje EM osobina materijala koji se nalaze unutar kućišta, uključujući nehomogene sredine i materijale sa gubicima. Ako se SCN čvor završava

odgovarajućim opterećenjem moguće je precizno opisati kućišta sa nesavršeno provodnim zidovima.

U zavisnosti od broja otvora na zidu kućišta i veličine poprečnog preseka, može se koristiti model sa finom TLM mrežom ili neki kompaktni modeli, kao što je TLM air-vent model ili TLM slot model [3]. Za modelovanje žičanih struktura koje se nalaze unutar kućišta, kao što su antene za merenje EM polja, najpodesnije je koristiti kompaktni TLM žičani model. Za potrebe modelovanja dodatnih kapacitivnosti i induktivnosti, na dve transmisione linije postavljaju se dva kratko spojena staba po TLM čvoru u smeru žičanog segmenta koji prolazi kroz TLM čvor. Na taj način, ovakva dodatna žičana mreža je sasvim kompatibilna i vremenski sinhronizovana sa mrežom prenosnih linija SCN čvora tzv. žičanog SCN čvora, koji je prikazan na slici 1. Model ima odličnu primenu za tanke žice čiji je prečnik manji ili jednak do 40% poprečnog preseka ćelije koja obuhvata žicu. U slučaju veoma tankih žica, modelovanje je nešto pojednostavljeno pošto se koristi kratko spojena TLM ćelija ili skraćena link-linija koja odgovara debljini žice [4].

3.2. TLM AIR-VENT model

TLM air-vent model je pogodan za opisivanje malih ali u električnom smislu važnih geometrijskih struktura kao što su žičane antene, prorezi, grupe otvora određene geometrije i međusobnog rastojanja, i žičani spojevi, koji su često prisutni zbog odvođenja viška toplote iz oklopljenog sistema. Namena grupe otvora kao i njihova međusobna sprega onemogućava da se njihovo prisustvo tretira na isti način kao kod pojedinačnih otvora. Za potrebe numeričke analize njihovog uticaja koristi se postojeći tzv. kompaktni TLM air-vent model koji je prvo razvijen za kvadratne i kružne otvore [5]. Kasnije, model je proširen za šestougaoe i pravougaoe otvore [6]. Prednost ovog modela u odnosu na klasični TLM pristup je da se umesto fine numeričke mreže kod koje se veći broj čvorova koristi za opisivanje poprečnog preseka svakog od otvora, savršeno provodni zid sa više otvora predstavlja grubom numeričkom mrežom, odnosno čvorovima koji mogu biti i veći od poprečnog preseka otvora.

Da bi se modelovala horizontalna i vertikalna polarizacija EM polja potrebna su dva reaktivna žičana elementa LC u otočnim granama kola; $L_h C_h$ kolo za horizontalnu i $L_v C_v$ kolo za vertikalnu polarizaciju [7]. Svako kolo je u interakciji sa naponskim impulsima koji se prostiru kroz jednu od dveju ortogonalno polarizovanih link linija TLM čvora, zato što se, u opštem slučaju, otvori prostiru u dva pravca. Paralelna veza induktivnosti kalema je potrebna da se modeluje struja koja prolazi pored ivice otvora, dok paralelnom kapacitivnošću kondenzatora se modeluje prostiranje EM polja unutar otvora. Ekvivalentna reaktansa, X , može se empirijski naći izvođenjem TLM simulacija fine mreže sprovedenih pri ozračivanju perforiranog metalnog zida različitim debljina i rastojanja između grupe otvora. Stoga se ukupna reaktansa može predstaviti sledećom formulom:

$$X = \omega * A_0 * \left(\frac{Z_0}{2\pi f_c} \right) * (A_1 \text{ cov} + A_2 \text{ cov}^2 + A_3 \text{ cov}^3) * \text{Exp} \left(-A_4 \frac{t}{w(2\pi f_c)} \right) \quad (1)$$

Ekvivalentna reaktansa zavisi od proizvoda kružne frekvencije, oblika poprečnog preseka otvora, frekvencije prekida (cut-off frequency) otvora, f_c , pokrivenosti, cov, (coverage – površina zida prekrivenog otvorima u

procentima) i debljine zida t ili dubine perforacija [7]. Za svaki razmatran oblik otvora u [7], i odgovarajuće polarizacije, konstante A_i , gde je $i = 1, 2, 3$ i 4 iz jednačine (1) su date u [7].

Pokrivenost zida otvorima se izražava kao količnik sume površina otvora (ukupna površina otvora) i ukupne površine perforiranog zida.

$$\text{cov} = \frac{\sum_{k=1}^n \text{Površina}_{\text{otvora}}}{\text{Pov.}_{\text{perforirane}_{\text{oblasti}}}} \quad (2)$$

4. TLM AIR-VENT MODEL KUĆIŠTA SA ŠESTOUGAONIM OTVORIMA

U ovoj sekciji predstavljena je numerička analiza kućišta sa grupom šestougaoih otvora. Otvori su raspoređeni u dve grupe po četiri, ako na slici 1 (a). Primenom TLM air-vent modela kreiran je odgovarajući model kućišta unutrašnjih dimenzija (100 x 100 x 200) mm. TLM air-vent model je ispitivan za različite pokrivenosti grupe otvora.

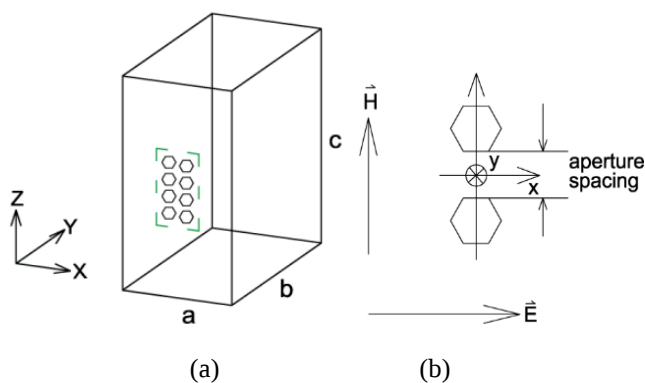
Na slici 2(a) prikazano je kućište sa 8 šestougaoih otvora, koji su raspoređeni u dve kolone po 2 u redu. Rastojanje između bilo koja dva šestougaoa otvora je $d = 2$ mm, duž x i z -ose, i dato je na slici 2(b). U prvom slučaju, prednji zid je perforiran grupom otvora dimenzija $a' = 2*2l + 2*d = 32.08$ mm i $b' = 4*2h + 4*d = 56.64$ mm. Strana šestougaoanog otvora je $l = 7.02$ mm, tako da je ukupna oblast pod otvorima 1024.27 mm^2 . Procenat površine koja je pod otvorima u odnosu na oblast površine zida je $\text{cov} = 56.37\%$, što ilustruje slika 3.

Potom, rastojanje između šestougaoih otvora je promenjeno tako da bude $d = 18$ mm i za taj slučaj pokrivenost je $\text{cov} = 13.25 \%$. U poslednjem scenariju rastojanja između otvora raspoređena su na $d = 36$ mm, kako bi se ispitala granice primenljivosti modela za veoma malu pokrivenost otvorima, svega 5.32% .

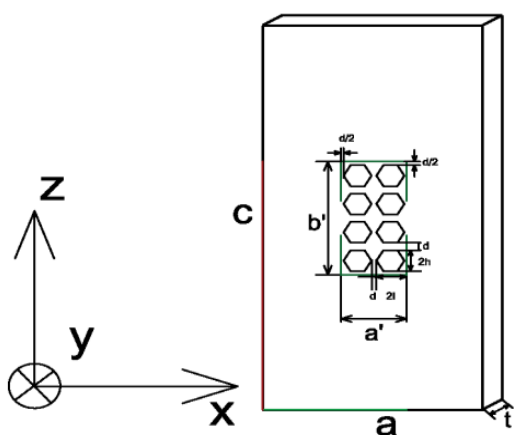
Kao izvor pobude koristi se vertikalno polarizovan ravanski talas koji se prostire u smeru y -ose, sa komponentom električnog polja u smeru x -ose, kao na slici 2.

Karakteristike SE u funkciji frekvencije za sva tri scenarija prikazane su na slici 4. Može se videti da metalno kućište ima veoma dobre nivoe SE, od 50 dB do 70 dB na frekvencijama do 2 GHz, za sva tri analizirana scenarija. Grafikoni SE karakteristika, na sl. 4, prikazuju da su vrednosti frekvencija rezonancija oko 2.120 GHz i 2.587 GHz za sva tri analizirana slučaja. Upravo na rezonantnim frekvencijama, kućište nema zaštitnu ulogu već ima ulogu slabljenja efikasnosti.

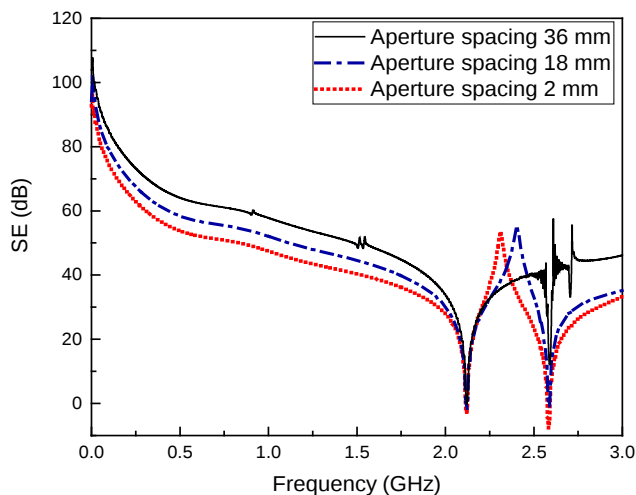
Može se primetiti da sa smanjenjem pokrivenosti zida otvorima, nivoi SE se povećavaju. Međutim, TLM air-vent model ne daje korektne rezultate za treći granični scenario, naročito na visokim frekvencijama preko 2.5 GHz, što ilustruje slika 3. Naime, iako su frekvencije rezonancija iste, sa povećanjem rastojanja između otvora vrednosti SE nivoa se povećavaju sve do prve frekvencije rezonancije, nakon čega, na visokim frekvencijama krive imaju različite oblike. Štaviše, model još uvek radi, iako je rastojanje između *air-ventova* 36 mm (treći slučaj), što se može uzeti kao granica primenljivosti modela.



Slika 2. (a) Zaštitno pravougaono metalno kućište sa šestougaonim otvorima, (b) Dva šestougaona otvora duž z-ose.



Slika 3. Prikaz prednjeg zida kućišta sa grupom šestougaonih otvora.



Slika 4. SE krive kućišta sa grupom od 8 šestougaonih otvora na različitim rastojanjima, za slučaj vertikalne polarizacije.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat pregled metoda za određivanje efikasnosti oklopljavanja metalnim kućištem u mikrotalasnom opsegu frekvencija u oblasti EMC, sa posebnim osvrtom na TLM metod.

U radu su upoređene SE karakteristike kućišta sa grupom od 8 šestougaonih otvora na različitim rastojanjima između njih, samim tim i različitim pokrivenostima zida otvorima. Analiza je pokazala da su frekvencije rezonancija kućišta iste, za sva tri analizirana slučaja. Može se zaključiti da se nivoi SE karakteristika povećavaju sa smanjenjem pokrivenosti zida otvorima i time se povećava efikasnost oklopljavanja.

Nameće se zaključak da ako zid kućišta treba da ima grupu od 8 otvora, onda bi otvori trebalo biti na rastojanju ne većem od 36 mm, što zadovoljava uslov primenljivosti modela za koji model ispravno funkcioniše.

LITERATURA

- [1] C. Christopoulos, Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility, 2nd ed., London, New York: CRS Press, 2007.
- [2] N. Nešić, „Numerička i eksperimentalna analiza uticaja grupe otvora na karakteristike oklopljanja metalnih kućišta u mikrotalasnom frekvencijskom opsegu”, *Doktorska disertacija*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2017.
- [3] N. Dončov, „Compact TLM Models for Efficient EMC Simulations,” u *6th Int. Conf. on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Service*, TELSIS 2003, Niš, 2003.
- [4] N. J. Nešić / N. S. Dončov, „Shielding Effectiveness Estimation by using Monopole-receiving Antenna and Comparison with Dipole Antenna,” *Frequenz* DeGruyter, br. 5-6, DOI 10.1515/freq-2015-0203, pp. 1-11, 2016.
- [5] N. J. Nešić / N. S. Dončov, „Analysis of TLM air-vent model applicability to EMC problems,” *23 Telecommunications Forum Telfor, TELFOR 2015*, pp. 579-582., Beograd, 2015.
- [6] N. J. Nešić, N. S. Dončov / S. M. Rupčić, „Analysis of Hexagonal and Square TLM Air-vent Models against Incident Plane Wave Direction,” *Proceedings of the 1st International Conference of Smart Systems and Technologies 2016 (SST 2016)*, Osijek, 2016.
- [7] N. J. Nešić / N. S. Dončov, „Analysis of TLM Air-vent Model Applicability to EMC Problems for Normal Incident Plane Wave,” *Telfor Journal*, t. 8, br. 2, pp. 104-109, 2016.



ASPEKTI ANALIZE QOS PARAMETARA PRI EMITOVANJU VIDEO SADRŽAJA NA YOUTUBE PLATFORMI

ASPECTS OF QOS PARAMETER ANALYSIS DURING THE BROADCASTING OVER YOUTUBE PLATFORM

student Nikola Grozdanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Dejan Blagojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U savremenom sistemu multimedija i komunikacije, pružaoci usluga nude pored osnovnog paketa usluga, i šire palete kao što su telefonija, interneta, video na zahtev, usluga televizije itd. Ovo je dovelo do razvoja u oblasti kvaliteta usluga QoS, čije osnove su bazirane na standardu ISO 8401 i ISO 9000. U ovom radu biće predstavljen jedan jednostavan model za korelaciju QoS parametra sa odgovarajućim pretpostavkama u pogledu propusnog opsega, kašnjenja, jittera i sl, sa jedne strane kao i ponašanja korisnika sa druge. Metodološki pristup baziran je se na kvantitativnoj i kvalitativnoj analizi, koja podrazumeva merenje parametara QoS pri emitovanju pet različitih video sadržaja, u različitim formatima i različitog kvaliteta koji će se emitovati sa različitih lokacija koje pokrivaju razliiti provajderi. Za te potrebe koristiće se alat Wireshark. Ispitvanje korisničkog iskustva obaviće se na uzorku od 50 ispitanika

Ključne reči: multimedije, QoS, Simulacioni model, UX

Abstract - In the modern system of multimedia and communication, service providers offer in addition to the basic package of services, a wider range of such as telephony, internet, video on demand, television services, etc. This has led to developments in the quality of QoS services, the basics of which are based on ISO 8401 and ISO 9000. This paper will present a simple model for correlating QoS parameters with appropriate assumptions in terms of bandwidth, latency, jitter, etc., on the one hand as well as user behavior on the other. The methodological approach is based on quantitative and qualitative analysis, which involves measuring QoS parameters when broadcasting in five different video content, in different formats and of different quality that will be broadcast from different locations covered by different providers. The Wireshark tool will be used for this purpose. The user experience test will be conducted on a sample of 50 respondents.

Key words: multimedia, QoS, Simulation model, UX

1. UVOD

Jedna od najvećih iskoraka u pogledu razmene informacija putem mreže jeste mogućnost brzog prenosa video sadržaja, uz male gubitke i dostupnost velikom broju ljudi. Sve veća upotreba video sadržaja na društvenim mrežama dovela je do problema zagušenja mreže [1]. Ta, činjenica u pravi plan stavlja značaj pravilne analize stanje i razumevanja kako se video sadržaj isporučuje sa servera. Ako se ta analiza pravilno izvede može se doći do zaključka i uvideti problem koji omogućavaju pružaocu usluga i kreatoru da iste predvidi i izbegne ih [2].

Mada svi radovi podležu recenziji i odabiru od strane Komisije, za originalnost, kvalitet i verodostojnost rezultata odgovorni su isključivo autori.

U ovom radu prikazaće se rezultati sporvedenog ekeperimenta koji se odnose na poreklu video sadržaja i tačne strategije koju YouTube koristi u prikazivanju popularnih i

nepopularnih video sadržaja i tačne isporuke video paketa. Kreirani su različiti video sadržaji, postavljeni su i emitovani sa YouTube platforme sa različitih geografskih područja i praćen je način isporuke video paketa krajnjem korisniku. Takođe testiran je i način isporuke video paketa jako popularnih video sadržaja iz različitih delova sveta. Na kraju sprovedene jedna obimna analiza na uzorku od 50.000.000 pregleda video sadržaja od strane posetilaca širom sveta, o tome koje uređaje koriste za pregledavanje video sadržaja na osnovu geografske lokacije kao i o opštem stanju njihove mreže [3].

U dostupnoj literaturi, postoji veliki broj radova koji se bave metodologijom isporuke video zapisa sa sajta YouTube, ali je malo radova koji se bave pitanjima lokacije video sadržaja i strategije koja je uključena u slanje video podataka a naročito strategije isporuke video paketa za različite vrste video zapisa (zasnovane na popularnosti) koje nisu detaljno opisane [1-4].

2. KARAKTERISTIKE VIDEO SADRŽAJA I VIDEO STREAMING

Smatra se da je multimedija postala fenomen savremenog društva, koji u najužem smislu možemo posmatrati kao pisani dokument, koji se u nekoj pogodnoj formi šalje, kroz etar putem elektromagnetskog polja. Na ovaj način, obezbeđen je sistem putem kojeg se prenose informacije, a u najširem smislu, obezbeđen je proces interakcije čoveka sa okruženjem. Ako se podaci koji se unose u medij, posmatraju kao energija koja deformiše prostorno vremensku strukturu, onda osoba, posmatrač, primalac informacije, taj „signal“ može da uoči, tj. detektuje i to svojim čulima (sluh, vid) ili posredno, preko uređaja koji informaciju pretvaraju u oblik koji čovek može da detektuje. Multimediji su složeni tehničko-tehnološki sistemi, a njihov razvoj je tesno povezan sa tehničko-tehnološkim razvojem [4].

Format slike (aspect ratio) predstavlja odnos širine i visine slike. To je neimenovan broj i piše se kao proporcija (na primer 4:3), s tim da je uobičajeno da se proporcija skraćivanjem svede na prost razlomak. Konvencionalna televizija koristi format slike 4:3. Televizija sa širokim ekranom, kao i televizija visoke definicije ili high definition television (HDTV), koristi format slike 16:9. Bioskopski film koristi formate 1.85:1 i 2.39:1. Widescreen SDTV HDTV 1.78:1 16:9 35 mm still film 1.5:1 3:2 Cinema film 1.85:1 Cinema film 2.39:1.

Video streaming je tok podataka koji se nakon kompresije od pružaoca usluga (YouTube, Dailymotion, Twitch) prikazuje krajnjem korisniku u stvarnom vremenu. Glavna ideja koja stoji iza Streaming Videoa je da korisnik ne mora čekati da preuzme svu datoteku ili striming podatak da bi mogao da gleda video, umesto toga, mediski sadržaj se šalje kao niz paketa i reprodukuje se kad stigne na klijentski terminal (mobilni telefon, tablet, laptop i tako dalje) [5].

Postoje dve vrste video streaming-a (događaja uživo), postoje oni događaji kod kojih je video koji se emituje već unapred snimljen i obrađen, kasnije se emituje kao video uživo i takvi videi se zovu zakazani videi uživo.

Druga vrsta događaja uživo su događaji koji se uživo snimaju i emituju u realnom vremenu, kod njih video koji se emituje nije unapred snimljen već se snima u trenutku emitovanja. Da bi smo uopšte preneli neki video sadržaj preko mreže, da li to bilo uživo ili već snimljeni video, potreban nam je odgovarajući protokol. HTTP se široko koristi za isporuku multimedijalnih sadržaja putem interenta (Flesh i HTML 5). YouTube je jedan od najpopularnijih sistema koji koristi HTTP i TCP protokol [6].

Video streaming se uglavnom vrši upotrebom TCP protokola. Kada se neki paket izgubi prilikom prenosa, TCP odmah otkriva i smanjuje brzinu prenosa. Ako je ta stopa manja od stope reprodukcije, reprodukcija se zaustavlja i čeka novi set video podataka. Reprodukcijska se neće nastaviti dok ne stignu novi paketi. Odlaganje, zamrzavanje i preslikavanje može jako pogoršati QoE, Kvalitet videa i zvuka, glatkoća reprodukcije takođe su elementi QoE. QoE i QoS igraju značajnu ulogu u navođenju kvaliteta video zapisa i zadovoljstvo korisnika u toku reprodukcije video zapisa.

3. QOS ZAHTJEVI ZA MULTIMEDIJALNI SAOBRAĆAJ I KARAKTERISTIKE YOUTUBE PLATFORME

Lični utisak korisnika igra veliku ulogu u svim sistemima komunikacije. To što korisnici vide i njihova zapažanja kada koriste neku uslugu naziva se QoE (Quality of Experience) Na primer, prilikom emitovanja uživo video zapisa, video prolazi kroz razne vrste obrade (ubacivanje, obrada, kodovanje, prenos, dekodovanje...) što utiče na krajnji utisak korisnika. Do sada su se pružaoci usluga (provajderi) vodili smo kvalitetom QoS-a koji meri i garantuje karakteristike usluge iz perspektive provajdera usluga. QoS uzima u obzir smo karakteristike komponenti sistema, a ne percepciju krajnjeg korisnika. Za razliku od kvaliteta usluge (QoS), QoE opisuje performanse mreže na strani korisnika. QoS je komponenta QoE, što znači da je mreža koja sadrži visok kvalitet QoS-a može rezultirati, ali ne garantuje visok nivo QoE-a. QoE predstavlja aspekte koji se odnose ne samo na subjektivnu percepciju, već i na ponašnje korisnika i njegovim potrebama [5 - 7].

Korišćenje određenog algoritma za sinhronizaciju zahteva detaljnu analizu QoS parametara, da bi se omogućilo realizovanje određene multimedijalne aplikacije. Odabir odgovarajućih parametara QoS-a predstavlja bitan deo u realizaciji multimedijalnih mreža. Ne postoji striktna definicija QoS-a, ali svaka definicija opisuje tehničke parametre prenosa poruka u zavisnosti od mrežne infrastrukture i vrese multimedijalne aplikacije. Mreže kao sto su ATM (Asynchronous Transfer Mode) obezbeđuju garancije što se tiče propusnog opsega i kašnjenja prilikom prenosa kontinualnih poruka.

Da bi se opisao izvor multimedijalnog saobraćaja, potrebne su precizno definisane karakteristike izvora i na taj način obezbeđuje se fleksibilno upravljanje mrežom i uslugama: uspostavljanje veze, QoS upravljanja, zagušenje u saobraćaju, dodele resursa itd.

Kvalitet i efikasnost QoS upravljanja zavise u velikoj meri od same prirode multimedijalnog saobraćaja. Postoje različiti modeli koji se koriste za opis multimedijalnog saobraćaja, od onih sa konstantnom bitskom brzinom (CBR – Constant Bit Rate) i onih kod kojih je bitska brzina promenljiva (VBR–Variable Bit Rate). VBR saobraćaj se karakteriše komprimovanim audio/video prenosom, jako osetljivog na kašnjenje sa osobinama rafalnog prenosa podataka [6, 7].

Za statistički opis složenog i heterogenog multimedijalnog saobraćaja koriste se nekoliko modela: Markovljevi modeli, frakcionalni Braunov model, BIND (Bounding Interval-Dependent) model i dr.

4. ISPITIVANJE QOS PARAMETRA

U analizi QoS parametra i stepena korisničkog zadovoljstva pošli smo od seta sledećih pitanja:

1. Koji su najdosadniji problemi sa QoE-som u isporuci YouTube video zapisa.
2. Dali postoje razlike u postupku pokazivanja video zapisa u zavisnosti od popularnosti i lokacije video zapisa.

3. Koji su parametri distribucije i glavni (main) parametri potrebni za opis metodologije prikazivanja video zapisa.
4. Parametri IKT-a kod emitovanja video sadržaja na YouTube platformi.

Četiri video zapisa su prenešena iz četiri različite zemlje i njihovi tragovi su prikupljeni. Prikupljanje tragova praćeno je identifikacijom rafala u tragovima, i izvođenje matematičkih proračuna. Poreklo video zapisa i postupak isporuke za koji je implementiran, analizirani su i nepopularni video snimci. Vreme potrebno za dolazak video paketa i njihovog međupakeckog vremena su izračunata i identifikovana u pakovanju paketa. Od identifikovanih vremena uključenja i isključenja, istraživani su obrasci rafala i njihova distribucija u više vremenskih skala. Posle analize rafala i uključenja i isključenja (ON - OFF) strategije saobraćaja da bi se utvrdilo da li su podaci nesmetani ili poremećeni. CDF (Cumulative Distribution Function) CCDF (Complimentary Cumulative Distribution Function) grafici prikazani su za snimke da bi se utvrdila vrsta distribucije koja im sledi [8-10].

Primenjena metodologija je iskorišćenja za sledeće:

1. Objašnjava strategiju koju prate popularni video snimci koji već postoje na YouTube-u.
2. Objašnjava strategije koje se koriste kada se ubacuje video na YouTube-u i pregledava.

Sistemske zahteve:

1. PC/LAPTOP
2. Pretraživač sa ugrađenim plejerom za reprodukciju
3. WireShark
4. Windows 10 64bit, AMD RYZEN 5 360, RAM 16Gb DD4, RX 560 RADEON

Mesta porekla, sadržaj i jezik video snimka određuju broj gledalaca i kao takav snimak regionalnog tipa, možda nema međunarodne pratioce. Za eksperiment koristimo tri vrste video zapisa na osnovu svoje popularnosti, delimo ih u tri vrste:

1. Popularne
2. Umereno popularne
3. Najmanje popularne

Osnovni kriterijumi za izbor videa su broj pregleda i mesto nastanka video zapisa. Izabrali smo dve popularne Engleske pesme, dve popularne Indiske pesme, dve popularne Američke pesme, jedna popularna Američka pesma novijeg datuma i dve manje popularne Američke pesme. URL-ovi svih ovih pesama su dati u nastavku.

U prvom koraku formatiran je računar, novi Windows operativni sistem, novi Google Chrome pretraživač, Microsoft office (2019), WireShark alat za mrežno praćenje koje se široko koristi u akademskim i industijskim svrhama. WireShark je ostavljena da radi u pozadini, video sadržaji su editovani jedan za drugim na fiksnoj mreži (brzina UP 10.54Mbps DOWN 11.8Mbps) na lokaciji selo Mali Vrtop.

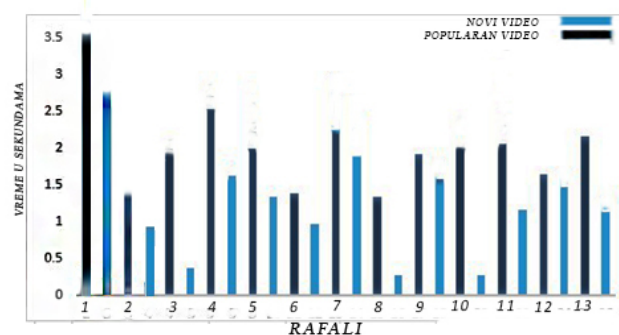
Brzinu interneta je primenjivana sa speedtest.net, kvalitet videa postavljen je na 480p i vršena je reprodukcija videa. WireShark je „pokupio“, tragove prenosa za sve pakete. Da bi prikupili samo pakete sa YouTube-a (sa servera na PC) u WireShark-u postavljamo filter sa sledećim parametrima (TCP.PORT==443)&&(IP.DST==192.168.1.7*) IP adresa se

menja sa internet vezom. Zbog toga je potrebno proveriti IP adresu pre postavljanja filtera. Kao što je poznato da YouTube koristi TCP protokol za prenos videa, prvi filter pomaže u filtriranju TCP paketa. Drugi filter pomaže u filtriranju TCP paketa samo za PC, da bi to rešili koristi se određeni filter. Snimljen saobraćaj se snima u TEXT formatu i ubacuje u Excel da bi se lako izveli matematički proračuni. Kako su obavezna polja vreme, izvor, dužina ostatak nepotrebnih polja su uklonjena.

5. REZULTATI

Dužina bursta- rafala

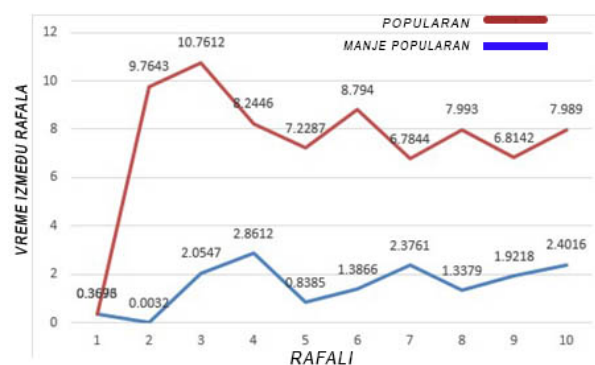
Rezultati testiranja popularnih i manje popularnih video sadržaja, pordrumevali su sumiranja podataka trajanja rafala i za jedne i za druge (sl.1). Konstatovano je da trajanje rafala kod popularnih video sadržaja duže u odnosu na manje popularne, samim tim i veća količina paketa se isporučuje u određenom rafalu kod popularnih videa u odnosu na one manje popularne. Jedan od razloga za to je što se podaci popularnih videa nalaze na svim serverima koje koriste YouTube jer su pregledavani iz različitih krajeva sveta. Zbog toga se podaci mogu slati brže i u većim količinama, ako dođe do gubitaka brzo se može izvršiti reprodukcija izgubljenih paketa a da korisnik ne oseti kašnjenje.



Slika 1. Rafali u popularnim i novim videima.

Vreme izmedju dva rafala

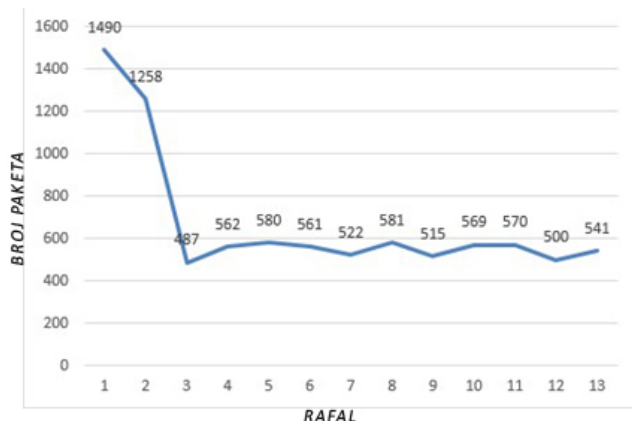
Vreme trajanja rafala se razlikuje kod popularnog i manje popularnog videa, samim tim što su rafali kod manje popularnog videa manji, tj broj video paketa koji se pošalju u rafalu je manji kod manje popularnog videa, samim tim je i vreme koje protekne izmedju dva rafala manje. Vreme izmedju rafala je vreme koje protekne od jednog trenutka kada stignu podaci za video (Rafal) do drugog trenutka kada stignu novi podaci.



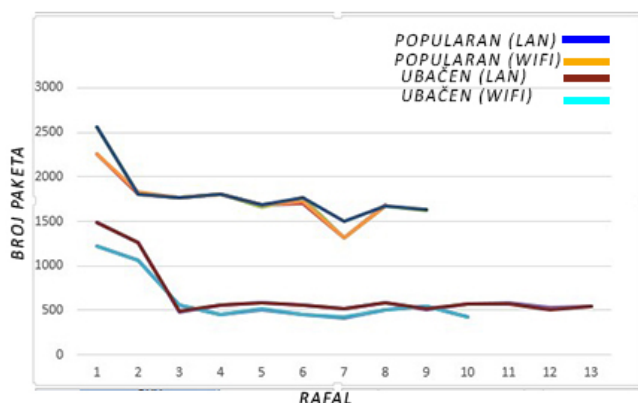
Slika 2. Broj paketa u rafalima kod manje popularnog videa.

Broj paketa u rafalu

Podaci o video zapisu dolazili su u obliku rafala, svaki rafal se sastojao se od određenog broja paketa koji predstavljaju delove videa koji se isporučuju krajnjem korisniku na ovaj način. U prvom trenutku kada se odabere određeni video koji se prati, u kratkim vremenskim intervalima stižu dva ili više rafala podataka odjednom.



Slika 3 Broj paketa u rafalima kod manje popularnog videa.



Slika 4. Rafali kod fiksne i bežične mreže popularan i manje popularan video.

Prateći distribuciju rafala kod manje popularnog videa, uočeno je da prva dva rafala imaju jako više video paketa od ostalih (Sl.3). Razlog treba tražiti u činjenici da u prvom trenutku distribucija video paketa ide u kratkim vremenskim intervalima i nije moguće jasno podeliti na pojedinačne rafale. Do sličnog zaključak se došlo i poređenjem vrednosti rafala kod fiksne i bežične mreže za slučaj manje i više popularnog video zapisa.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati naših eksperimenata su imali za cilj, analizu i praćenje pregledavanja različitog video sadržaja na YouTube platformi, način isporuke video paketa krajnjem korisniku u pogledu rešenja koja se koriste za isporuku video sadržaja, kako ona utiču na utisak korisnika o usluzi i geografsku analizu korisnika o uređajima koje koriste za pregledavanje video sadržaja. Uz pomoć aplikacije WireShark izvršili smo praćenje isporuke video sadržaja koji su se razlikovali po popularnosti i geografskoj lokaciji. Analizom smo utvrdili da video sadržaj koji je tek otpremljen i video sadržaj koji je manje popularan, isporuku svojih video paketa vrše u rafalima koji su mali

(550 - 800 paketa po rafalu), jer u zavisnosti od lokacije reprodukcije nemaju svoju repliciranu kopiju na svim serverima koje koristi YouTube u svetu. Razlog ovome leži u ideji da se manja količina podataka što pre otpremi korisniku, da se video pokrene što pre, jer nije potrebna isporuka celokupnog video sadržaja za njegovo pokretanje, već se video reprodukuje deo po deo kako pristižu podaci. Kod video sadržaja koji je već popularan, rafali podataka koji pristižu krajnjem korisniku su u proseku duplo veći u odnosu na predhodni slučaj (1600 - 1800 paketa po rafalu). To je razlog jer popularni video snimci već imaju svoje replicirane kopije na većini servera YouTube i isporuka video paketa je brža. Vremena trajanja rafala kod popularnih video sadržaja su logično u proseku duplo veća zbog duplo veće količine podataka koji se isporučuju, dok su vremena pristizanja prvih rafala i kod jednih i kod drugih skoro ista. Naravno, dešavaju se izuzeci u zavisnosti od zagušenja na mreži, propustnim opsegom i tako dalje. Na osnovu našeg video sadržaja koji je pregledavan u deset različitih zemalja sa preko 1.000.000 pregleda po svakoj zemlji i analitike koju nam pruža YouTube, izvršili smo analizu uređaja koji se koriste za pregledavanje video sadržaja na YouTube platformi.

LITERATURA

- [1] C. Class: Quality-of-Service Based Assessment of Synchronization Algorithms, TIK Report, No. 74, August 1999.
- [2] N. Shivakumar, C. J. Sreenan, B. Narendran, and P. Agrawal: The Concord Algorithm for Synchronization of Networked Multimedia Streams, Proc. of the Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems, May 15-18, 1995, pp. 31- 40.
- [3] K. Rothermel and T. Helbig: An Adaptive Protocol for Synchronizing Media Streams, Multimedia Systems, Vol. 5, No. 5, pp. 324-336, Sept.1997.
- [4] G. Gardašević: Ocjena algoritama za sinhronizaciju u multimedijalnim sistemima na bazi QoS parametara, TELFOR, Nov. 2000, Beograd, Jugoslavija.
- [5] A. Vogel, B. Kerhrve, G. Bochmann, and J. Gecsei: Distributed Multimedia Applications and Quality of Service: A Survey, <http://www.informatik.uni-hamburg.de/bib/en/reports/ereport.html>
- [6] "Multimedia Communications Quality of Service", Multimedia Communications Forum, Inc. MMCF/95-010, Approved Rev 1.0, 1995.
- [7] X. Guo, C. Pattinson: Quality of Service Requirements for Multimedia Communications, Staffordshire University, 19th June 1997.
- [8] Jevtović, M.: Multimedijalne telekomunikacije; ISBN 86- 903281-6-4; Grafo-@ig, Beograd, 2004.
- [9] Jevtović, M.: Kvalitet usluga telekomunikacionih mreža, ISBN 86-903281-1-4; Grafo-@ig, Beograd, 2002.
- [10] Jevtović, M.: Telekomunikacione ATM mreže, Grafo-@ig, Beograd, 2001.



**PRIMENA NENAMETLJIVOG JAVASCRIPT KODOVANJA ZA PROVERU
ISPRAVNOSTI SADRŽAJA WEB FORMI U REALNOM VREMENU**
**APPLICATION OF UNINTERRUPTED JAVASCRIPT CODING TO CHECK THE
CORRECTNESS OF REAL-TIME WEB FORM CONTENT**

Zoran Veličković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Marko Veličković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U bezbednosnom smislu Web forme predstavljaju najčešću ulaznu tačku napada zlonamernih korisnika. Zlonamerni sadržaj unet u polja Web formi može izazvati bezbednosne probleme na serveru. Zbog toga je, veoma značajno, da se pre slanja forme na server, ispita korektnost unetog sadržaja. U ovom radu je prikazan univerzalni način provere unetog sadržaja u Web forme zasnovan na nenametljivom JavaScript kodovanju. Prikazan koncept omogućava proveru sadržaja po više kriterijuma u realnom vremenu primenom samo jednog atributa događaja Web stranice. Univerzalni JavaScript kod je nenametljiv, tako da ga Web čitači izvršavaju bez problema. Moguća je jednostavna adaptacija koda bez izmene baznog mehanizma provere.

Ključne reči: Validacija forme, Nenametljivo JavaScript kodovanje, DOM, Događaji Web stranice.

Abstract - In terms of security, Web forms are the most common entry point for malicious users. Malicious content entered into Web form fields can cause security issues on the server. Therefore, it is very important, before sending the form to the server, to examine the correctness of the entered content. This paper presents a universal way of checking the entered content in Web forms based on unobtrusive JavaScript coding. The concept shown allows you to check the content by multiple criteria using only one attribute of the Web page event. The universal JavaScript code is unobtrusive, so Web readers execute it without any problems. It is possible to easily adapt the code without changing the basic verification mechanism.

Key words: Web Form Validation, Unobtrusive JavaScript Coding, DOM, Website Events.

1. UVOD

Svakog dana se možemo uveriti da je Internet postao nebezbedni komunikacioni kanal. Ovakvom stanju na globalnoj računarskoj mreži su doprineli kako nedovoljno bezbedne Web stranice tako i nepažljivi korisnici. Da bi se bezbednost na Internetu podigao na viši nivo, neophodna je edukacija korisnika o bezbednosnim rizicima kojima su izloženi na mreži. Edukaciju korisnika o bezbednosnim rizicima treba započeti u najranijem ukrasnom dobu. Sa druge strane, treba učiniti dodatni napor u kreiranju Web stranica kako bi one bile bezbednije [1]. Na Web adresi <https://www.checkpoint> mogu se uživo pratiti trenutno aktivni napadi na Web stranice [2]. Kao bi se snizio bezbednosni rizik, predloženo je šifrovanje celokupne komunikacije ali i pažljivi dizajn Web stranica, a posebno Web formi [3], [4], [5].

Jedan bezbednosni aspekt zasnovana na kontrolisanju unosa podataka u Web forme je prikazan u ovom radu. Kontrola unetih podataka u forme sprečava unos nekorektnih podataka i zabranjuje njihovu dostavu na server. Umesto traženih podataka, zlonamerni korisnici mogu uneti zlonamerni kod koji ima za posledicu kompromitovanja podataka korisnika, odnosno, u težim napadima preuzimanje

upravljanja Web stranicom. Web forme predstavljaju najčešću ulaznu tačku za napad zlonamernih korisnika. Zlonamerni sadržaj unet u polja Web formi može izazvati bezbednosne probleme i na klijentu i na serveru. Zbog toga je veoma značajno, da se pre slanja podataka iz forme na server, ispita korektnost unetog sadržaja na klijentu. Skriptovi napisani na klijentskoj strani se najčešće koriste za ove potrebe. U ovom radu je prikazan univerzalni način provere unetog sadržaja u Web forme zasnovan na nenametljivom (engl. *unobtrusive*) JavaScript kodovanju [6]. Iako nema stroge definicije šta se tačno podrazumeva pod pojmom nenametljivog kodovanja, u ovom radu se podrazumeva nesmetana funkcionalnost u svim Web čitačima [7].

Koncept nenametljivog kodovanja primenjen u ovom radu omogućava proveru sadržaja po više kriterijuma uz korišćenje novog atributa događaja (engl. *events*) Web stranice. Kreiran je nenametljiv - univerzalni JavaScript kod, koji Web čitači izvršavaju bez problema [8]. Takođe, realizovani kod omogućava smeštanje u zaseban fajl, čime se olakšava održavanje i ponovno korišćenje koda. Moguća je jednostavna adaptacija nenametljivog koda bilo kog obrasca bez potrebe za izmenom baznog mehanizma provere. U nastavku rada će biti prikazan primer nenametljivog JavaScript koda za

bezbednosnu proveru unetih podataka u Web obrasce (engl. *forms*). Prikazana je primena novog tipa događaja vezanog za obrasce - *invalid* i način njegovog efikasnog korišćenja.

U drugom poglavlju je opisana tehnika DOM-a koja je osnova nenametljivog JavaScript kodovanja. U trećem poglavlju je opisan novi događaj Web obrasca koji se koristi za kreiranje univerzalne metode za neograničeni broj ulaznih polja u Web obrascu. U četvrtom poglavlju je prikazana primenjena arhitektura obrade događaja i primer realizovanog prijavnog obrasca. U petom poglavlju doneti su određeni zaključci i preporuke za korišćenje nenametljivog kodovanja.

2. DOM I FUNKCIONALNOST WEB DOKUMENTA

Da bi se uspešno koristila programerska tehnika kreiranja nenametljivog JavaScript koda koristi se objektni model - DOM (engl. *Document Object Model*) Web stranice [9]. Analizom DOM-a se omogućava korektno renderovanje kao i funkcionalnost Web dokumenta nezavisna od Web čitača. Moderni Web čitači podržavaju DOM ali svaki sa svojim specifičnostima. Ova činjenica ima za posledicu nekompatibilnost između Web čitača čime se dodatno otežava posao programera. Ako se za skriptovanje na Web stranicama koristi programski jezik JavaScript, dobar deo problema vezanih za nekompatibilnosti se može ublažiti ili čak neutralisati.

Kreiranje DOM-a se obavlja unutar Web čitača gde se Web stranica raščlanjuje (engl. *parse*) na niz objekata sa pridruženim svojstvima (eng. *properties*). Procesom raščlanjivanja, Web čitač interno kreira hijerarhijsku strukturu Web dokumenta - DOM. DOM kao hijerarhijski - objektni model Web stranice, unificira i pojednostavljuje softverski pristup elementima Web stranice. Korišćenjem DOM-a, JavaScript sistematski pretražuje elemente na Web stranici, upravljanje stilom, sadržinom i funkcionalnostima Web dokumenta. W3C (engl. *World Wide Web Consortium*) je standardizovao DOM, tako da svaki element Web stranice predstavlja jedan DOM čvor (engl. *nod*), a svi čvorovi zajedno čine stablo DOM-a [10]. Skriptovima se mogu dinamički kreirati, modifikovati i uklanjati elementi iz stabla DOM-a. DOM predstavlja jednu od najvažnijih tehnika koja omogućava programerima poboljšanje korisničkog iskustva u radu sa Web stranicama.

Za ovaj rad je najznačajnija posledica raščlanjivanja - razdvajanje HTML koda od pridruženog JavaScript koda. Raniji koncept korišćenja JavaScripta pridruženog Web stranici je podrazumevao „miks“ ovih kodova. Ovakav *kodni miks* otežava održavanje Web stranice i zahteva od programera poznavanje svih pomenutih Web tehnologija. Savremeni Web programeri se specijalizuju samo za određene Web tehnologije, tako da im primena miks koda predstavlja problem. Nenametljivo kodovanje JavaScriptom podrazumeva razdvajanje sadržine od izgleda i funkcionalnosti Web stranice. Prema ovom konceptu, poželjno je različite kodne tehnologije čuvati u zasebnim fajlovima. Ovo će značajno pojednostaviti održavanje Web stranice [11].

Standardno se funkcionalnost Web stranice realizuje pozivanjem JavaScript funkcija (metoda) iz HTML-a na pojavu nekog događaja vezanog za Web stranicu, HTML ili DOM. Za svaki od događaja na Web stranici je kreiran specijalni atribut koji se ugrađuje u odgovarajuću HTML

oznaku (engl. *tag*). Vrednosti ovih atributa predstavljaju imena JavaScript funkcija koje se pozivaju na pojavu tog događaja. Posledica ovog načina poziva JavaScript funkcija je već pomenuti programski miks koji otežava održavanje Web stranice.

Da bi se izbegao programski miks više tehnologija, JavaScriptu su dodate nove ugrađene funkcije kao što su `addEventListener()`, `checkValidity()` i druge. Primenom ovih funkcija je moguća integracija događaja Web stranice uz istovremeno potpuno razdvajanje od HTML koda. U nastavku su opisane standardna i unapređena integracija događaja u Web stranice.

3. DOGAĐAJI WEB STRANICE

Standardno se funkcionalnost Web stranice realizuje pomoću atributa događaja Web stranice [12]. Ovi atributi se ugrađuju u HTML oznake i počinju engleskom frazom *on*. Osnovni atributa događaja Web stranice, DOM-a i HTML-a su: `onAbort`, `onBlur`, `onChange`, `onClick`, `onDoubleClick`, `onDragDrop`, `onError`, `onFocus`, `onKeyDown`, `onMouseUp`, `onMove`, `onReset`, `onResize`, `onSelect`, `onSubmit`, `onUnload`, `onKeyPress`, `onKeyUp`, `onLoad`, `onMouseDown`, `onMouseOut`, `onMouseOver`, `onMouseUp`, Ovi atributi su kreirani u vreme kada koncept nenametljivog kodovanja nije bio aktuelan i zahtevaju programski miks HTML-a i JavaScripta. Da bi se nekoj JavaScript funkciji pridružio neki od gore popisanih događaja, potrebno je da se:

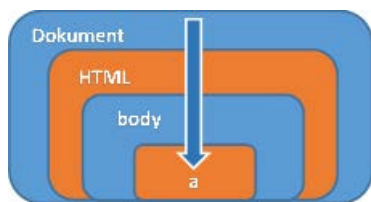
1. Odabere odgovarajući atribut obrade događaja.
2. Definiše se koje objekte Web stranice atribut obrade događaja treba da prati.
3. Atribut obrade događaja umetnuti (npr. `onClick`) u HTML oznaku koja izaziva događaj (npr. `<button>` oznaka), a zatim, zadati metodu za obradu događaja `onClick` atributu.

Iz prikazane procedure jasno je da se na ovaj način kreira miks koda HTML-a i JavaScript-a, što ne zadovoljava savremeni koncept razdvajanja programskih kodova Web stranice. Takođe, mogućnost povezivanja jednog događaja sa više obrađivača nije moguća.

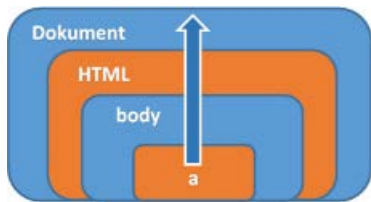
Popularna biblioteka JavaScript-a - *jQuery* poseduje dodatni mehanizam za pridruživanje događaja elementima na Web stranici. Pogodnost koju pruža *jQuery* je povezivanje više obrađivača događaja (engl. *events handler*) na jedan događaj. Za efikasniju primenu događaja u *jQuery*-u su razvijene nove metode (`on()`, `off()`, `die()`, `bind()`...) i novi događaji (`ready`, `click`, `hover`, `focus`, ...).

U ovom radu se razmatra bazični koncept nenametljivog skriptovanja JavaScriptom u vezi provere unetih podataka u HTML forme. Za efikasniju proveru formi, kreiran je novi atribut događaja pod nazivom "`onInvalid`". Zapravo ovaj događaj se generiše uvek kada nešto u input polju forme nije korektno. Ovaj događaj obuhvata pojavu nekorektnog sadržaja počev od nepopunjene forme, preko nedozvoljenog sadržaja u poljima do podataka koji ne poseduju zadati uzorak. Dakle, ovim atributom se mogu indikovati gotovo sva stanja u kojima se mogu naći ulazna polja u Web formi.

U praktičnom delu rada je opisana primena atributa "`onInvalid`" u prijavnoj formi. Korišćenje atributa događaja "`onInvalid`" u novoj JavaScript metodi `addEventListener`



a) *Capturing*



b) *Bubbling*

Slika 1. Redosled opsluživanje događaja kod ugnježdenih HTML oznaka a) od unutrašnjosti ka spoljašnjosti - “Capturing” b) od spoljašnjosti ka unutrašnjosti “Bubbling”

koristi se bez prefiksa "on". Metoda `addEventListener()` ima sledeću formu:

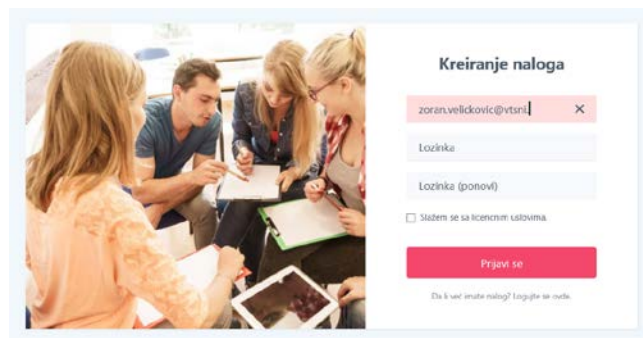
```
addEventListener(event, function, useCapture)
```

gde se parametar *event* odnosi na atribut događaja koji se koristi bez prefiksa "on". Sledeći parametar je ime funkcije - metode JavaScripta koja se poziva kada se desi događaj. Treći parametar "useCapture" je opcioni i predstavlja Bulovu promenljivu kojom se definiše način opsluživanja događaja kod ugnježdenih HTML elemenata. U osnovi se razlikuju dva načina opsluživanja ugnježdenih događaja: *Capturing* i *Bubbling*. Na sl. 2 su prikazana ova dva načina opsluživanja događaja. Ako treći parametar uzme vrednost "true", obrađivač događaja se izvršava u “Capturing” fazi. Podrazumevana vrednost ovog parametra je "false", tako da se obrađivač događaja izvršava u “Bubbling” fazi.

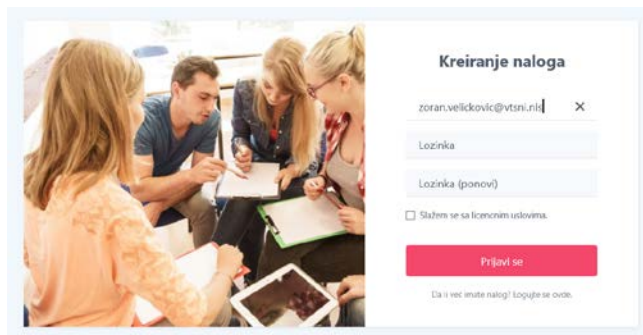
4. NENAMETLJIVO KODOVANJE PRIJAVNOG OBRASCA ZA RAD U REALNOM VREMENU

U nastavku je dat izgled i deo HTML koda prijavnog obrasca. Na sl. 2 je prikazan izgled prijavnog obrasca sa proverom unetog sadržaja u polja obrasca. Sve dok uneti sadržaj ne odgovara uzorku za e-mail adresu pozadina ulaznog polja se postavlja na crvenu - Sl. 2a). Sa svakim unosom sa tastature vrši se ponovna provera unetog polja. Definisan je događaj `input` koji pokreće metodu `checkval()`. Događaj `input` se aktivira uvek kad korisnik promeni vrednost u nadgledanom polju. Ovaj atribut obezbeđuje ispitivanje unetog sadržaja u realnom vremenu. Tek kada se zadovolji zadati uzorak za e-mail adresu pozadina polja se vraća u normalu (bela pozadina) što indirektno pokazuje da je uneti sadržaj u polje korektan - Sl. 2b). Uvidom u HTML kod vezanog za odgovarajuće polje može se zaključiti da se za proveru koristi zadati uzorak uz primenu regularnih izraza. Za proveru uzorka lozinke takođe se koristi tehnika regularnih izraza, ali sa drugim uzorkom. Korišćenjem tehnika regularnih izraza može se izuzetno tačno opisati željeni uzorak ulaznog polja. Svaki pokušaj slanja forme sa nekorektnim podacima biće onemogućen.

Na sl. 3 je prikazan celokupni JavaScript kod sa 4 funkcije. Prikazani kod opslužuje sva ulazna polja. Po učitavanju Web



a)



b)

Slika 2. Provera unetog sadržaja u realnom vremenu za e-mail adresu korišćenjem regularnih izraza a) uneseni sadržaj ne odgovara zadatom uzorku b) uneseni sadržaj odgovara zadatom uzorku

stranice, poziva se funkcija `initiate()` koja postavlja ostale događaje značajne za Web formu: `click`, `input` i `invalid`. Na pojavu odgovarajućeg događaja pozivaju se funkcije `sendit`, `validation` i `checkval` respektivno. Primetite da se za razliku od klasičnog načina povezivanja događaja i metoda, ovde se sve obavlja isključivo JavaScript kodom. Ovo je posledica razdvajanja različitih kodova u različite funkcije. Takođe, primetite da je treći parametar funkcije `addEventListener` po potrebi uzimao vrednost `true` i `false`. Tako se kod događaja "invalid" koristi vrednost parametra `useCapture = "true"`. Ovo je omogućilo efikasno pisanje koda koji opslužuje proizvoljan broj polja u obrascu bez pisanja dodatnog koda.

```
function initiate()
{
    var button = document.getElementById("prijavaSE");
    button.addEventListener("click", sendit, false);
    var form;
    form = document.querySelector("form[name='prijava']");
    form.addEventListener("invalid", validation, true);
    form.addEventListener("input", checkval, false);
}

function validation(e)
{
    var elem = e.target;
    elem.style.background = '#FFDDDD';
}
```

```

    }
function sendit()
{
    var valid = form.checkValidity();
    if(valid)
    {
        form.submit();
    }
}

function checkval (e)
{
    var elem = e.target;
    if(elem.validity.valid)
    {
        elem.style.background = '#FFFFFF';
    }
    else
    {
        elem.style.background = '#FFDDDD';
    }
}
addEventListener("load", initiate, false);

```

Slika 3. Realizovani nenametljiv JavaScript kod za proveru prijavnog obrasca u realnom vremenu

Na Sl. 4 prikazan je deo HTML koda koji se odnosi na tipove provere polja prijavnog obrasca. Prikazan je korišćeni uzorak za proveru adrese elektronske pošte, odnosno, uzorak za lozinku. Kod regularnih izraza kojim se zadaje željeni uzorak ulaznog polja je dodeljen atributu pattern u ulaznom polju.

```

...
<form action="prijava.php" method="post" id="prijava"
name="prijava">

    <h2 class="text-center" style="font-size:24px;"><strong>Kreiranje naloga</strong></h2>

    <div class="form-group"> <input class="form-control"
type="email" name="email" required="" placeholder="e-pošta"
maxlength="40" minlength="5" pattern="[a-z0-9._%+-]+@[a-z0-9.-]+\.[a-z]{2,4}$" id="email"> </div>

    <div class="form-group"> <input class="form-control"
type="password" name="password" required=""
placeholder="Lozinka" pattern="(?!.*\d)(?=.*[a-z])(?=.*[A-Z]).{8,}" id="password"> </div>

...
</form>

<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jquery/3.2.1/jquery.min.js"> </script>

<script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/twitter-bootstrap/4.0.0/js/bootstrap.bundle.min.js"> </script>

<script src="assets/js/script.min.js"> </script>
...

```

Slika 4. Deo HTML koda za proveru sadržaja

Ako se želi detaljnija provera ispravnosti unetog sadržaja, na raspolaganju su sledeća svojstva objekta ValidityState: valueMissing, typeMismatch, patternMismatch, tooLong, rangeUnderFlow, rangeOverflow, stepMismatch, customError. Pomoću ovih svojstava se može precizno odrediti šta je izazvalo grešku u obrascu. Iako se na ovaj način može doznati razlog nastalog problema, nije najbezbednije korisniku detaljno obrazložiti nastali problem.

5. ZAKLJUČAK

Da bi se omogućilo kontrolisanje unetog sadržaja u forme, HTML 5 poseduje atribut "required". Ovaj atribut kontroliše da li je nešto upisano u polje obrasca i na pokušaj slanja praznog obrasca prijavljuje grešku. Ovaj koncept ne obezbeđuje detaljnu proveru sadržaja obrasca i aktivira se tek pri pokušaju slanja. Savremene forme zahtevaju proveru unetih podataka u obrasce u realnom vremenu, dakle pre pokušaja slanja podataka na server. U radu je prikazan nenametljiv JavaScript kod koji bezbednost Web obrazaca diže na viši nivo. Primenjen je koncept nenametljivog JavaScript koda kojim se razdvajaju HTML i JavaScript kod. Na ovaj način se olakšava održavanje Web stranice i obezbeđuje korektno izvršenje skripta nezavisno od primenjenog Web čitača. Prikazani JavaScript kod se lako može adaptirati na proizvoljan broj ulaznih polja bez potrebe za izmenom mehanizma provere. Kod je kompaktan i koristi nove događaje i svojstva koja su definisana standardima HTML 5 i CSS 3. Provera funkcionalnosti ovog koda je obavljena na više Web čitača i pokazana je njegova potpuna funkcionalnost. Ovaj koncept se može preporučiti kod bezbednih Web stranica kod kojih se zahteva viši nivo bezbednosti i provera unetog sadržaja u realnom vremenu.

LITERATURA

- [1] Z. Veličković, "Bezbednost na Web-u", <https://vtsnis.edu.rs/predmeti/napredne-veb-tehnologije/>, 2020.
- [2] <https://www.checkpoint.com/solutions/zero-day-protection/>
- [3] Z. Veličković, "Zaštita Web formi od automatizovanih napada", Zbornik radova ATVSS, pp. 21-24, 2019.
- [4] Z. Veličković, Z. Milivojević, "Web Applications Protection from Automated Attacks by the reCAPTCHA API", *Jour. Mechatronics, Automation and Identification Technology JMAIT*, Vol. 5, No. 2, pp. 7 – 11, 2020.
- [5] Z. Veličković, Z. Milivojević, "Integracija Web API reCAPTCHA tehnologije na Web-stranicu", *INFOTEH*, pp. 131 - 135, 20-22 March, Jahorina 2020.
- [6] L. Lemay, R. Colburn, J. Kyrnin "HTML 5, CSS3 i JavaScript", Kompjuter Biblioteka, 2016.
- [7] <https://www.ibm.com/developerworks/library/wa-aj-unobtrusive/>
- [8] R. Ferguson, C. Heilmann, „Beginning JavaScript with DOM Scripting and Ajax“, Apress, 2013.
- [9] J. Resig, R. Ferguson, J. Paxton, „Pro JavaScript Techniques“, Apress, 2006.
- [10] <https://www.w3schools.com/>, pristupljeno 11.2020.
- [11] B. LaGrone, „HTML5 and CSS3 Responsive Web Design Cookbook“, Packt, 2013.
- [12] J. D. Gauchat, „HTML5, CSS3 i JavaScript: Integrirane tehnologije za izradu veb strana“, Mikro knjiga, 2014.

PROCENA INTONATIVNE PRECIZNOSTI PEVANJA STATISTIČKOM ANALIZOM

ESTIMATION OF INTONATIVE PRECISION OF SINGING BY STATISTICAL ANALYSIS

Zoran Milivojević, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U prvom delu rada opisan je algoritam za objektivnu procenu intonativne preciznosti i kvaliteta pevanja. Algoritam je baziran na procesiranju histograma fundamentalne frekvencije i određivanju statističkih parametara. U drugom delu rada prikazani su eksperimentalni rezultati procesiranja muzičkih signala iz baze. Baza je formirana od muzičkih zapisa vrhunskih operskih pevača i etno pevača. Analiza rezultata ukazuje na intonativnu preciznost i kvalitet pevanja.

Ključne reči: Kvalitet pevanja. Fundamentalna frekvencija. Histogram.

Abstract - The first part of the paper describes an algorithm for objective estimation of intonational precision and quality of singing. The algorithm is based on the fundamental frequency histogram processing, and determination of the statistical parameters. The second part of the paper presents the experimental results of the processing the music signals from the experimental database. The base is formed by music records of top opera singers and ethno singers. The analysis of the results indicates the intonational precision and quality of singing.

Key words: Singing Quality. Fundamental frequency. Histogram.

1. UVOD

Kvalitet pevanja ocenjuje se od strane muzičkih stručnjaka. Muzički stručnjaci slušaju, analiziraju i donose ocenu na osnovu svoga znanja, iskustva, perceptualnog sviđanja kao i na osnovu poređenja sa drugim kvalitetnim vokalima [1, 2]. Ocene se baziraju na perceptivnim parametrima, kao što su: a) intonacija, b) dinamički opseg, c) vibrato, d) ritam, i dr., [3-5]. Nekoliko studija je pokazalo da je od svih ovih parametara *tačnost intonacije* najveći faktor koji doprinosi ukupnoj oceni kvaliteta pevanja [1, 4]. Tačnost intonacije objektivno je povezana sa ispravnošću visine tona (engl. *pitch*) [1-2, 6]. Pored toga, na ocenu utiče i lični odnos ocenjivača prema delu koje se vokalno interpretira. Često se javlja potreba ocene vokalne interpretacije i kod slušanja nepoznate melodije [7]. Ovako kreirane ocene su subjektivne prirode. U cilju dobijanja realnije ocene o kvalitetu vokala formira se tim ocenjivača koji je sastavljen od muzičkih stručnjaka i donosi MOS (engl. *Mean Opinion Score*) ocena. MOS ocena je srednja ocena i kreće se u opsegu 1 do 5.

Objektivne procene kvaliteta pevanja podrazumevaju obradu muzičkih signala pomoću računara. Danas su aktuelni algoritmi i sistemi za procesiranje muzičkih signala, kojima se vrši: a) detektovanje instrumenata i boja zvuka (engl. *timbre*), b) detektovanje vremenskog početka note (engl. *note onset*), c) prepoznavanje akorda i njihova transkripcija, d) prepoznavanje tempa, e) udaranja (engl. *beat*) i ritma, f) izdvajanje i transkripcija solo i bas linije, g) izdvajanje glasovne interpretacije (pevanja) (engl. *Singing Voice Extraction*),... [8]. U radu [9] prikazano je ocenjivanje kvaliteta pevanja koje je bazirano na teoriji muzike i statističke analize

muzičkog signala. Analiza je sprovedena na osnovu karakteristika histograma trajektorije fundamentalne frekvencije. Definisani su kriterijumi dobrog i lošeg pevanja i, na osnovu njih, izvršena klasifikacija pevača. Dobijeni rezultati upoređeni su sa mišljenjima stručnjaka i dobijena velika korelacija rezultata.

U ovom radu prikazani su rezultati procene kvaliteta pevanja koji su bazirani na statističkim parametrima histograma. Na osnovu muzičkih signala određene su trajektorije fundamentalne frekvencije. U cilju objektivne analize izvođenja tonova iz različitih oktava, trajektorija fundamentalne frekvencije je transformisana u centovsku skalu uz korišćenje referentnog tona A4 ($f = 440$ Hz). Time je eliminisan različit frekvencijski razmak između susednih polutona kod različitih oktava. Naime, kod centovske skale razmak između dva susedna polutona je uvek 100 centi bez obzira na oktavu. Nakon toga izvršeno je transliranje trajektorije fundamentalne frekvencije iz svih oktava u opseg tonova E4 ($f = 329.63$ Hz) do D5# ($f = 554.37$ Hz) sa centralnim tonom A4. Određen je histogram transponovane fundamentalne frekvencije i izračunati su statistički parametri histograma za svaku notu iz opsega (12 polutona): a) srednja vrednost μ i standardna devijacija σ . Pored toga izračunati su: a) Pearsonov ρ_P i b) Kendallov ρ_K koeficijent koji predstavljaju meru sličnosti analiziranog histograma sa histogramom matematičkog referentnog signala. Statistička analiza sprovedena je nad muzičkim signalima operskih arija (Luciano Pavarotti, Salvatore Fisichella, Maria Callas, Montserrat Caballé, Milica Jovičić, Vesna Ćimović, Radmila Bakočević, Aleksandra Ristić [10-15]) i etno pevanja (Danica Krstić, Danica Crnogorčević [16-17]) gde nije bilo muzičke

pratlje. Statistički rezultati su prikazani tabelarno. Komparativnom analizom ukazano je na intonativnu preciznost i kvalitet pevanja u pogledu vremenskog održavanja preciznosti, odnosno, koncentrisanosti.

Organizacija rada je sledeća. U Sekciji 2 prikazan je algoritam procene. U Sekciji 3 prikazani su eksperimentalni rezultati i analiza. Sekcija 4 je Zaključak.

2. PROCENE STATISTIČKIH PARAMETARA

Problem kod statističke analize muzičkih signala je što visine tonova predstavljene na frekvenzijskoj skali nisu linearne. Na primer, frekvenzijski razmak između dva susedna tona u prvoj oktavi (na primer za C1 i C1# je $\Delta f = 1.945$ Hz) je znatno manji od istih tonova u trećoj (C3 i C3#, $\Delta f = 7.78$ Hz) ili sedmoj oktavi (C7 i C7#, $\Delta f = 124.5$ Hz). U cilju eliminisanja ovih problema, kod objektivne analize parametara muzičkih signala, primenjena je logaritamska skala kod koje se centovske frekvencije određuju na osnovu frekvenzijske skale u Hz:

$$F_{cent} = 1200 \times \log_2 \frac{F}{F_n}, \quad (1)$$

gde je F trenutna frekvencija a F_n normalizaciona frekvencija. U ovom radu svi primeri su prikazani sa tonom A4 kao normalizacionim tonom, odnosno $F_n = 440$ Hz. Sa ovakvom skalom razmak između dva susedna polutona, ne vezano u kojoj su oktavi, je 100 centi.

2.1 Intonativna preciznost

U procesu pevanja pevači pevaju saglasno notama što znači da je energetska raspodela u spektru na preciznim lokacijama (fundamentalna frekvencija glasa, F_0). Pored toga, zbog sukcesivnih amplitudskih i faznih modulacija, u okolini fundamentalnih frekvencija nalaze se spektralne komponente. Preostali prostor između fundamentalnih frekvencija, koje odgovaraju susednim polutonovima, treba da je prazan. Izuzetak je situacija kada se od pevača zahtevaju određene tehnike pevanja, kao što je vibrato, gde kod dobrih pevača može da se zauzme prostor čak i do polovine susedne note. Međutim, statistički posmatrano mali deo vremena se u pevanju posveti ovim aktivnostima.

Kod analize histograma uočava se koncentrisanost energije u okolini frekvencije pojedinih tonova. Koncentracija se odražava kao izražena pojava vrhova (pikova) u okolini tona. Pored toga, analizira se i brzina opadanja energije kao i simetričnost pikova. Pozicije vrhova govore o preciznosti pevanja.

2.2 Statistički parametar

Kvalitet pevanja može se, pored ostalog, definisati preko: a) intonativne preciznosti (odstupanje srednje vrednosti pika u spektru $\Delta\mu$ od teorijske pozicije note) i b) odstupanja od spektralnih komponenta srednje vrednosti μ (standardna devijacija σ) u histogramu koje odgovaraju teorijskim vrednostima tonova. Srednja vrednost tona iz transponovanog opsega (E4 - D5#, $f = -550$ do 650 cent) je:

$$\mu_n = \frac{1}{K} \sum_{i=H_n-K/2}^{H_n+K/2} h_i, \quad (2)$$

gde je $n = 0, 1, \dots, 11$ redni broj tona, H_n teorijska pozicija tona n , $K = 100 / \Delta F_{0C}$ broj binova u opsegu jednog tona i ΔF_{0C} (cent) širina bina. Standardna devijacija je:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{i=H_n-K/2}^{H_n+K/2} (h_i - \mu_n)^2}. \quad (3)$$

Statistički parametri na nivou celog transponovanog opsega su: a) ekvivalentna srednja vrednost $\mu = \overline{\Delta\mu}$, gde je $\overline{\Delta\mu} = \overline{H_n - \mu_n}$, i b) ekvivalentna standardna devijacija $\sigma = \overline{\sigma_n}$. Pevanje je preciznije kada su vrednosti $\Delta\mu$ i σ male.

2.3 Algoritam procene intonativne preciznosti

Algoritam procena intonativne preciznosti kod pevanja realizuje se u sledećim koracima:

Ulaz: $\mathbf{x}$ - muzički signal, N_b - dužina bloka, F_n - normalizaciona frekvencija, ΔF_{0C} - rezolucija histograma,

Izlaz: intonativna preciznost (μ), kvalitet pevanja (σ , ρ_P , ρ_K)

Korak 1: deljenje muzičkog signala $\mathbf{x}$, dužine N , na blokove dužine N_b . Ukupan broj blokova je $M = \lceil N/N_b \rceil$.

Korak 2: izračunavanje fundamentalne frekvencije F_{0i} za i -ti blok, gde je $i = 1, \dots, M$.

Korak 3: kreiranje trajektorije fundamentalne frekvencije F_0 celog signala $\mathbf{x}$ od fundamentalnih frekvencija pojedinih blokova.

Korak 4: transformisanje trajektorije F_0 iz frekvencijeke u centovsku skalu, primenom normalizacione frekvencije F_n (1). Time se dobija centovska trajektorija F_{0_cent} .

Korak 5: transliranje centovske trajektorije F_{0_cent} u opseg (-600, 600) cent (trajektorija F_{0_t}) sa centralnom frekvencijom 0 cent, koja odgovara normalizacionoj centovskoj frekvenciji.

Korak 6: kreiranje histograma h translirane centovske trajektorije F_{0_t} sa rezolucijom ΔF_{0C} .

Korak 7: podela histograma h na blokove dužine 100. Ukupan broj blokova je $H_b = 12$ i svaki odgovara jednom polutonu u oktavi.

Korak 8: izračunavanje srednje vrednosti blokova μ_n gde je $n = 0, 1, \dots, H_b-1$ i ekvivalentne srednje vrednosti μ (2).

Korak 9: izračunavanje standardne devijacije blokova σ_n gde je $n = 0, 1, \dots, H_b-1$ i ekvivalentne standardne devijacije σ (3)

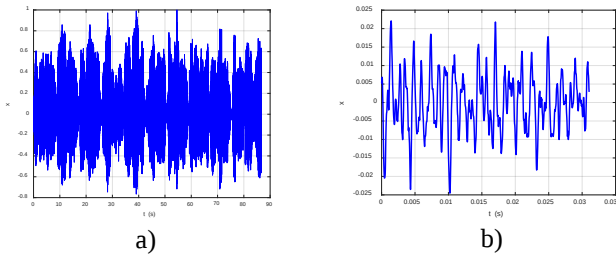
Korak 10: izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije ρ_P između referentnog h_r i histograma h .

Korak 11: izračunavanje Kendallovog koeficijenta korelacije ρ_K između referentnog h_r i histograma h .

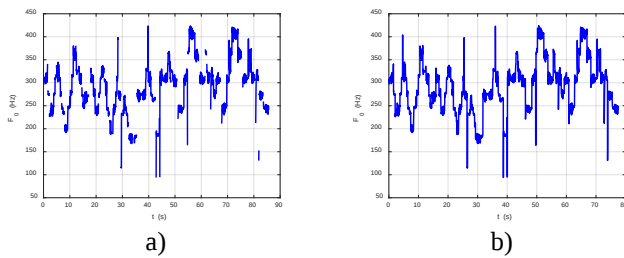
Korak 12: Na osnovu statističkih parametara i korelacionih koeficijenata procenjuje se kvalitet pevanja. Manje vrednosti ekvivalentne srednje vrednosti μ ukazuju

na veću intonativnu preciznost. Manje vrednosti ekvivalentne standardne devijacije σ ukazuju na veći kvalitet pevanja. Veće vrednosti korelacionih koeficijenata ρ_P i ρ_K ukazuju na veću preciznost intonacije i kvalitet pevanja.

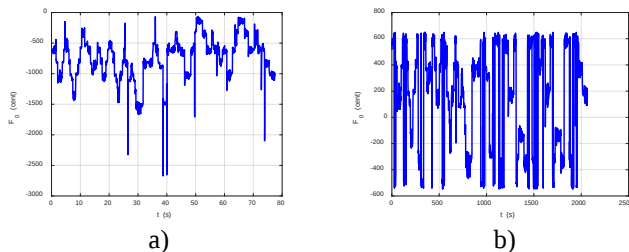
Primer primene algoritma procene. Na sl. 1.a prikazan je kompletan muzički signal trajanja 85 s. Na sl. 1.b prikazan je jedan blok trajanja 32 ms (Korak 1). Trajektorija fundamentalne frekvencije prikazana je na sl. 2.a. (Korak 2 - Korak 3). Na sl. 2.b prikazana je trajektorija bez pauza u pevanju. Centovska trajektorija prikazana je na sl. 3.a (Korak 4). Translirana centovska trajektorija prikazana je na sl. 3.b (Korak 5). Histogram translirane centovske trajektorije prikazan je na sl. 4.a (Korak 6). Simbolima 'o' označene su teorijske frekvencijske pozicije nota, dok su simbolima 'Δ' označene detektovane (realne) frekvencijske pozicije nota. Blok histograma h , koji odgovara noti C5#, prikazan je na sl. 4.b simbolima 'o' (Korak 7). Na osnovu statističkih mera μ (Korak 8) i σ (Korak 9) prikazana je normalizovana Gausova raspodela fundamentalne frekvencije (crvena isprekidana linija) i normalizovana Gausova raspodela fundamentalne frekvencije za referentni muzički signal (crna linija). Izračunavanje Pearsonovog (Korak 10) i Kendallovog (Korak 11) korelacionih koeficijenata realizuje se nad referentnim i izračunatim histogramom.



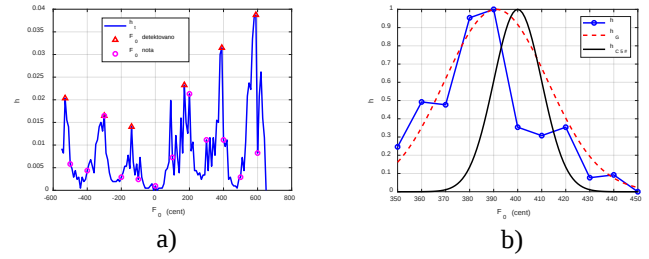
Slika 1. Muzički signal: a) ceo signal i b) blok trajanja 32 ms.



Slika 2. Trajektorija fundamentalne frekvencije: a) sa pauzama i b) bez pauza u pevanju.



Slika 3. Trajektorija fundamentalne frekvencije: a) centovska i b) translirana centovska trajektorija.



Slika 4. Histogram: a) svih tonova i b) tona C5#.

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

3.1 Eksperiment

Realizavan je eksperiment sa ciljem određivanja kvaliteta pevanja. Opisani algoritam (Sekcija 2.3) primenjen je nad bazom muzičkih signala. Parametri algoritma su: $N_b = 32$ ms, $F_n = 440$ Hz, $\Delta F_{0C} = 10$. Muzičkim signalima su određeni histogrami fundamentalnih frekvencija i podeljeni na 12 blokova. Za svaki blok su određeni statistički parametri: a) srednja vrednost i b) standardna devijacija. Statistički parametri i korelacija računata je u odnosu na matematički referentni signal. Matematički referentni signal kreiran je od sinusoida čije su frekvencije jednake frekvenciji svih polutona iz svih oktava. Saglasno muzičkoj teoriji frekvencije tonova su:

$$f_{n,k} = f_{A0} \cdot 2^{(n+k/12)}, \quad (4)$$

gde je $f_{A0} = 27.5$ Hz, $n = 0, \dots, 8$ redni broj oktave, $k = 0, 1, \dots, 11$ poluton u oktavi. U cilju određivanja mere sličnosti sa histogramom referentnog signali izračunati su: a) Pearsonov ρ_P i b) Kendallov ρ_K korelacioni koeficijenti.

3.2 Baza

Baza muzičkih signala formirana je od muzičkih zapisa pevača profesionalaca (operskih pevača i pevača etno muzike): S1: *Full Vocal Range In One Minute* (Luciano Pavarotti), S2: *High Notes* (Salvatore Fisichella), S3: *Carmen* (Maria Callas), S4: *Norma* (Maria Callas), S5: *O mio babbino caro* (Montserrat Caballé), S6 - S9: *Knez od Zete - 'Ej pusto more'* (Milica Jović, Vesna Aćimović, Radmila Bakočević, Aleksandra Ristić), S10: *Himna Srbije* (Danica Krstić), S11: *Gledala sam s Koma Plava* (Danica Crnogorcević). Kod S1 - S9 korišćeni su snimci delova gde pevači pevaju bez muzičke pratnje. Kod S10 - S11 korišćeni su snimci nastupa uživo gde nije bilo muzičke pratnje.

3.3 Rezultati

Statistički parametri i korelacioni koeficijenti prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Statistički parametri i korelacioni koeficijenti.

Pevač	Statistički parametri		Korelacioni koef.	
	$\Delta\mu$	σ	ρ_P	ρ_K
S1	6.2937	24.3090	0.9298	0.7880
S2	4.1088	25.9812	0.9676	0.8674
S3	3.6049	28.5026	0.9186	0.7795
S4	7.8149	26.7592	0.8233	0.7206

S5	9.4929	26.0511	0.6659	0.6326
S6	5.6837	22.6624	0.8066	0.6328
S7	3.6527	25.8045	0.9255	0.7651
S8	6.1541	29.0503	0.8679	0.7228
S9	5.4838	26.7382	0.9252	0.8069
S10	9.9195	23.9472	0.7070	0.5325
S11	22.6461	22.6624	0.4268	0.5118

3.4 Analiza rezultata

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1 zaključuje se da:

a) najbolju intonativnu preciznost postigao je pevač S3 ($\Delta\mu = 3.6049$) a najslabiju S11 ($\Delta\mu = 22.6461$),

b) najmanju standardnu devijaciju ima S11 ($\sigma = 22.6624$) a najveću S8 ($\sigma = 29.0503$),

c) najveći Pearsonov korelacioni koeficijent ima S2 ($\rho_P = 0.9676$) a najmanji S11 ($\rho_P = 0.4268$),

d) najveći Kendallov korelacioni koeficijent ima S2 ($\rho_P = 0.8674$) a najmanji S11 ($\rho_P = 0.5118$).

Iz navedenog vidi se da je S2 sa najboljim statističkim parametrima u pogledu intonacije kao i sa oba koeficijenta korelacije. U pogledu koncentrisanosti (vremenskog održavanja preciznosti) najbolji je S11, koji ima najveću intonativnu grešku. Treba imati na umu sa su muzički materijali kod S1 - S9 uzeti kao inserti iz opera, tamo gde nije bilo muzičke pratnje, ali je ostali deo pod muzičkom pratnjom. To je pomagalo održanju intonativne stabilnosti pevača. Sa druge strane kod S10 - S11 pevanje je uživo bez muzičke pratnje. Zbog toga je S11 sa velikom intonativnom greškom i malim korelacijama sa teorijskim signalom. I pored toga, može se reći da je kvalitet pevanja kod S11 i S12 u pogledu koncentrisanja energije u okviru srednje vrednosti izuzetno dobar (imaju najmanja rasipanja).

4. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan algoritam za objektivno procenu intonativne preciznosti i kvaliteta pevanja. Pokazano je da se pomoću statističkih parametara μ i σ može da proceni intonativna preciznost i kvalitet pevanja u smislu vremenskog održavanja preciznosti, odnosno, koncentrisanosti. Pored toga, vršene su komparacije histograma sa histogramima referentnog muzičkog signala, pomoću Pearsonovog i Kendallovog korelacionog koeficijenta. Rezultati ukazuju na bolju intonativnu preciznost kod pevača sa orkestarskom pratnjom. I pored toga što je analiza rađena samo za vremenske intervale gde su pevači nastupali bez orkestra, pevači su dobijali intonaciju neposredno pre nastupa vokalne solo deonice. Grupa etno pevača je pevala uživo bez muzičke pratnje. Uočava se pojava konstantne intonativne greške kod svih tonova. Međutim, u pogledu kvaliteta, odnosno koncentrisanosti za vreme pevanja, etno pevači su pokazali izuzetno dobre rezultate. Prikazani algoritam i rezultati ukazuju na činjenicu da je moguće realizovati računarske sisteme u funkciji ispitivanja kvaliteta pevanja, i time olakšati procese učenja i usavršavanja.

LITERATURA

- [1] C. Gupta, H. Li, Y. Wang, "Perceptual Evaluation of Singing Quality", *Proceedings of APSIPA*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2017.
- [2] W. H. Tsai, and H. C. Lee, "Automatic evaluation of karaoke singing based on pitch, volume, and rhythm features," *IEEE Trans. on Audio, Speech, and Language Processing*, Vol. 20(4), pp. 1233-1243, 2012.
- [3] J. M. Oates, B. Bain, P. Davis, J. Chapman, and D. Kenny, "Development of an auditory-perceptual rating instrument for the operatic singing voice," *J. of Voice*, vol. 20(1), pp. 71-81, 2006.
- [4] C. Chuan, L. Ming, L. Jian, and Y. Yonghong, "A study on singing performance evaluation criteria for untrained singers", *9th International Conference on Signal Processing*, ICSP 2008, pp. 1475-1478, Beijing, China, 2008.
- [5] Z. Milivojević, D. Balanesković, Z. Veličković, D. Brodić, "Primena računara za ocenjivanje kvaliteta vibrata," *ICT Pulse, INFOFEST PULSE*, str. 148-154, Budva, Crna Gora, 2017.
- [6] E. Molina, I. Barbancho, E. Gmez, A. M. Barbancho, L. J. Tardn, "Fundamental frequency alignment vs. note-based melodic similarity for singing voice assessment," *IEEE ICASSP*, pp. 744-748, 2013.
- [7] T. Nakano, M. Goto, and Y. Hiraga, "An automatic singing skill evaluation method for unknown melodies using pitch interval accuracy and vibrato features," *Conference: INTERSPEECH 2006 - ICSLP, Ninth International Conference on Spoken Language Processing*, Pittsburgh, PA, USA, September 17-21, 2006.
- [8] Joder, C., Essid, S., "Temporal integration for audio classification with application to musical instrument classification," *IEEE Trans. Audio, Speech, Lang. Process.*, Vol. 17, No. 1, pp. 174-186, 2009.
- [9] Chitrallekha Gupta, Haizhou Liy, Ye Wangz, "Automatic Evaluation of Singing Quality without a Reference," *APSIPA Annual Summit and Conference 2018 12-15 November 2018, Hawaii*, pp. 990-997.
- [10] [Luciano Pavarotti] <https://www.youtube.com/watch?v=tL0YgMAIWS4>
- [11] [Salvatore Fisichella] <https://www.youtube.com/watch?v=8Bp2WPamWqI>
- [12] [Milica Jovicic] <https://www.youtube.com/watch?v=9QjoHGvT6PQ>
- [13] [Vesna Ćimović] <https://www.youtube.com/watch?v=wWL0RH-sl5U>
- [14] [Radmila Bakočević] <https://www.youtube.com/watch?v=9KC80d2fC3U>
- [15] [Aleksandra Ristić] <https://www.youtube.com/watch?v=Ccu4wzeRIgc>
- [16] [Danica Krstić] <https://www.youtube.com/watch?v=0yWTdTGWfnQ>
- [17] [Danica Crnogorčević] <https://www.youtube.com/watch?v=aWOxqPl0jVU>



MODIFIKACIJE GN MODELA PRODUKCIJE STEREOSKOPSKOG MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA PREMA TIPU PROGRAMSKOG MATERIJALA

MODIFICATIONS OF GN MODEL OF PRODUCTION OF STEREOSCOPIC MULTIMEDIA CONTENT ACCORDING TO TYPE OF PROGRAM MATERIAL

Aleksandar Spasić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*
Valentina Kostić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*
Tanja Sekulić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića 23, Zrenjanin.*

Sadržaj - U godinama koje dolaze produkcija trodimenzionalnih multimedijalnih sadržaja treba da prođe svoj razvoj kroz najmanje tri, a moguće i svih pet generacija. Cilj ovog rada je da prikaže modifikacije prema tipu sadržaja modelom upravljanog jezgra softverski intenzivnog sistema trodimenzionalne multimedijalne produkcije. Za realizaciju takvog pristupa prikazana je upotreba generalizovanih mreža - sistema teorijskih alata koji omogućavaju analizu statičkih, dinamičkih i vremenskih osobina sistema.

Ključne reči: Modelovanje, Stereoskopska multimedija, Generalizovane mreže.

Abstract - In years to come, three-dimensional multimedia content production is anticipated to evolve through at least three, and possibly through all five generations. Aim of this paper is to present a content-based modifications of a model-driven kernel of a three-dimensional multimedia production software-intensive system. In order to materialise the suggested approach it is necessary to employ a system of theoretical tools which allow for the analysis of static, dynamic and temporal characteristics of the system.

Key words: Modelling, Stereoscopic multimedia, Generalized nets.

1. UVOD

Model softverski intenzivne produkcije stereoskopskog multimedijalnog sadržaja u prostoru problema detaljno je predložen i opisan u [1] i predstavlja definiciju radnih tokova i faze razvoja stereoskopskog sadržaja.

Životni ciklus sadržaja predstavljen je dijagramom stanja životog ciklusa u i prikazan na slici 1. Predloženi model predstavlja polaznu osnovu za izgradnju generalizovnog mrežnog modela predstavljenog u [2].

Generalizovane mreže (Generalized Nets, GNs) su apstraktni matematički objekti namenjeni modelovanju, simulaciji, optimizaciji i kontroli realnih procesa [3]. Predstavljaju ekstenziju Petrijevih mreža i to takvu da omogućavaju opis vremenskih parametara, logičkih stanja, kapaciteta pojedinačnih komponenti i istoriju modelovanih procesa.

Uopšteno govoreći, generalizovana mreža je bipartitni usmereni graf koji se sastoji od skupa čvorova koji se zovu tranzicije ili prelazi i skupa čvorova, koji se zovu mesta ili pozicije. I jedna i druga vrsta čvorova služe za definisanje statičke prirode i strukture modelovanog procesa.

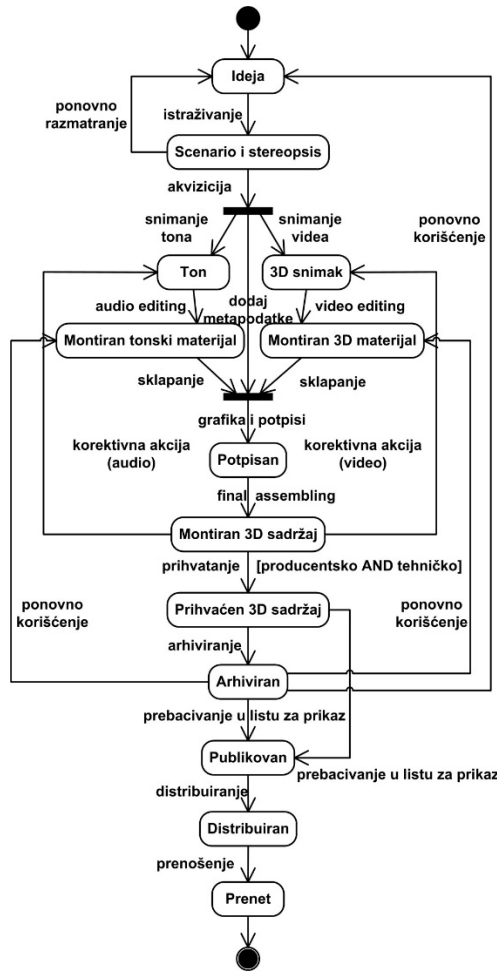
2. GENERALIZOVANE MREŽE KAO ALAT ZA MODELOVANJE SOFTVERSKI INTENZIVNIH PROCESA

Prikaz dinamičke prirode procesa predstavlja se pomoću skupa jezgara (tokena) koji predstavljaju osnovne

informacione jedinice, koji su inicijalizovani nekom početnom vrednošću i koji se kreću od ulaznih do izlaznih mesta u tranzicijama modela, pri tom menjajući svoje vrednosti. Jezgra su instance-jedinke modelovanog procesa koje mogu da pamte istoriju stanja procesa. Jezgra, njihove karakteristične funkcije koje omogućavaju transformacije jezgara i uslovi prelaska kroz tranziciju, koji su definisani u indeksnoj matrici tranzicionih predikata, definišu logiku modelovanog procesa. Druga važna razlika između običnih Petrijevih mreža i generalizovanih mreža je odnos između mesta i tranzicija, koji je karakterističan za generalizovane mreže. Sama tranzicija ima složeniju prirodu i sastoji se od m ulaznih i n izlaznih mesta, gde je $m, n \geq 1$.

Mesta u mreži su označena kružićem O , dok uspravne linije predstavljaju grafičku strukturu jednog prelaza (tranzicije) u generalizovanoj mreži. Svako mesto u generalizovanoj mreži ima najviše jednu ulaznu i najviše jednu izlaznu granu. Mesta koja nemaju ulazne grane zovu se ulazna, a ona koja nemaju izlazne grane zovu se izlazna mesta. Ulazna mesta su uvek pozicionirana sa leve strane tranzicije, dok se izlazna mesta uvek nalaze sa desne strane tranzicije.

Mogućnosti praktične upotrebe generalizovanih mreža su različite, a najčešće su: opis i modelovanje realnih procesa, simulacija procesa i kontrola procesa.



Slika 1. Dijagram stanja životnog ciklusa stereoskopskog multimedijalnog sadržaja.

2.1. Definicija generalizovane mreže (GN)

Uređena četvorka

$$E = \langle \langle A, \pi_A, \pi_L, c, f, \theta_1, \theta_2 \rangle, \langle K, \pi_K, \theta_K \rangle, \langle T, t^0, t^* \rangle, \langle X, \Phi, b \rangle \rangle \dots (1)$$

se naziva *generalizovanom mrežom* ako je [16]:

- A skup tranzicija;
 - π_A funkcija koja određuje prioritete tranzicija, tj. $\pi_A: A \rightarrow \mathcal{N}$ (2)
 - π_L funkcija koja određuje prioritete mesta, tj. $\pi_L: L \rightarrow \mathcal{N}$ (3)
 - c funkcija koja određuje kapacitete mesta, tj. $c: L \rightarrow \mathcal{N}$, gde je $L = pr_1 A \cup pr_2 A$. (4)
- Skup L je, očigledno, skup svih tranzicija u generalizovanoj mreži;
- f funkcija koja izračunava istinitosne vrednosti predikata uslova tranzicija; Funkcija f dobija vrednosti „tačno“ ili „netačno“ ili vrednosti iz skupa $\{0,1\}$. Neka je $\mathcal{P}$ skup svih predikata koji se koriste u datom modelu. Funkcija f se tada definiše kao $f: \mathcal{P} \rightarrow \{0,1\}$.
 - θ_1 funkcija koja određuje sledeći trenutak u kome data tranzicija Z može biti aktivirana, odnosno:

$$\theta_1(t) = t', t' \in [T, T + t^*] \text{ i } t \leq t' \quad (5)$$

Vrednost ove funkcije se izračunava u trenutku kada tranzicija završava svoje funkcionisanje.

- θ_2 funkcija koja određuje trajanje aktivnog stanja tranzicije Z , odnosno:

$$\theta_2(t) = t', t \in [T, T + t^*] \text{ i } t' \geq 0 \quad \mathcal{N} \quad (6)$$

Vrednost ove funkcije se izračunava u trenutku kada tranzicija započinje svoje funkcionisanje.

- K skup svih jezgara generalizovane mreže;

Skup K se može prikazati u obliku:

$$K = \bigcup_{l \in Q^I} K_l \quad (7)$$

gde je K_l skup svih jezgara koja uđu u mrežu u mestu l , a Q^I skup svih ulaznih mesta mreže;

- π_K funkcija koja određuje prioritete jezgara, tj. $\pi_K: K \rightarrow \mathcal{N}$ (8)

- θ_K funkcija koja određuje trenutak kada jezgro α može da uđe u mrežu, odnosno:

$$\theta_K(\alpha) = t, \alpha \in K \text{ i } t \in [T, T + t^*] \quad (9)$$

- T trenutak u kome generalizovana mreža započinje svoje funkcionisanje. Ovaj trenutak se određuje u odnosu na globalnu vremensku skalu.

- t^0 elementarni vremenski korak;

- t^* trajanje funkcionisanja generalizovane mreže;

- X funkcija koja dodeljuje inicijalne vrednosti (karakteristike) svakom jezgru koje ulazi preko ulaznog mesta u mrežu;

- Φ karakteristična funkcija koja dodeljuje nove karakteristike svakom jezgru prilikom prolaska od ulaznog do izlaznog mesta date tranzicije;

- b funkcija koja daje maksimalni broj karakteristika koje određeno jezgro može da primi, tj. $b: K \rightarrow \mathcal{N}$.

2.2. Definicija redukovane generalizovane mreže (*-GN)

Praktična primena generalizovanih mreža pokazala je da je veoma često nepogodno ili u najmanjem nepotrebno korišćenje svih mogućnosti i svojstava generalizovanih mreža u procesu modelovanja realnih sistema. Redukovane generalizovane mreže pružaju mogućnost da se ne koriste sve komponente generalizovanih mreža u procesu modelovanja.

Ukoliko pođemo od formalne definicije generalizovane mreže prikazane u poglavlju 2.1 *-GN možemo prikazati kao:

$$E' = \langle \langle A', *, *, *, *, * \rangle, \langle K, *, * \rangle, \langle X, \Phi, * \rangle \rangle, \quad (10)$$

$$\text{gde je: } A' = \{Z' \mid Z' = \langle L', L'', *, *, r, *, * \rangle \& Z = \langle L', L'', t_1, t_2, r, M, \square \rangle \in A\} \quad (11)$$

odnosno A' predstavlja skup redukovanih tranzicija koje sadrže samo ulazna i izlazna mesta i tranzicione uslove. Skraćeno, prethodno se može zapisati i kao:

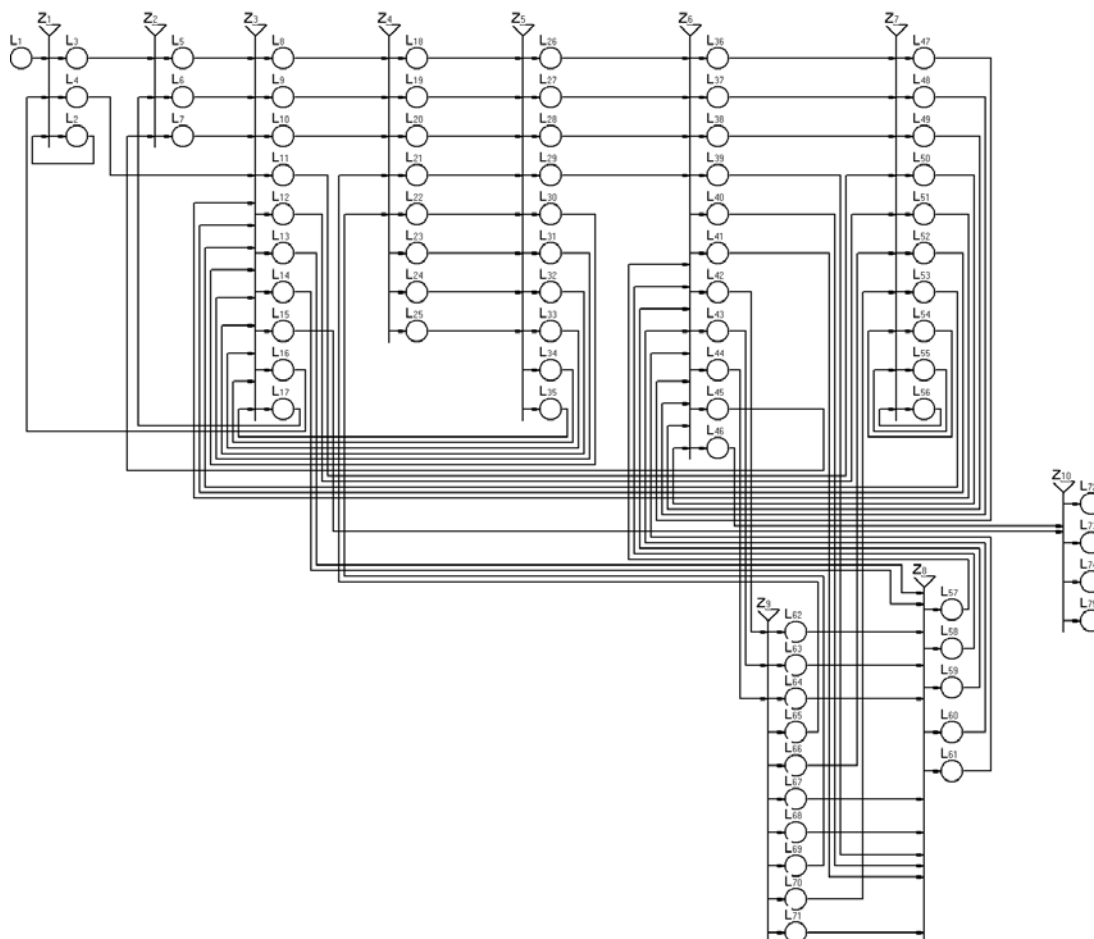
$$E' = \langle A', K, X, \Phi \rangle. \quad (12)$$

3. STATIČKA STRUKTURA GN MREŽE STEREOSKOPSKE MULTIMEDIJALNE PRODUKCIJE

Za potpuno definisanje statičke strukture generalizovane mreže neophodno je definisati skup tranzicija, njihov prioritet i sva ulazna i izlazna mesta za svaku od tranzicija, a potrebno je i da se odrede veze (grane) između pojedinih mesta u čitavoj mreži. Svaka aktivnost predstavlja se jednom tranzicijom.

Na osnovu analize radnih tokova i funkcionisanja stereoskopske produkcije multimedijalnih sadržaja, kao i modela u prostoru problema koji detaljnije objašnjava zahteve

i radne procese, predložen je osnovni model mreže koji se sastoji od 10 tranzicija. Pojedinačna stanja u kojima se određeni tok procesa može naći definišu se pomoću mesta u mreži. Predložena generalizovana mreža sastoji se od ukupno 75 mesta. Tranzicije u mreži obeležene su oznakama od Z_1 do Z_{10} , gde veći indeks tranzicije označava kasniji događaj, odnosno aktivnost u logičkom redosledu produkcije. Mesta u mreži obeležena su oznakama od l_1 do l_{75} . Statička struktura generalizovane mreže produkcije stereoskopskih multimedijalnih sadržaja prikazana je na slici 2.



Slika 2. Statička struktura generalizovane mreže produkcije stereoskopskih multimedijalnih sadržaja

3.1. Primer tranzicije Z_3

Tranzicija Z_3 interpretira grupu aktivnosti u prethodnim analizama označenu kao *Arhiviranje i upravljanje arhivom metapodataka*. Tranzicija Z_3 se sastoji od trinaest ulaznih i deset izlaznih mesta, odnosno:

$$Z_3 = \langle \{l_5, l_6, l_7, l_4, l_{53}, l_{52}, l_{51}, l_{30}, l_{31}, l_{32}, l_{33}, l_{34}, l_{35}\}, \{l_8, l_9, l_{10}, l_{11}, l_{12}, l_{13}, l_{14}, l_{15}, l_{16}, l_{17}\}, r_3 \rangle$$

Karakteristike koje jezgra dobijaju ulaskom u odgovarajuće mesto tranzicije Z_3 date su u tabeli 1.

Indeksna matrica predikatskih uslova prolaska jezgara kroz tranziciju Z_3 , označena je sa r_3 . Definicije predikatskih uslova su sledeće:

- $w_{5,16} = w_{5,17} =$ „izvod iz scenarija dodat u deskriptivne metapodatke“;

- $w_{6,17} =$ „izvod iz stereopsisa dodat u deskriptivne metapodatke“;
- $w_{53,12} =$ „editovan prvi pogled i lista odluka dubine (DDL) se može primeniti umesto stereopsisa za editovanje drugog pogleda“;
- $w_{52,11} =$ „editovan prvi pogled i lista montažnih odluka (EDL) se može primeniti umesto scenarija za editovanje drugog pogleda“;
- $w_{51,11} =$ „potrebno podešavanje montažne opreme“;
- $w_{35,16} =$ „koriste se ključni frejmovi za razvoj ideje“;
- $w_{35,17} =$ „koriste se ključni frejmovi za razvoj scenarija i stereopsisa“.

Tabela1: Karakteristike jezgara

Mesto	Karakteristika jezgra
l_8	„Autorski metapodatak – Skript za akviziciju“
l_9	„Autorski metapodatak – Stereopsis za akviziciju“
l_{10}	„Inicijalni deskriptivni metapodatak - Opis“
l_{11}	„Autorski metapodatak – Skript za editovanje“
l_{12}	„Autorski metapodatak – Stereopsis za editovanje“
l_{13}	„Autorski metapodatak – Skript za anim. i potpise“
l_{14}	„Autorski metapod. – Stereopsis za anim. i potp.“
l_{15}	„Upravljački metapodatak - Plan prikazivanja multimed. sadržaja“
l_{16}	„Deskript. metapodatak koji se dobija pretragom iz arhive metapodataka, a koristi za razvoj ideje“
l_{17}	„Deskript. metapodatak koji se dobija pretragom iz arhive metapodataka, a koristi za razvoj scenarija i stereopsisa“

Tabela2: Indeksna matrica predikatskih uslova r_3

	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	l_{12}	l_{13}	l_{14}	l_{15}	l_{16}	l_{17}
l_5	true	false	false	true	false	true	false	false	$w_{5,16}$	$w_{5,17}$
l_6	false	true	false	false	true	false	true	false	false	$w_{6,17}$
l_7	false	false	true	false	false	false	false	false	$w_{7,15}$	false
l_4	true	true	true	true	true	true	true	true	true	true
l_{53}	false	false	false	false	$w_{53,12}$	false	false	false	false	false
l_{52}	false	false	false	$w_{52,11}$	false	false	false	false	false	false
l_{51}	false	false	false	$w_{51,11}$	false	false	false	false	false	false
l_{30}	false	false	false	false	false	false	false	false	true	true
l_{31}	false	false	false	false	false	false	false	false	true	true
l_{32}	false	false	false	false	false	false	false	false	true	true
l_{33}	false	false	false	false	false	false	false	false	true	true
l_{34}	false	false	false	false	false	false	false	false	true	true
l_{35}	false	false	false	false	false	false	false	false	$w_{35,16}$	$w_{35,17}$

4. PRIMENA MODELA U PROIZVODNJI RAZLIČITIH SADRŽAJA

Osnovni motiv korisnika definisanog generalizovanog modela koji želi da ga modifikuje je da pomoću modela predvidi ponašanje sistema i kretanje podataka kroz strukturu mreže za različite situacije primene modela.

Međutim, teorija generalizovanih mreža omogućava da se definišu različite modifikacije modela a da se ne narušava statička struktura same generalizovane mreže koja opisuje model.

Najčešći slučajevi i vrste stereoskopske produkcije bi mogli da budu sledeći:

- studijska produkcija u realnom vremenu (program uživo iz studija),
- realizacija sportskog događaja - prenos,
- uslužna postprodukcija (obrada tuđeg stereoskopskog materijala),
- titlovanje/nadsinhronizacija i
- realizacija filmskog programa - prikazivanje.

Efikan način praktične modifikacije modela prema konkretnom slučaju zasniva se na definisanju kapaciteta određenih ulaznih i izlaznih mesta. Funkcija c koja određuje kapacitete pojedinačnih mesta omogućava da se pomoću nje odredi maksimalni broj jezgara koja mogu da uđu u to mesto.

Ukoliko se, na primer, za određena mesta definiše da je njihov kapacitet jednak nuli, to znači da u to mesto ne može da uđe ni jedno jezgro, što znači da se to mesto praktično isključuje iz tranzicije za dati slučaj primene. Na taj način je moguće definisati koji se delovi generalizovanog mrežnog modela ne mogu koristiti u pojedinačnom slučajevima, a da se pri tom ne menja postojeća statička struktura mrežnog modela. Kapaciteti mesta (tabela 3) kojima se dodeljuju nule označeni su respektivno u odnosu na oznaku mesta.

Tabela3: Modelovanje određenih stereoskopskih proizvoda

Vrsta	Kapaciteti mesta kojima se dodeljuje vrednost nula
Studijska produkcija u realnom vremenu (program uživo iz studija)	$c_{l_{11}} = c_{l_{12}} = c_{l_{15}} = c_{l_{36}} = c_{l_{37}} = c_{l_{38}} = c_{l_{47}} = c_{l_{48}} = c_{l_{52}} = c_{l_{49}} = c_{l_{50}} = c_{l_{53}} = c_{l_{54}} = c_{l_{55}} = c_{l_{62}} = c_{l_{63}} = c_{l_{64}} = c_{l_{66}} = c_{l_{70}} = 0$
Prenos sportskog događaja	$c_{l_8} = c_{l_9} = c_{l_{11}} = c_{l_{48}} = 0$
Uslužna postprodukcija	$c_{l_2} = c_{l_8} = c_{l_9} = c_{l_{15}} = c_{l_{16}} = c_{l_{17}} = c_{l_{65}} = c_{l_{69}} = c_{l_{73}} = c_{l_{74}} = c_{l_{75}} = 0$
Titlovanje/nadsinhronizacija	$c_{l_2} = c_{l_8} = c_{l_9} = c_{l_{11}} = c_{l_{12}} = c_{l_{15}} = c_{l_{16}} = c_{l_{17}} = c_{l_{22}} = c_{l_{23}} = c_{l_{24}} = c_{l_{25}} = c_{l_{36}} = c_{l_{37}} = c_{l_{38}} = c_{l_{47}} = c_{l_{48}} = c_{l_{52}} = c_{l_{49}} = c_{l_{50}} = c_{l_{53}} = c_{l_{54}} = c_{l_{55}} = c_{l_{65}} = c_{l_{66}} = c_{l_{69}} = c_{l_{70}} = c_{l_{73}} = c_{l_{74}} = c_{l_{75}} = 0$
Realizacija filmskog programa - prikazivanje	$c_{l_2} = c_{l_5} = c_{l_6} = c_{l_8} = c_{l_9} = c_{l_{11}} = c_{l_{12}} = c_{l_{13}} = c_{l_{14}} = c_{l_{16}} = c_{l_{17}} = c_{l_{18}} = c_{l_{19}} = c_{l_{20}} = c_{l_{22}} = c_{l_{23}} = c_{l_{24}} = c_{l_{25}} = c_{l_{26}} = c_{l_{27}} = c_{l_{28}} = c_{l_{29}} = c_{l_{36}} = c_{l_{37}} = c_{l_{38}} = c_{l_{47}} = c_{l_{48}} = c_{l_{52}} = c_{l_{49}} = c_{l_{51}} = c_{l_{50}} = c_{l_{53}} = c_{l_{54}} = c_{l_{55}} = c_{l_{62}} = c_{l_{63}} = c_{l_{64}} = c_{l_{65}} = c_{l_{66}} = c_{l_{69}} = c_{l_{70}} = 0$

5. ZAKLJUČAK

Funkcionalni model produkcije stereoskopskog sadržaja omogućava da se detaljno i na najefikasniji način analiziraju posebne situacije primene i pojedinačna rešenja produkcionog sistema koji opisuje. Na taj način moguće je olakšati donošenje projektnih odluka kada je u pitanju uvođenje u produkciju novog stereoskopskog proizvoda, značajno pre nastanka troškova. Takođe, moguće je na ovaj način analizirati i vezu između postojećih i novih multimedijalnih proizvoda, kao i između suštinskih podataka, metapodataka i procedura njihove obrade u produkcionom sistemu.

Postojeći model je, u skladu sa teorijom generalizovanih mreža, moguće modifikovati izbacivanjem ili dodavanjem mesta, čak i čitavih tranzicija.

LITERATURA

- [1] A. Spasic and D. Jankovic, „Domain Model of Low-Budget First Generation Stereoscopic 3D TV Production“, *Electronics and Electrical Engineering*, no. 3 (119), pp. 75-80, 2012.
- [2] A.J.Spasic and D.S.Jankovic, „Static Structure of GN Model of Stereoscopic Multimedia Production“, *2013 11th International Conference on Telecommunication in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS) Vols 1 and 2*, (2013), pp. 109-114.
- [3] K. Atanassov, *On Generalized Nets Theory*, Bulgarian Academic Monographs (11), Sofia: Academic Publishing House “Prof. Marin Drinov”, 2007.

BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA NA RASKRSNICAMA SA KRUŽNIM TOKOM SAOBRAĆAJA

TRAFFIC SAFETY AT CROSSROADS OF TRAFFIC

Dejan Bogićević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Stefan Mihajlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - Na raskrsnicama se događa oko 20% svih saobraćajnih nezgoda, u Srbiji. Poslednjih godina u regionu se projektuje i gradi sve više raskrsnica sa kružnim tokom saobraćaja. S obzirom na prednosti kružnih raskrsnica, a posebno na smanjivanje broja i težine saobraćajnih nezgoda, povećanje broja kružnih raskrsnica bi trebalo da doprinese unapređenju bezbednosti saobraćaja. Međutim, u praksi, postoje neke nedoumice u pogledu pravila saobraćaja na kružnim raskrsnicama koje dovode do saobraćajnih nezgoda. U radu su prikazani postojeći problemi u regionu, svetska iskustva i najbolja praksa, te na osnovu analize dati su jasni predlozi koji bi trebalo da doprinesu unapređenju bezbednosti saobraćaja na raskrsnicama sa kružnim tokom saobraćaja.

Ključne reči: Kružne raskrsnice. Bezbednost saobraćaja.

Abstract - About 20% of all traffic accidents in Serbia occur at intersections. In recent years, more and more roundabouts are being designed and built in the region. Given the advantages of roundabouts, and especially the reduction in the number and severity of traffic accidents, increasing the number of roundabouts should contribute to improving traffic safety. However, in practice, there are some doubts regarding traffic rules at roundabouts that lead to traffic accidents. The paper presents the existing problems in the region, world experiences and best practices, and based on the analysis, clear proposals are given that should contribute to improving traffic safety at intersections with roundabouts.

Key words: Roundabouts. Traffic Safety.

1. UVOD

Istorijski razvoj kružnih raskrsnica prošao je kroz tri faze. U prvoj fazi razvoja kružnih raskrsnica stručnjaci nisu odmah prepoznali značaj kružnih raskrsnica u smislu unapređenja odvijanja saobraćaja. Prve kružne raskrsnice su projektovale arhitekta, u cilju ulepšavanja prostora, prvenstveno trgova (Slika 1). U vreme izgradnje prvih kružnih raskrsnica nije se vodilo računa o optimalnom regulisanju prvenstva prolaza, odnosno na prilazima raskrsnici nije bilo saobraćajne signalizacije pa su vozila koja ulaze u raskrsnicu imala prvenstvo prolaza. Na prvim kružnim raskrsnicama zabeležena su brojna negativna iskustva, a posebno česti zastoji i blokade kružnih raskrsnica. Pored toga, projektanti su se trudili da omoguće tangencijalni prolazak vozila kroz raskrsnicu velikim brzinama, što je doprinelo povećanju broja nezgoda sa težim posledicama na ovim raskrsnicama [7].

Drugu fazu razvoja kružnih raskrsnica činile su mere i aktivnosti u cilju otklanjanja prethodno navedenih nedostataka. Problem blokade kružnih raskrsnica rešen je tek 1966. godine, kada je, u Velikoj Britaniji, uvedeno pravilo da prvenstvo imaju vozila u kružnom toku, što je regulisano odgovarajućim saobraćajnim znakom za vozila koja ulaze u

kružni tok („obnuti trougao“). Na ovim kružnim raskrsnicama nisu postavljani saobraćajni znakovi „obavezno zaustavljanje“ („STOP“), niti znakovi („put sa prvenstvom prolaza“), na njima, po pravilu, nema semafora (mada su zabeleženi uspešni primeri sa svetlosnim signalima u kružnoj raskrsnici). Saobraćaj se, na savremenim kružnim raskrsnicama, reguliše horizontalnom signalizacijom i znakovima ustupanja prvenstva prolaza, sa usporavanjem, ali bez obaveznog zaustavljanja vozila.



Slika 1. Raskrsnica „Columbus circle“ u Njujorku iz 1905. godine (Wikipedia, 2017).

Treću fazu razvoja kružnih raskrsnica predstavlja nastavak razvoja kružnih raskrsnica, kada je u Velikoj Britaniji razvijen koncept savremenih kružnih raskrsnica. Savremene kružne raskrsnice imaju znak „trougao“ na svim prilazima, a geometrija raskrsnice je takva da usporava vozila koja ulaze u kružni tok (veća defleksija - zakrivljenje ulazne putanje i ulaz pod pravim uglom i manji radijusi ulaznih krivina), omogućava veće brzine vozila koje izlaze iz kružnog toka (veći radijusi izlaznih krivina), sprečava tangencijalna kretanja itd.

Nakon 2000. godine, savremene kružne raskrsnice u celom svetu se prihvataju kao dokazano bezbednije rešenje, zbog čega počinje njihova masovna gradnja. Razvijaju se brojne modifikacije kružnih raskrsnica, kao što su turbo kružne raskrsnice i mini kružne raskrsnice. Turbo „buster“ raskrsnice podrazumevaju fizički odvojene saobraćajne trake koje vozači biraju u zavisnosti od željene trase kretanja, tako da nema preplitanja u kružnom toku [5], [2].

2. UTICAJ KRUŽNIH RASKRSNICA NA BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA

Raskrsnice predstavljaju veliki bezbednosni problem u saobraćaju, jer se na njima tokovi vozila, kao i pešaka ukrštaju, što dovodi do brojnih konflikata [4]. Sa druge strane, prilikom prolaska kroz raskrsnicu, znatno se povećava radno opterećenje vozača i pešaka. Zato se, na raskrsnicama događa značajan broj saobraćajnih nezgoda [6]. Na primer, u Srbiji se svaka četvrta nezgoda sa povređenim licima i svaka deseta nezgoda sa poginulim događa na raskrsnicama [8].

Mnoge studije su dokazale da savremene kružne raskrsnice, po pravilu, imaju prednosti u odnosu na ostale tipove raskrsnica: smanjuju zaustavljanja vozila ispred raskrsnice, smanjuju broj zastoja u saobraćaju, smanjuju emisiju izduvnih gasova i zagađivanje vazduha, unapređuju preglednost u raskrsnicama, smanjuju emisiju buke u zoni raskrsnice, smanjuju brzine prolaska kroz raskrsnicu na prihvatljiv način, ujednačavaju brzine prolaska vozila kroz raskrsnicu, smanjuju broj konflikata u saobraćaju, eliminišu najteže saobraćajne nezgode, smanjuju broj nezgoda (posebno nezgoda sa nastradalim licima), smanjuju težinu saobraćajnih nezgoda itd.

2.1. Uticaj na brzine saobraćajnog toka

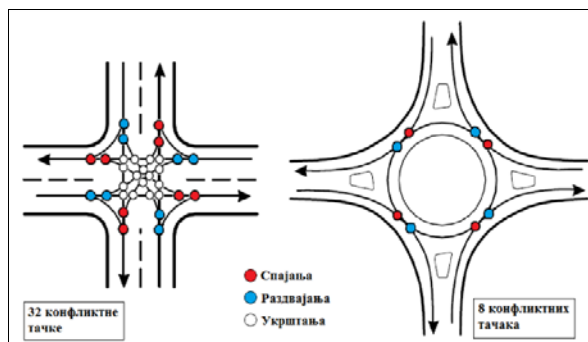
Savremene kružne raskrsnice su odlična mera upravljanja brzinama, jer omogućavaju kontrolisano smanjivanje i ujednačavanje brzina vozila u zoni raskrsnice i na raskrsnici. U današnje vreme vozači odlično prihvataju primenu kružnih raskrsnica, za razliku od početka njihove primene kada je bilo puno problema. Kod dobro projektovanih i pravilno signalisanih savremenih kružnih raskrsnica, veliki je procenat poštovanja, ali i veliki procenat prihvatanja ograničenja brzine. Danas je smanjivanje brzine vozila na ulazu u raskrsnicu i pri prolasku kroz raskrsnicu najčešći razlog za izgradnju savremenih kružnih raskrsnica [7], [2].

Ako je pravilno projektovana i izvedena, kružna raskrsnica smanjuje brzine vozila na ulasku, kao i u samom kružnom toku omogućavajući vozačima „dogovor“ u konfliktnim tačkama [7]. Prema nekim istraživanjima [1], vozači su spremni da, u savremenim kružnim raskrsnicama, sa odgovarajućom geometrijom, prihvate brzine koje su jednake polovini brzina kojima se vozila kreću pre kružne

raskrsnice. U tom smislu, savremene kružne raskrsnice predstavljaju jednu od najboljih mera upravljanja brzinama, odnosno smirivanja saobraćaja.

2.2. Uticaj kružnih raskrsnica na broj konfliktnih tačaka

Konflikti motornih vozila. Opšte je poznato da kružne raskrsnice imaju manji broj konfliktnih tačaka u poređenju sa drugim raskrsnicama. Konfliktna tačka predstavlja mesto potencijalnog sudara učesnika u saobraćaju, prilikom prolaska kroz raskrsnicu. Prilikom rekonstrukcije četvorokrake raskrsnice u savremenu kružnu raskrsnicu, smanjenje broja i težine konflikata je još izraženije. Klasična četvorokraka raskrsnica ima 32 konfliktna tačke, dok kružna raskrsnica sa četiri kraka ima svega 8 konfliktnih tačaka (Slika 2.).



Slika 2. Uporedni prikaz konfliktnih tačaka motornih vozila na četvorokrakoj raskrsnici i kružnoj raskrsnici).

Sprovedena istraživanja pokazuju da saobraćajne nezgode sa najtežim posledicama u raskrsnicama su najčešće izazvane realizacijom zabranjenih skretanja. Savremene kružne raskrsnice, svojom geometrijom, onemogućavaju većinu zabranjenih kretanja vozila i konflikata pri nepravilnim kretanjima vozila.

Međutim, usled većeg broja saobraćajnih traka povećava se i broj konfliktnih tačaka i konflikata. Kružne raskrsnice eliminišu teške konflikte (konflikti ukrštanja), jer sve manevre svode na skretanje udesno. U poređenju sa jednostranim kružnim raskrsnicama, na višetraknim kružnim raskrsnicama, javljaju se dodatni konflikti, koji ne postoje kod jednostranih raskrsnica, i to: dodatni konflikti prilikom ulaska u kružni tok i izlaska iz njega, kao i konflikti prilikom promene saobraćajne trake u samom kružnom toku.

Konflikti vozilo-pešak. Prilikom prelaska jednog kraka kružne raskrsnice, pešaci imaju samo dva potencijalna konflikta, i to jedan sa vozilima koja izlaze iz kružnog toka i jedan sa vozilima koja ulaze u kružnu raskrsnicu (slično kao na pešačkom prelazu na putu van raskrsnice). Za razliku od četvorokrake raskrsnice, na kružnoj raskrsnici ne postoje konflikti pešaka sa vozilima koja skreću (levo ili desno). Pored toga, potencijalni konflikti pešaka i vozila na kružnim raskrsnicama su, po pravilu, manjeg stepena opasnosti, nego na četvorokrakim raskrsnicama (zbog manjih brzina). Izgradnjom pešačkih ostrva na prilazima kružnoj raskrsnici, još više se pojednostavljuje prelazak kolovoza na obeleženom pešačkom prelazu. Navedeni razlozi imaju za posledicu manji stepen opasnosti potencijalnih konflikata vozilo-pešak, zbog čega su kružne raskrsnice bezbednije i za pešake. Obeleženi pešački prelazi se udaljavaju od kružne raskrsnice kako bi se ostavio prostor za zaustavljanje nekoliko vozila koja su izašla

iz kružne raskrsnice i tako smanjio rizik blokiranja raskrsnice. Međutim, rastojanje pešačkog prelaza od kružne raskrsnice ne bi trebalo da bude preveliko, tako da vozila koja izlaze iz kružne raskrsnice ne mogu da ubrzaju do velikih brzina kojima bi ugrozili pešake.

Konflikti sa biciklima. Konflikti biciklista na raskrsnicama zavise od načina regulisanja kretanja biciklista kroz kružnu raskrsnicu. Pojavljuju se i novi konflikti prilikom preplitanja biciklista koji se kreću desnom stranom kolovoza sa motornim vozilima.

2.3. Uticaj kružnih raskrsnica na broj i težinu saobraćajnih nezgoda

Tabela 1. Srednji broj nezgoda po raskrsnici u toku godine pre i posle rekonstrukcije klasične raskrsnice u nivou u savremenu kružnu raskrsnicu [7].

Vrsta kružne raskrsnice	Pre rekonstrukcije u kružnu raskrsnicu			Posle rekonstrukcije u kružnu raskrsnicu			Procenat promena (smanjenje broja SN)		
	Ukupno	SN POV	SN MŠ	Ukupno	SN POV	SN MŠ	Ukupno	SN POV	SN MŠ
Sa jednom trakom (30-35 m)	4,8	2,0	2,4	2,4	0,5	1,6	-51 %	- 73 %	-32 %
Sa više traka (50 m)	21,5	5,8	15,7	15,3	4,0	11,3	-29%	- 31 %	-10 %

Razlozi povećanja nivoa bezbednosti saobraćaja na kružnim raskrsnicama su:

- kružne raskrsnice imaju manji broj konfliktnih tačaka (konflikta), u odnosu na druge raskrsnice u nivou;
- uglovi ukrštanja u konfliktnim tačkama su manji kod kružnih raskrsnica, nego kod drugih raskrsnica (što je ugao ukrštanja manji, posledice nezgoda su manje);
- radno opterećenje vozača na kružnim raskrsnicama je manje, a posebno ako se radi o kružnim raskrsnicama sa jednom trakom;
- kružne raskrsnice uspešno smanjuju brzine vozila, tako da se projektovanjem radijusa krivine, širine traka i defleksije (zakrivljenja) mogu projektovati najveće brzine vozila u raskrsnici;
- vozači bolje prihvataju ograničenja brzine u kružnim raskrsnicama, pa je veliki nivo poštovanja i veliki nivo prihvatanja ograničenja brzine;
- brzine vozila u kružnom toku su ujednačene, pa su razlike između brzina vozila u slučaju nezgoda manje (zato su i posledice ovih nezgoda manje);
- s obzirom na manje brzine vozila, vozači imaju više vremena za reagovanje na konfliktne situacije i lakše izbegavaju nezgode;
- ukoliko se dogodi nezgoda, posledice su manje, jer su brzine vozila manje;
- kružne raskrsnice obezbeđuju bolju preglednost na prilazu raskrsnici nego druge raskrsnice, što povećava šansu za izbegavanje opasnih situacija i saobraćajnih nezgoda;
- bolja preglednost i manje brzine omogućavaju svim učesnicima više vremena da vide saobraćajnu situaciju, da procene, donesu odluku i da reaguju, ali i da isprave svoje i greške drugih učesnika u saobraćaju;

Veći broj sprovedenih istraživanja pokazao je da se rekonstrukcijom klasičnih raskrsnica u nivou u kružne raskrsnice smanjuju broj i težina saobraćajnih nezgoda na raskrsnici. Čak i kada broj saobraćajnih nezgoda nije smanjen, broj nezgoda sa povređenim licima se značajno smanjuje, a poginulih, po pravilu, nema. Istraživanja su pokazala da su jednotračne kružne raskrsnice sa malim i srednjim radijusima, bezbednije od kružnih raskrsnica sa većim radijusima i sa većim brojem traka (Tabela 1). U različitim zemljama su zabeležena različita smanjenja broja saobraćajnih nezgoda posle rekonstrukcije konvencionalne raskrsnice u nivou u savremenu kružnu raskrsnicu.

- uključivanje u saobraćajni tok koji ima prvenstvo prolaza je jednostavnije, jer se vozila kreću manjim brzinama, a vozači prate samo jedan tok vozila i u njemu traže dovoljan interval za uključivanje.

3. TIPIČNI PRIMERI SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA KRUŽNIM RASKRSNICAMA

Prilikom definisanja propusta učesnika saobraćajne nezgode, neophodno je uzeti u obzir sve okolnosti pod kojima se dogodila konkretna saobraćajna nezgoda, odnosno sve okolnosti koje su od uticaja na pravilno definisanje propusta. U nastavku su data samo opšta razmatranja mogućih propusta. Na pravilno definisanje propusta u svakoj konkretnoj situaciji bi trebalo uzeti u obzir sledeće okolnosti:

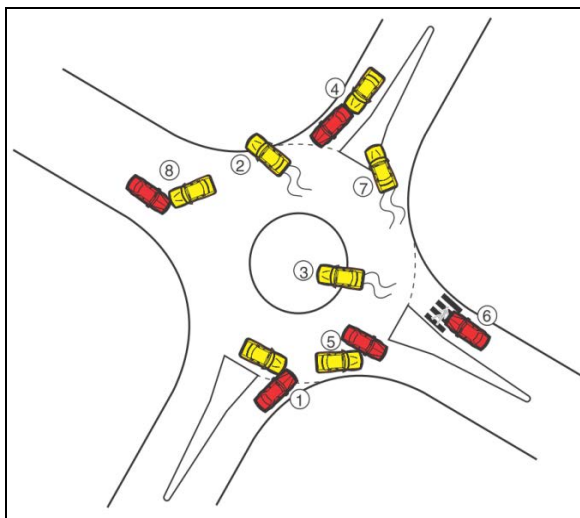
- način regulisanja prvenstva prolaza na kružnim raskrsnicama;
- način regulisanja kretanja vozila na prilazu kružnoj raskrsnici i kretanja kroz kružni kolovoz;
- postojanje ili nepostojanje vertikalne signalizacije (saobraćajnih znakova) kojima se definiše namena saobraćajnih traka i
- postojanje ili nepostojanje horizontalne signalizacije (strelica) kojima se definiše namena saobraćajnih traka.

Analizom određenog broja saobraćajnih nezgoda koje su se dogodile na raskrsnicama sa kružnim tokom saobraćaja utvrđeno je da se situacije u kojima su se dogodili sudari mogu podeliti u nekoliko karakterističnih situacija (tipova), a kako je to prikazano u Tabeli 2 i na Slikama 3 i 4.

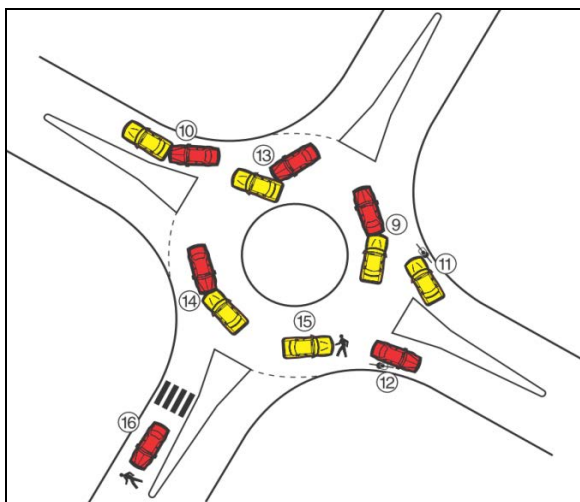
Tabela 2. Vrste-tipovi nezgoda u kružnim raskrsnicama.

R.br.	Vrsta saobraćajne nezgode
1.	Neustupanje prava prvenstva prolaza pri ulasku u kružnu raskrsnicu
2.	Izletanje vozila iz kružne raskrsnice
3.	Gubitak kontrole nad vozilom pri ulasku u kružnu raskrsnicu

4.	Naletanje na vozilo koje se kreće u istom smeru pri ulasku u kružnu raskrsnicu
5.	Sudar vozila koja izlaze iz kružne raskrsnice
6.	Obaranje pešaka pri ulasku vozila u raskrsnicu
7.	Gubitak kontrole nad vozilom pri izlasku iz kružne raskrsnice
8.	Sudar vozila koje ulazi i vozila koje napušta kružnu raskrsnicu
9.	Naletanje na vozilo koje se kreće u istom smeru u kružnoj raskrsnici
10.	Naletanje na vozilo koje se kreće u istom smeru pri izlasku iz kružne raskrsnice
11.	Obaranje bicikliste pri ulasku u raskrsnicu
12.	Obaranje bicikliste pri izlasku iz raskrsnice
13.	Sudar prilikom prestrojavanja u raskrsnici
14.	Kretanje u suprotnom smeru u kružnoj raskrsnici
15.	Obaranje pešaka u kružnoj raskrsnici
16.	Obaranje pešaka pri izlasku vozila iz raskrsnice



Slika 3. Vrste-tipovi nezgoda u kružnim raskrsnicama.



Slika 4. Vrste-tipovi nezgoda u kružnim raskrsnicama.

4. ZAKLJUČAK

Navedena i druga istraživanja potvrđuju da, u najvećem broju slučajeva, rekonstrukcija klasičnih raskrsnica u nivou u kružne raskrsnice dovodi do: smanjivanja radnog opterećenja vozača, smanjivanja broja konflikata, eliminisanja najtežih konflikata, smanjivanja broja saobraćajnih nezgoda i

smanjivanja težine saobraćajnih nezgoda na raskrsnici. Ovo je posebno izraženo ako se radi o kružnim raskrsnicama sa jednom saobraćajnom trakom u kružnom toku.

U narednom periodu bi trebalo raditi na optimizaciji putanja vozila kroz kružne raskrsnice sa više traka. Edukacijom treba doprinosti da što veći broj vozača koristi optimalne putanje, da se pravilno prestrojava iz jedne u drugu saobraćajnu traku, uvažavajući pravila saobraćaja i saobraćajnu signalizaciju. Ovo se može olakšati postavljanjem odgovarajuće saobraćajne signalizacije koja definiše namenu saobraćajnih površina i putanje vozila, u zavisnosti od toga na kome kraku vozač želi da izađe iz kružnog toka.

Sa druge strane, neophodno je u fazi projektovanja voditi računa o ranjivim učesnicima u saobraćaju, a posebno o biciklistima i pešacima, tako što će se unapređivati saobraćajno-tehnički uslovi za njihovo učešće u saobraćaju na kružnoj raskrsnici i u blizini kružne raskrsnice.

LITERATURA

- [1] Antov, D., Abel, K., Surje, P., Rouk, H., Roivas, H. *Speed Reduction Effects of Urban Roundabouts*. Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 4, pp. 22-26 (2009).
- [2] Bassani, M., Sacchi, E. *Experimental investigation into speed performance and consistency of urban roundabouts: an Italian case study*. Presented at the 3rd International Conference on Roundabouts, Transportation Research Board, Carmel, Indiana (US), May 18–20 (2011).
- [3] Bastos Silva, A., Vasconcelos, L., Santos, S. *Moving from Conventional Roundabouts to Turbo-Roundabouts*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 111, 137 – 146 (2014).
- [4] Gross, F., Lyon, C., Persaud, B., Srinivasan, R. *Safety effectiveness of converting signalized intersections to roundabouts*. Accident Analysis and Prevention 50, pp. 234-241 (2013).
- [5] Mauro, R., & Branco, F. *Comparative Analysis of Compact Multilane Roundabouts and Turboroundabouts*. Journal of Transportation Engineering 136, pp. 316–322 (2010).
- [6] Neuman, T. R., Pfefer, R., Slack, K. L., Hardy, K. K., Harwood, D. W., Potts, I. B., Torbic, D.J., Kohlman Rabbani, E. R. NCHRP Report 500: *Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan*, vol. 5: A Guide for Addressing Unsignalized Intersection Collisions. Transportation Research Board, Washington DC, USA (2003).
- [7] Rodegerdts, L., Bansen, J., Tiesler, C., Knudsen, J., Myers, E. *Roundabouts: An informational guide*. Report 672 - Second Edition. Transportation Research Board – National Cooperative Highway Research Program. Washington DC, USA (2010).
- [8] Agencija za bezbednost saobraćaja *Priručnik za seminar unapređenje znanja licenciranih kadrova – Raskrsnica sa kružnim tokom saobraćaja*, 2017.



PRIMENA SAVREMENOG SISTEMA NAPLATE U SISTEMU JAVNOG PREVOZA PUTNIKA

APPLICATION OF A MODERN CHARGE SYSTEM IN THE PUBLIC TRANSPORTATION OF PASSENGERS

Milan Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Jovan Mišić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad.*
Vladimir Popović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu predstavljen je koncept tarifnog sistema i sistema naplate, koji imaju značajan uticaj na celokupan sistem javnog gradskog prevoza. Prvenstveno zato što naplata naknade za prevoznu uslugu čini osnovni način finansiranja sistema pored subvencija i dotacija iz gradskog budžeta. Ukoliko je procenat naplate od prodatih karata visok, utoliko će iznos subvencija i dotacija biti manji pa samim tim u gradskom budžetu ostaje više sredstava za unapređenje prevozne usluge.

Ključne reči: Tarifni sistem. Sistem naplate. Javni gradski prevoz.

Abstract - This paper presents the concept of tariff system and toll system, which have a significant impact on the entire system of public urban transport. Primarily because the collection of transportation service fees is the basic way of financing the system in addition to subsidies and grants from the city budget. If the percentage of payment from tickets sold is high, the amount of subsidies and grants will be lower, so the city budget will have more funds to improve the transport service.

Key words: Fare system. Charge system. Public transport.

1. UVOD

Sistemi javnog gradskog i prigradskog prevoza putnika, prema principima Evropske komisije imaju ključnu ulogu u dostizanju cilja održivog razvoja i održivog transporta u gradovima. U pogledu ciljeva i interesa sistema javnog gradskog i prigradskog prevoza putnika nameću se sledeći elementi: obezbeđivanje visoke mobilnosti stanovnika, otvaranje tržišta usluga, potrebe za većom proizvodnom efikasnošću i snižavanjem troškova poslovanja prevoznika, omogućavanje mobilnosti pojedinih socijalnih grupa po povoljnim uslovima, ostvarenje efikasnog i uređenog mehanizma tj. upravljanje troškovima, prihodom, cenama i finansiranjem sistema, usklađivanje cena usluge sa realnim troškovima transporta, ulaganje i razvoj sistema, itd.

Treba napomenuti da je praksa pokazala da putnici sva poboljšanja u naplati veoma rado prihvataju, iako je često naplata komplikovanija nego kad to vrši kondukter. To što mu je ukazano poverenje da sam uzima ili poništava kartu u vozilu, potencira kod putnika osećaj nezavisnosti i nevezanosti, pa je samim tim atraktivnost javnog gradskog prevoza putnika (JGPP) povećana. Razvoj JGPP-a treba biti usmeren na povećanje kvaliteta prevozne usluge kakav potražuje savremeni gradski stanovnik. Njegova funkcija u budućnosti treba biti privlačenje građana koji poseduju

sopstveni automobil, što bi za rezultat imalo smanjenje opterećenja gradskih saobraćajnica i površina za parkiranje.

Racionalizacijom sistema naplate u javnom gradskom putničkom prevozu treba da se stvore mogućnosti da se preveze što više putnika, odnosno ostvari što više mesta-kilometara sa što manje radnika u saobraćaju. Pri rešavanju ovog problema treba imati na umu, da pored velikog napretka koji je poslednjih godina ostvaren u pogledu racionalizacije sistema naplate, ne postoji sistem koji je univerzalan i upotrebljiv za sve, jer se uvek polazi od lokalnih uslova koji obuhvataju: specifičnost tarife i vrstu karata, određene navike, specifičan karakter kretanja putnika i dr., ali se na osnovu nekih zajedničkih elemenata može govoriti o određenim tendencijama u ovoj oblasti [1].

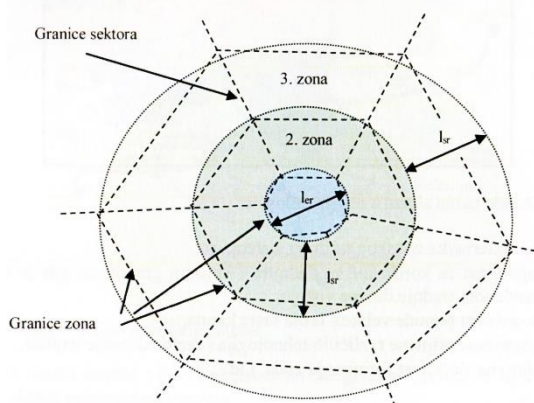
Na početku rada predstavljene su uvodne osnove problematike kojom se rad bavi. U sledećem poglavlju definisan je pojam tarifnog sistema i objašnjene vrste sistema koji se primenjuju. Treće poglavlje opisuje sistem naplate sa varijantama koje postoje. Četvrto poglavlje odnosi se na uzajamni koncept sistema naplate i sistema karata. U petom poglavlju opisan je značaj i prednost primene tarifnog sistema podržanog na osnovama savremenih elektronskih dostignuća. Poslednje poglavlje odnosi se na zaključna razmatranja.

2. TARIFNI SISTEM

Mogu se naći razne definicije pojma tarifni sistem. Podrazumeva skup načela na osnovu kojih se definiše visina naknade koju korisnici sistema javnog prevoza plaćaju ili su spremni da plate za prevoz vozilima javnog saobraćaja, vodeći računa o sledećim kriterijumima [2]:

- tarifni sistem treba da odgovara potrebama putnika i karakteru mreže linija, njegovom primenom treba da se obezbedi optimalna visina prihoda u sistemu;
- tarifni sistem treba da podržava prirodne karakteristike tokova putnika;
- tarifa treba da sadrži mogućnosti koje vode računa o razlikama u prevoznim potrebama pojedinih kategorija građana, kao i o njihovom socijalnom sastavu;
- prilikom postavljanja tarifnog sistema treba da se vodi računa o jednom od osnovnih principa javnog prevoza kao javne službe - jednakost postupka za sve korisnike;
- tarifni sistem treba da je jednostavan i lako prihvatljiv za korisnike;
- tarifni sistem treba da omogućuje lak prelaz na modernije sisteme naplate.

U JGPP-u zastupljena su tri tarifna sistema. **Jedinstven tarifni sistem** je najjednostavniji za putnike, jer se plaća jedna cena bez obzira na kojoj se relaciji putnik prevozi. Kod **zonskog tarifnog sistema**, cena prevoza zavisi od broja pređenih zona na mreži linija.



Slika 1. Izgled zonskog tarifnog sistema.

Kod **relacijskog tarifnog sistema** obračun prevoza se vrši prema dužini putovanja predviđenog u formi relacije, koja predstavlja deo puta sastavljen od jedne ili više međustaničnih rastojanja.

3. SISTEM NAPLATE

Postoji više klasifikacija sistema naplate. Do određenih nesporazuma prilikom klasifikacije sistema naplate dolazi najčešće zbog mešanja subjekata naplate, kao što su: kondukter, vozač ili putnik, automat i dr. Polazeći od toga da je subjekt naplate putnik, može se napraviti osnovna klasifikacija prema kojoj postoje tri sistema naplate:

1. Sistem naplate preko konduktera
2. Sistem naplate preko vozača
3. Sistem naplate samousluživanjem

Sistem naplate preko konduktera je “klasičan” sistem naplate koji datira još od pojave prvih vozila javnog prevoza. U ovom sistemu vozač upravlja, a kondukter vrši naplatu prevoza i komunicira sa putnicima. Kod sistema naplate preko vozača, pored dužnosti da upravlja vozilom, vozač je preuzeo i dužnost naplate prevoza.



Slika 2. Sistem naplate preko vozača.

Pod sistemom naplate samousluživanjem podrazumeva se takav sistem u kome putnici sami kupuju i poništavaju karte, dok je vozač potpuno oslobođen od ovog posla. Ovaj sistem naplate se deli na:

- “kasa-boks” naplatu,
- poluautomatsku naplatu,
- automatsku naplatu.

U gradovima SAD-a koji su prvi počeli da primenjuju “kasa-boks” sistem, postavlja se pored vozača kasica sa providnim gornjim delom u koju putnici ubacuju monetu koja odgovara ceni prevoza.

Kod poluautomatske naplate putnici kupuju kartu izvan vozila koju pokazuju vozaču ili je poništavaju u vozilu, dok samo neznatni broj putnika kupuje kartu kod vozača. Ovaj sistem naplate je zastupljen u mnogim gradovima Francuske, u Nemačkoj, zemljama Beneluksa.



Slika 3. Primer poluautomatskog sistema naplate.

Automatska naplata je takav sistem u kome putnici sami kupuju i poništavaju kartu, dok je vozač potpuno oslobođen od prodaje, poništavanja kao i kontrole pretplatnih karata. Automatska naplata u vozilima rešava se na dva načina:

- postavljanjem automata za izdavanje pojedinačnih karata i poništavanje pretplatnih na svakom stajalištu (Ciri, Ženeva, Bazel, Bern...),
- postavljanjem automata za izdavanje pojedinačnih karata i automata za poništavanje pretplatnih u svakom vozilu (Milano, Mihn...).

4. KONCEPT NOVOG SISTEMA NAPLATE

Svakako da je jedan od najvažnijih uslova za sprovođenje racionalizacije sistema naplate pogodno izabran sistem karata. Naime, u sistemu rada sa jednim čovekom neophodno je što više osloboditi vozača poslova vezanih za prodaju karata, odnosno angažovanje je vozača treba svesti na minimalno moguću meru. U tu svrhu neophodno je stvoriti uslove za prelazak putnika na kupovinu karata izvan vozila. Mera kojom se ovaj cilj postiže je vođenje politike selektivnih cena po kojoj su karte kupljene u vozilu najskuplje i permanentno prilagođavanje prava koja daju pretplatne karte stvarnim potrebama korisnika.

Kako se pojedinačnim kartama kupljenim u vozilu obezbeđuje značajan ekonomski efekat, i imajući u vidu značaj prihoda koji se ostvaruje na osnovu njihove prodaje, to se ovoj vrsti karte mora posvetiti posebna pažnja. Sasvim je jasno da vozača treba osloboditi naplate, ali se mora voditi računa da pri tom ne dođe do gubitka dela prihoda koji se ostvaruje ovim putem. Iz navedenog razloga potrebno je prodajnu mrežu pojedinačnih karata posebno urediti. Prodaja pojedinačnih karata van vozila, stvara mogućnost da se vozač oslobodi prodaje karata u vozilu. Smanjenje udela prodatih karata u vozilu treba da bude etapno i u dužem vremenskom periodu. Najefikasniji način za prelazak na kupovinu pojedinačne karte van vozila je uvođenje selektivnih cena tako da karta u vozilu bude najskuplja.



Slika 4. Automatski sistem naplate.

Razlika u cenama pojedinačnih karata kupljene u vozilu i van njega u početku ne bi trebala da bude veća od 30%, da ne bi došlo do pada prihoda od ove vrste karte. U najkasnijim etapama ovu razliku treba povećavati, sve do trenutka realizacije nekog od savremenih sistema naplate, kada će u potpunosti biti eliminisana kupovina karte u samom vozilu.

5. ZNAČAJ I PREDNOSTI AUTOMATSKOG SISTEMA NAPLATE

Upravljanje tarifnim sisitemom, tarifnom politikom i politikom cene, sistemom karata i sistemom naplate, podrazumeva stalno prilagođavanje promenama u okruženju, promenama u karakteristikama putnika (standard, stepen motorizacije i dr.) i putovanja, mobilnosti, mobilnosti u javnom gradskom putničkom prevozu, dužini vožnje i putovanju, promenama u transportnom sisitemu (ograničenja i režimi kretanja i parkiranja vozila i dr.). To nije moguće bez pouzdane informacione osnove, koja je moguća jedino preko savremenih elektronskih sistema naplate.

Naime, jedna od osnovnih prednosti savremenih elektronskih sistema naplate jeste pružanje mogućnosti za stvaranje informacione osnove za upravljanje sistemom javnog grad-

skog putničkog prevoza. Iz tog razloga, tehnologija ulaska putnika u vozilo i validacija vožnje, moraju biti takve da se iskoriste sve prednosti modernih sistema naplate.

Informacije koje se mogu dobiti u elektronskom sistemu naplate, mogu se podeliti na [3]:

- javne informacije - svaka informacija koja se odnosi na tarifni sistem, vrste karata, cene prevoza, sistem naplate, prava korišćenja, mrežu linija, redove vožnje, tarifne granice itd.
- privatne informacije - informacije koje podležu Zakonu o privatnosti podataka (lični podaci o korisnicima, njihovim kretanjima i sl.)
- poslovne informacije - informacije vezane za funkcionisanje sistema karata (podaci o putnicima i putovanjima, strukturi karata i ostvarenom prihodu), finansijske transakcije itd.
- osetljive informacije - informacije vezane za sigurnosne procedure i podaci o kretanjima nekih osoba veoma osetljive informacije - sigurnosni ključevi.

Posebno su značajne informacije o funkcionisanju sistema naplate, kao i informacije vezane za projektovanje sistema javnog gradskog putničkog prevoza, pre svega statičkih i dinamičkih karakteristika transportne mreže:

- karakteristike putnika i putovanja: mobilnost (broj vožnji i putovanja) po kategorijama korisnika i vrsta karata, matrice presedanja putnika (sa linije na liniju) i matrice izvorno-ciljnih kretanja;
- transportni zahtevi: ulasci i izlasci, protoci po stajalištima, vozilima, obrtima, linijama, smerovima, časovima, danima, srednje dužine vožnje i putovanja, izmena putnika po linijama, smerovima, časovima, danima.



Slika 5. Primer funkcionisanja savremenog sistema naplate.

Efikasnost javnog prevoza putnika znatno se povećava ako se obezbedi redovan, ravnomeran, tačan i brz javni gradski saobraćaj. Povećanjem redovnosti i tačnosti javnog gradskog saobraćaja smanjuju se troškovi njegovog izvršenja zbog ravnomernog opterećenja i kretanja vozila. Svi ovi uslovi mogu se postići uvođenjem automatskog upravljanja saobraćajem.

Korišćenjem jedinstvene kombinacije najsavremenijih sredstava računarske tehnike, radio veze, mikroprocesorskih i radioelektronskih uređaja, sistem automatske kontrole omogućava da se odredi lokacija svakog vozila. Na ovaj način se omogućava dobijanje više informacija kao što su trenutno stanje popunjenosti vozila, a pored automatske veze

pomoću kodiranih informacija između svakog vozila i upravljačkog centra, može se selektivno uspostaviti i govorna veza između upravljačkog centra i svakog od vozača.

„Elektronski” tarifni sistem predstavlja moćno sredstvo za automatsko upravljanje saobraćaja, sakupljanje i čuvanje brojnih informacija, što na potpuno tehnološkom nivou i nivou budućnosti pruža sve uslove za značajno povećanje efikasnosti gradskog saobraćaja. Glavni zadatak automatskog upravljanja je stabilizacija reda vožnje u stvarnom vremenu.

Kao deo inteligentnih sistema za podršku odvijanja prevoza putnika u gradovima, obezbeđuje pouzdane informacije o putovanjima putnika na pojedinim linijama što omogućava bolje planiranje iskorišćenosti kapaciteta, smanjenje troškova prevoza, pa samim tim sigurnije i udobnije putovanje.

Napredak elektronike i telekomunikacija doveli su i do toga da je razvijen veliki broj različitih sistema naplate koji su primenjeni u pojedinim gradovima u svetu. Svaki od primenjenih sistema naplate ima svoje prednosti i nedostatke, ali u odnosu na postojeće sisteme naplate u Srbiji, „elektronski” sistemi imaju značajne prednosti.

Imajući u vidu iznete činjenice sasvim je jasno da je za pokrivanje troškova poslovanja prevoznika ključni izvor finansiranja prihod od prodatih karata. S obzirom na ovu činjenicu sistem naplate kojim se omogućuje ostvarivanje prihoda je za funkcionisanje sistema javnog prevoza ključni deo ukupne tarifne politike i politike finansiranja.

Pored ostvarivanja prihoda postoje i drugi brojni razlozi za uvođenje novog sistema naplate, a najvažniji su:

- smanjenje učešća naplate putem vozača,
- jednostavna kontrola,
- sprečavanja zloupotreba,
- mogućnost dobijanje izveštaja automatskim putem,
- smanjenje rada sa gotovim novcem,
- poznavanje tačnog novog broja prevezenih putnika,
- stalne kontrole osoblja,
- povećanje kontrole nad putnicima,
- mogućnost povećanja asortimana karata (mesečne, nedeljne, polugodišnje...).

Navedeni razlozi predstavljaju jasan i nedvosmislen pokazatelj da je u gradovima Srbije potrebno u što kraćem vremenskom preiodu uvesti savremene sisteme naplate.

Kako danas u svetu postoji veći broj kompanija koje su razvijale sisteme naplate to svaki od njih ima svoje specifičnosti. Generalno posmatrano sistem naplate treba da bude jednostavan, da omogući primenu široke lepeze karata da ima mogućnost prikaza zahtevanih izveštaja, potpunu kontrolu nad prihodima i slično.

Jedan od sistema koji omogućava prethodno navedeno je i sistem koji je nazvan Elektronski tarifni sistem (ETS) korporacije ERG TRANSIT SYSTEMS. Ovaj sistem namenjen je za rad na vozilima javnog gradskog putničkog prevoza i ima

mogućnost primene na svim njegovim podsistemima (tramvaji, trolejbusi, autobusi itd.).

Prema statistikama proizvođača, gradovi koji su uveli elektronski tarifni sistem, operateri koji obavljaju javni prevoz putnika, postigli su značajno povećanje prihoda. Pored ostvarivanja većih prihoda elektronski tarifni sistem je postao i osnova informacionog sistema, koji omogućava stalnu kontrolu nad redom vožnje i prihodom koji se ostvaruje.

Pored povećanja prihoda ETS omogućava i smanjenje troškova i to kroz mogućnost stalnog praćenja broja putnika u vozilima na pojedinim linijama, na osnovu čega se može raditi optimizacija rada voznog parka. Na ovaj način se značajno može smanjiti potrošnja goriva kao značajna stavka u ukupnim troškovima poslovanja prevoznika.

Pored gore navedenih prednosti ETS omogućuje i povezivanje više prevoznika na nekom širem području u zajednički sistem. Tako putnik može na nekoj liniji za koju je kupio kartu koristiti usluge bilo kojeg prevoznika na toj liniji, a ETS sam može rasporediti prihod od prodatih karata. Ovo je jedan od veoma važnih prednosti novog sistema naplate kojim se praktično omogućava postizanje pune tarifne integracije bez obzira na broj i vlasničku strukturu prevoznika.

6. ZAKLJUČAK

Sistem javnog gradskog prevoza putnika u gradovima spada u socijalnu kategoriju, i zbog toga važna nam je veoma dobro isplaniran i organizovan tarifni sistem, i zbog toga tarifni sistem, sistem karata i sistem načina plaćanja igraju veliku ulogu u njegovom funkcionisanju i razvoju.

ETS je novi koncept upravljanja uslugom u javnom gradskom prevozu, i igra veoma veliku ulogu u održivosti, razvoju sistema socijalne kategorije prevoza i kvalitetu. Postoji mnogo gradova u okruženju koji su već uveli ovaj sistem, i iz toga se zapravo vidi prednost sistema jer su mnogi problemi poput implementacije i održavanja tehničkog sistema prevaziđeni.

Može se videti da su neki gradovi Evrope uveli novi koncept savremenog sistema karata i naplate koji je veoma primenjen i efikasna, upravo zbog toga definisan je tehnološki postupak uvođenja ETS-a koji bi bio adekvatan za gradove u našoj zemlji. Srbija je uvela ETS sistem, primer tome jeste BusPlus sistem koji je u Beogradu, ali pored toga treba se pratiti funkcionisanje implementiranih ETS, kao i raditi na tome da se omogući realizacija istog u našim gradovima sa razvijenim sistemima javnog prevoza putnika kao što su Niš, Novi Sad, Kragujevac...

LITERATURA

- [1] P. Gladović, *Tarifna politika u javnom gradskom putničkom prevozu*, PC Program, Beograd, 1995.
- [2] R. Banković, *Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza*, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Beograd, 1994.
- [3] P. Gladović, V. Popović, *Savremene informacione tehnologije u drumskom transportu*, FTN Novi Sad, 2010.

ODREĐIVANJE OPTIMALNE ORIJENTACIJE MODELA ZA TEHNOLOGIJU 3D ŠTAMPE: PRIMER POKLOPCA KUĆIŠTA

DETERMINATION OF OPTIMAL MODEL ORIENTATION FOR 3D PRINTING TECHNOLOGY: AN EXAMPLE OF HOUSING COVER

Milan Pavlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Slavimir Stošović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Miloš Ristić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Aditivne tehnologije zauzimaju značajno mesto u brzini izradi prototipova i pojedinačnih delova, zbog svojih tehničko-tehnoloških mogućnosti, niske cene izrade i pristupačnih cena mašina. U ovom radu je prikazano određivanje optimalne orijentacije modela u radnom prostoru mašine za tehnologiju 3D štampe. Izvršena je analiza uticaja orijentacije modela na potrošnju materijala, kvalitet površine i vreme izrade finalnog proizvoda na primeru poklopca kućišta.

Ključne reči: Aditivne tehnologije. Optimalna orijentacija. 3D štampa

Abstract - Additive technologies takes a significant place in the rapid production of prototypes and individual parts, due to their technical and technological capabilities, low manufacturing costs and affordable machine prices. This paper presents the determination of optimal model orientation in the working space of machines for 3D printing technology. An analysis of the influence of the model orientation on material consumption, surface quality and production time of the final product on the example of the housing cover was performed.

Key words: Additive technologies. Optimal orientation. 3D printing.

1. UVOD

Potreba za brzim izradom prototipova i pojedinačnih delova, dovela je do veoma brzog razvoja aditivnih tehnologija. Ove tehnologije imaju velike tehničko-tehnološke mogućnosti i brojne prednosti u odnosu na druge metode [1], te su veoma brzo zauzele visoku poziciju na tržištu, najpre zbog veoma pristupačnih cena mašina, velikog potencijala i niskih cena izrade proizvoda. Sa druge strane, ove tehnologije imaju i svoja ograničenja koja se odnose na kvalitet proizvoda, materijale, vreme izrade i dr., te to može imati veliki uticaj na odabir ove tehnologije za izradu određenog proizvoda.

U ovom radu je prikazana analiza i određivanje optimalne orijentacije modela za tehnologiju 3D štampe na primeru poklopca kućišta. Za potrebe izrade proizvoda postupkom 3D štampe, prvo je izrađen virtuelni 3D model proizvoda. Zatim je izvršena njegova konverzija STL fajl format, kako bi se pomoću specijalizovanog softvera generisao G kod. Međutim, u cilju analize uticaja orijentacije modela na kvalitet površine, vreme izrade i potrošnju materijala, izabrane su dve orijentacije modela i izrađeni su proizvodi na 3D štampaču Sindoh DP200.

2. TEHNOLOGIJA 3D ŠTAMPE

3D štampa predstavlja jednu od aditivnih tehnologija, koja je sve više prisutna u industriji ali i svakodnevnom životu ljudi. Ova tehnologija se veoma često upotrebljava za

izradu proizvoda korišćenjem FDM (*engl.* Fused Deposition Modeling) ili FFF (*engl.* Fused Filament Fabrication) tehnologije. FDM predstavlja aditivnu proizvodnu tehnologiju koja se koristi u procesu brze izrade prototipova i za proizvodnju pojedinačnih delova, i proizvodnju u veoma malim serijama [2, 3]. Ova tehnologija je zasnovana na izradi CAD modela proizvoda, njegovoj konverziji u STL fajl format, a zatim korišćenje specijalizovanog softvera za generisanje programskog G koda. Jedan od najčešćih materijala koji se koristi kod navedene tehnologije je termoplastika, koja se doprema u ekstruder, gde se topi na odgovarajućoj temperaturi i nanosi na radnu ploču u slojevima. Programski kod se koristi za upravljanje 3D štampačem, jer sadrži sve potrebne informacije o brzini dopremanja materijala, kao i o kretanju i trenutnim i zadatim temperaturama ekstrudera i radne ploče.

Međutim, da bi se dobila visoka tačnost dimenzija i zadovoljavajući kvalitet površine proizvoda, veoma je važno pre generisanja programskog koda, analizirati i podesiti odgovarajuće parametre procesa 3D štampe. Naravno, parametri procesa značajno utiču i na vreme izrade proizvoda.

Materijal predstavlja veoma važnu komponentu u procesu 3D štampe, a PLA i ABS su najčešće korišćene termoplastike. Ovi materijali se obično isporučuju u obliku žice i mogu biti različitih prečnika, u zavisnosti od tehničkih karakteristika 3D štampača. Od vrste materijala i prečnika

brizgaljke ekstrudera, zavisi visina sloja koji se nanosi prilikom 3D štampe, i potrebne temperature ekstrudera i radne ploče. Temperatura ekstrudera je važan parametar jer je to zapravo temperatura topljenja materijala, dok od podešene temperature radne ploče zavisi kvalitet prvih slojeva, a time i tačnost geometrije i dimenzije proizvoda. U slučaju da temperatura ekstrudera nije adekvatno podešena, može doći do zaglavlivanja materijala/žice u ekstruderu, što ima za posledicu nanošenje slojeva koji ne odgovaraju zadatoj geometriji proizvoda. Sa druge strane, zbog niske temperature radne ploče može doći do odvajanja prvih slojeva od iste i nemogućnost nastavka štampanja. Previsoka temperatura radne ploče može dovesti do topljenja prvih slojeva proizvoda, što naravno utiče na tačnost geometrije i dimenzije finalnog proizvoda, međutim većina proizvođača 3D štampača softverski i hardverski ograničava maksimalnu temperaturu. Pored odabira optimalne temperature radne ploče, može se koristiti i tanak sloj lepka, adhezioni papir i dr. Optimalni opseg temperatura za termoplastiku je za ekstruder 200-230 °C, a za radnu ploču 50-60 °C, u zavisnosti od konkretnog materijala i konstrukcije 3D štampača.

Pored materijala od kog je izrađen proizvod, njegove mehaničke karakteristike zavise i od procenta ispunjenosti (gustina). Na primer, ako se tehnologija 3D štampe koristi za izradu prototipa na kome će se vršiti analiza geometrije proizvoda, procenat popunjenosti je manji od 100% (na primer, 30%), čime se može značajno smanjiti vreme izrade i utrošak materijala. To ne znači da se određeni broj slojeva ne nanosi, već da je gustina materijala u jednom sloju manja. Procenat popunjenosti ne utiče na finalni izgled proizvoda, jer specijalizovani softver generiše G kod tako da geometrija proizvoda ne bude izmenjena, ali da popunjenost bude u skladu sa zadatim podešavanjima. Pored toga, zbog prirode samog materijala koji je u trenutku nanošenja u tečnom stanju, i geometrije proizvoda, nije moguće obrazovati odmah čvrste slojeve. Ovaj problem je prisutan kod proizvoda koji imaju viseće delove, pa se zbog toga, prilikom izrade, dodaju noseće strukture. Njihov zadatak je da obezbede odgovarajuću podlogu za delove koji se, u toku izrade, mogu deformisati zbog sporog hlađenja nanosenih slojeva. Procenat ispunjenosti, odnosno gustina, nosećih struktura je manja u odnosu na gustinu proizvoda jer je, nakon završetka izrade, potrebno istu ukloniti mehaničkim putem ili pomoću odgovarajućih rastvarača [4]. Ovakav princip se koristi i kod kreiranja adhezionih slojeva, koji se nanosi između proizvoda i radne ploče, kako bi se obezbedilo bolje prijanjanje i kasnije bolje odvajanje finalnog proizvoda od radne ploče. Ovaj sloj se, takođe, nakon izrade proizvoda, uklanja.

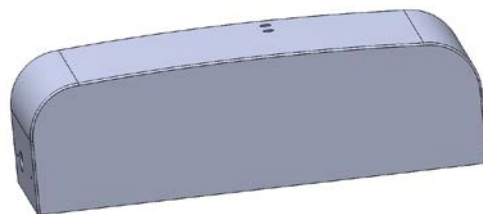
Na tačnost i izgled finalnog proizvoda, i kvalitet površina, značajan uticaj imaju hlađenje i retrakcija. Hlađenje je obavezni deo procesa 3D štampe, jer je trenutni sloj potrebno delimično ohladiti, kako bi se naneo sledeći sloj. Međutim, intenzitet hlađenja treba biti podešen tako da se sloj ne ohladi premalo, jer će doći do nepravilnog sjedinjenja dva sloja, ali ni previše, jer sledeći sloj neće moći adekvatno da se spoji sa prethodnim, što ima za posledicu odvajanje, odnosno „raslojavanje” proizvoda po slojevima koje se manifestuje pojavom pukotina. Retrakcija služi da se tokom štampe materijal povlači kada ekstruder menja poziciju a ne nanosi materijal. Na ovaj način se poboljšava kvalitet površine sprečavanjem pojave sitnih „zrna” na površini, kao i pojava

tankih niti materijala kroz proizvod, kao posledice curenja dela materijala.

Još jedan od važnih parametara procesa 3D štampe je i brzina. Međutim, brzinu štampe treba razlikovati od brzine kretanja ekstrudera, kada se ne vrši nanošenje materijala. Kvalitet površine, ivica, tačnost geometrije i vreme izrade veoma zavise od brzine štampe. Sa druge strane, složenost geometrije proizvoda utiče na brzinu štampe, kako bi se dobio optimalna tačnost i kvalitet. Obično je brzina štampe manja kod prvog i poslednjeg sloja, kako bi se postigla odgovarajući kvalitet površine. Pored navedenih, postoji još niz drugih parametara koji utiču na postizanje tačnosti geometrije i određenog kvaliteta površine, ali i potrošnji materijala, dodavanju nosećih struktura, brzini, vremenu izrade, i dr., a jedan od njih je i orijentacija proizvoda u toku procesa 3D štampe.

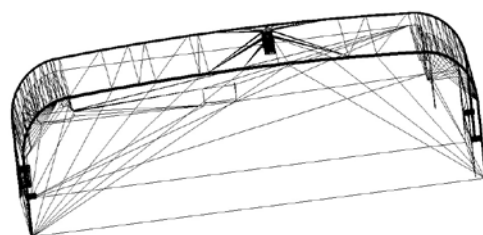
3. IZRADA 3D MODELA PROIZVODA

Proizvod – kućište je sastavljen od dva dela, donji deo i poklopac. U daljem radu, prikazan je postupak izrade poklopca kućišta. S obzirom na potrebu za izradom prototipa proizvoda, najpre je izvršena detaljna analiza varijantnih rešenja, kako bi se došlo do optimalnog rešenja izgleda proizvoda – poklopca kućišta. Nakon odabira optimalnog rešenja, 3D virtuelni model proizvoda je izrađen upotrebom softverskog paketa SolidWorks (Slika 1). Ovaj softverski paket je pouzdani alat u procesima razvoja proizvoda, tehnologije, izrade tehničkih uputstava, simulacijama, proračunima i komunikaciji sa kupcima i dobavljačima. Za potrebe izrade 3D modela, poseduje napredne alate za definisanje složene geometrije i površina, kao i velikih sklopova. Pored mogućnosti izrade zapreminski virtuelnih 3D modela, omogućava i izradu radioničke i sklopne dokumentacije sa pratećim specifikacijama neophodnim za proizvodnju, nabavku i proračun cene koštanja. [3, 5].



Slika 1. 3D model poklopca kućišta.

S obzirom da je za 3D štampu neophodno konvertovati izrađeni model u STL fajl format, upotrebom istog softvera je izvršena navedena konverzija (Slika 2). Ovaj fajl format aproksimira površinu modela tako što povezuje tri najbliže nekolinearne tačke modela u veoma male trouglove. Međutim, u slučaju da model poseduje izrazito zakrivljene površine, broj trouglova koji je potreban za opisivanje i definisanje modela, se uvećava [2].



Slika 2. Konverzija zapreminskog modela u STL fajl format.

4. ODREĐIVANJE OPTIMALNE ORIJENTACIJE

Orijentacija modela u radnom prostoru 3D štampača se vrši pre generisanja G koda, korišćenjem specijalizovanog softvera. Ovo je veoma važan korak, jer zbog samo postupka nanošenja slojeva, dolazi do efekta stepenica, naročito kod zakrivljenih površina. To ima veliki uticaj na tačnost geometrije i kvalitet površine, jer se zbog proračuna broja slojeva vrši aproksimacija veličine poprečnog preseka (Slika 3). Pored toga, u zavisnosti od orijentacije modela, kreira se odgovarajuća noseća struktura, što može imati uticaj na potrošnju materijala i ukupno vreme izrade proizvoda.

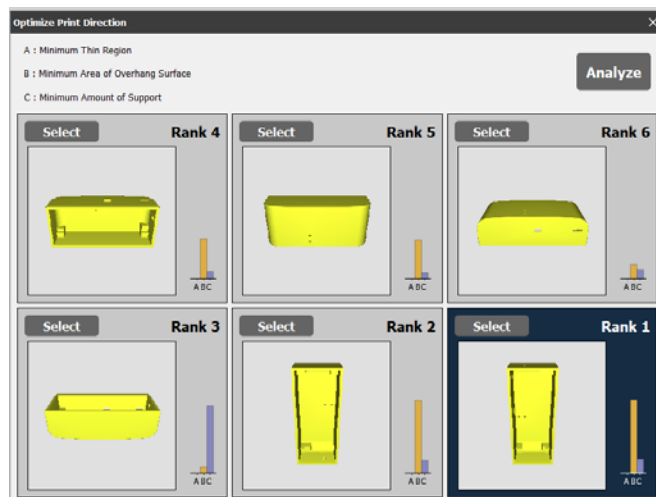
Na primeru izrade poklopca kućišta tehnologijom 3D štampe, prikazana je važnost određivanja optimalne orijentacije modela. Nakon što je izrađen virtuelni 3D model proizvoda i konvertovan u STL fajl format, učitao je u specijalizovan softver 3D WOX, kako bi se generisao G kod. Međutim, pre toga, bilo je potrebno orijentisati model. Ovaj softver poseduje mogućnost analize i predloga 6 mogućih orijentacija modela, sa njihovim rangiranjem na osnovu tri parametra [6] (Slika 3):

1. minimalni broj regiona visine manje od prečnika mlaznice – kod ovih regiona, moguća su odstupanja u odnosu na zadate dimenzije ili oblike,

2. minimalna oblast „visećih površina” – što je manje visećih delova, bolji je kvalitet površine proizvoda,

3. minimalna noseća struktura – tamo gde postoje viseći delovi, potrebna je noseća struktura, kako bi se naneo materijal, što utiče na kvalitet i ukupno vreme izrade proizvoda.

Međutim, iako je softver predložio rešenje obeleženo plavom bojom, ovaj predlog nije usvojen zbog visoke vrednosti parametra broj 2.



Slika 3. Analiza i rangiranje mogućih orijentacija modela.

Predlog broj dva nije usvojen iz istog razloga, dok je kod predloga tri bila potrebna velika noseća struktura i upitan je kvalitet površine. Predlog broj četiri i pet su veoma slični, dok predlog broj šest pokazuje najmanje vrednosti sva tri parametra.

U cilju analize uticaja orijentacije modela na kvalitet površine, vreme izrade i potrošnju materijala, izrađeni su

proizvodi prema orijentaciji broj 6 i 4 na 3D štampaču Sindoh DP200.

U prvom slučaju (orijentacija broj 6), vreme izrade poklopca je bilo 2 sata i 7 minuta, utrošen je materijal termoplastika PLA od 10,67 metra, mase 31,8 grama. Poklopac je izrađen u 67 slojeva. Finalni proizvod je prikazan na slici 4. Gornja površina poklopca je prikazana na slici 5, gde se jasno uočava loš kvalitet površine. Na slici 6 je prikazan proizvod u pogledu sa strane, gde se vidi da gornja površina poklopca nema sferni oblik, već se javlja efekat stepenica, kao posledica aproksimacije prilikom kreiranja slojeva. Iako su ostale površine zadovoljavajućeg kvaliteta i nije prisutno raslojavanje, ukupni kvalitet izrade proizvoda nije zadovoljavajući.



Slika 4. Finalni proizvod poklopca kućišta – orijentacija broj 6



Slika 5. Gornja površina poklopca kućišta – orijentacija broj 6



Slika 6. Efekat stepenica na gornjoj površini poklopca kućišta - orijentacija broj 6

U drugom slučaju (orijentacija broj 4), vreme izrade poklopca je bilo 1 sat i 57 minuta, utrošen je materijal termoplastika PLA od 10,71 metra, mase 31,9 grama. Poklopac je izrađen u 94 sloja. Finalni proizvod je prikazan na slici 7. Gornja površina poklopca je prikazan na slici 8, gde može videti zadovoljavajući kvalitet gornje površine. Na slici 9 je prikazan proizvod u pogledu sa strane, gde se vidi da gornja površina poklopca ima sferni oblik, odnosno da ne postoji efekat stepenica kao u prvom slučaju. Ostale površine su zadovoljavajućeg kvaliteta i nije prisutno raslojavanje, pa se može zaključiti da je ukupni kvalitet izrade proizvoda zadovoljavajući.



Slika 7. Finalni proizvod poklopca kućišta – orijentacija broj 4



Slika 8. Gornja površina poklopca kućišta – orijentacija broj 4



Slika 9. Gornja površina poklopca je sferna i nije prisutan efekat stepenica - orijentacija broj 4

5. ZAKLJUČAK

3D štampa je aditivna tehnologija koja omogućava relativno brzu i jeftinu izradu prototipova i pojedinačnih delova od termoplastike. Međutim, za tehnologiju 3D štampe se mogu koristiti i drugi materijali, što omogućava širok spektar njene upotrebe u razvoju proizvoda. Iako ova tehnologija poseduje brojne prednosti u odnosu na druge metode izrade proizvoda, ima i svoja ograničenja koja značajno mogu uticati na kvalitet i izgled finalnog proizvoda.

U ovom radu je prikazano određivanje optimalne orijentacije modela za tehnologiju 3D štampe na primeru

poklopca kućišta. Za potrebe analize uticaja orijentacije modela na kvalitet površine, vreme izrade i potrošnju materijala, izvršena je analiza pomoću specijalizovanog softvera i dobijeno je šest predloga. Izabrane su dve orijentacije modela i izrađeni su proizvodi na 3D štampaču. Obe orijentacije su zahtevale noseću strukturu i adhezioni sloj. Vremena izrade proizvoda se razlikuju za 10 minuta u korist druge orijentacije modela, dok postoji zanemarljivo mala razlika u potrošnji materijala. Kod oba proizvoda raslojavanje nije uočeno. Međutim, kvalitet gornje površine se značajno razlikuje. Naime, gornja površina ima efekat stepenica koji značajno utiče na tačnost geometrije. Kod drugog proizvoda, taj efekat nije prisutan već su kvalitet te površine i tačnost geometrija potpuno zadovoljavajući. Dakle, može se zaključiti da orijentacija u prvom slučaju nije odgovarajuća, što je dovelo do toga da kvalitet površine nije zadovoljavajući, a time i ukupan kvalitet i tačnost geometrije finalnog proizvoda. Pored toga, vreme izrade je duže nego u drugom slučaju. Iako postoji značajno povećanje potrošnje materijala u slučaju druge orijentacije, svakako je najvažniji parametar kvalitet izrade i tačnost geometrije, stoga se može zaključiti da je druga orijentacija modela optimalno rešenje.

LITERATURA

- [1] M. Ristić, "Tehnološka ograničenja brzih proizvodnih tehnologija", IMK-14, Vol.1 2011, pp 25-32.
- [2] M. Ristić, M. Pavlović, Ž. Simić, "Izrada cilindričnog kliznog ležaja tehnologijom 3D štampe", Zbornik radova Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu, VTŠ Niš, 2015. god., str. 56-59.
- [3] M. Pavlović, M. Ristić, N. Kostić, "Izrada nosača tehnologijom 3D štampe", Zbornik radova Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, 2019. god., str. 57-60.
- [4] M. Trajanović, N. Grujović, J. Milovanović, V. Milivojević, Računarski podržane brze proizvodne tehnologije, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2008.
- [5] <https://solfins.com/3DT/solidworks/desktop/3D-CAD>, pri-stupljeno 20.11.2020. godine
- [6] 3DWOX Desktop Manual, 3d printer.sindoh.com

CNC MAŠINA ZA PROBIJANJE LIMA TRUMATIC 5000R – TRUMPF CNC SHEET PUNCHING MACHINE TRUMATIC 5000R – TRUMPF

dr Nebojša Dimitrijević, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje,
Filipa Filipovića 20, Vranje.

Sadržaj – U ovom radu razmatra se princip rada i metode obrade mašine za probijanje lima TRUMATIC 5000R nemačkog proizvođača TRUMPF. Probijanje kao koncept poznato je već vekovima. Pojavom CNC upravljanih mašina za probijanje omogućen je fleksibilan rad u preduzećima koja se bave preradom lima. Mašine za probijanje danas nude upotrebu širokog spektra veoma inovativnih alata koji omogućavaju obrade koje nisu moguće kod mašina za lasersko sečenje ili sporijih obrada kao što je water-jet ili sečenje plazmom. Rezanje navoja, obrade deformacijom, izvlačenja žaluzina ili kragi za navoje, izrada ojačanja, skidanje oštih ivica... samo su neke od mogućnosti ovih mašina.

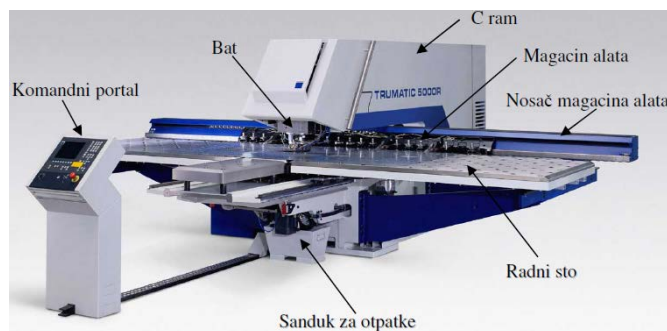
Ključne reči: CNC mašina, probijanje, metode obrade.

Abstract – In this paper are considered the working principle and processing methods of the TRUMATIC 5000R sheet metal punching machine from the German manufacturer TRUMPF. Punching as a concept has been known for centuries. The advent of CNC-controlled punching machines has enabled flexible operation in sheet metal processing companies. Punching machines today offer the use of a wide range of highly innovative tools that enable machining that is not possible with laser cutting machines or slower machining such as water-jet or plasma cutting. Thread cutting, deformation processing, extracting of blinds or thread collars, making reinforcements, removing sharp edges ... are just some of the possibilities of these machines.

Key words: CNC machine, punching, machining methods.

1. OPIS MAŠINE

Mašina za probijanje lima TRUMATIC 5000R Nemačkog proizvođača TRUMPF prikazana je na slici 1. Osnovni delovi mašine su: bat, C ram, magacin alata, nosač magacina alata, radni sto, sanduk za otpatke i komandni portal.



Slika 1. Mašina za probijanje lima TRUMATIC 5000R.

2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MAŠINE

U Tabeli 1 prikazane su tehničke karakteristike mašine za probijanje lima TRUMATIC 5000R.

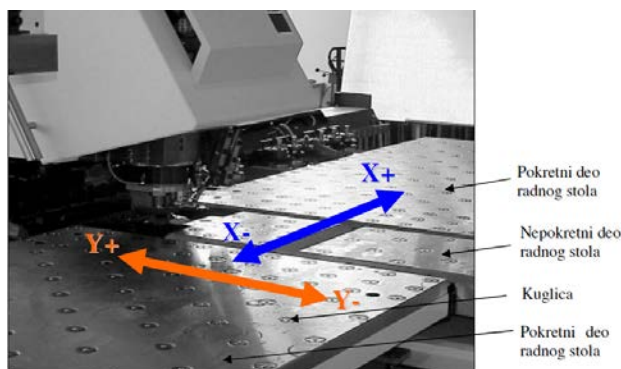
3. RADNI STO MAŠINE

Na slici 2 prikazan je radni sto mašine.

Radni sto se sastoji od nepokretnog (centralnog) dela, koji se nalazi u području bata, i dva pokretna dela. Na radnom stolu se nalaze kuglice koje omogućavaju da tabla lima klizi po njima. Naime, bat u kome se nalazi nosač alata je nepokretan, tako da se tabla lima kreće. Tabla lima je stegnuta pomoću dve hvataljke koje se nalaze u uzdužnom magacinu alata. Duž X pravca tabla lima se kreće tako što se kreće magacin alata duž vođica na nosaču magacina alata, a samim tim i hvataljke koje drže tablu lima i koje su smeštene na magacinu alata, pri tome se radni sto ne kreće. Duž Y pravca tabla lima se kreće tako što se kreće nosač magacina alata ali se pri tome kreću i dva pokretna dela radnog stola. Kao opcija postoje radni stolovi sa četkicama umesto kuglica. Ovakvi radni stolovi se koriste kod probijanja tanjih limova a četkice sprečavaju oštećenje lima sa donje strane, [1].

Tabela 1. Tehničke karakteristike mašine.

Tip mašine	TC 5000R
Radni opseg	2500 x 1250 mm
Maksimalna debljina lima	8 mm
Maksimalna sila probijanja	220 kN
Maksimalna broj udaraca	1200 udarca / min
Maksimalna veličina radnog komada za automatsko izbacivanje	500 x 500 mm
Broj hvataljki	2
Maksimalan broj alata u magacinu	18

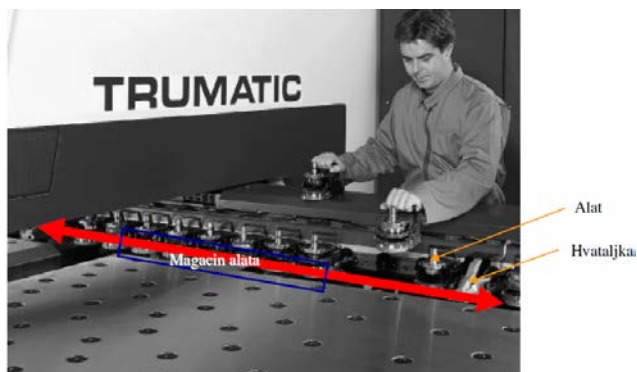


Slika 2. Radni sto mašine.

4. MAGACIN ALATA

Na slici 3 prikazan je magacin alata. U magacinu alata postoji dvadeset mesta, dva su rezervisana za hvataljke, slika 4, koje drže tablu lima, tako da se maksimalno osamnaest alata može postaviti u magacinu.

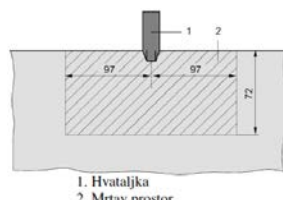
Postoji mogućnost da se postave tri hvataljke u magacinu, ovo je opcija na mašini, u tom slučaju se maksimalno sedamnaest alata može postaviti.



Slika 3. Magacin alata.



Slika 4. Hvataljke.



Slika 5. Mrtav prostor.

U području oko hvataljki postoji mrtav prostor, prikazan na slici 5, dimenzija 72 x 194 mm u kome je nemoguće izvršiti obrade na tabli lima. S obzirom na veličinu bata u kome se nalazi nosač alata koji izvodi obrade na tabli lima, nemoguće je obraditi deo table lima u području oko hvataljki. Ovaj problem se prevazilazi prilikom programiranja tako što se skidač spusti u donji položaj i pritisne tablu lima a hvataljke se pomere na novu poziciju čime se omogućava obrada mrtvog prostora prethodnog položaja hvataljki. Kao opcija na mašini postoje dva cilindra sa klipovima koji mogu pritisnuti tablu lima i time omogućiti pomeranje hvataljki na novu poziciju, [2].

5. NOSAČ ALATA

Nosač alata je prikazan na slici 6. Sastoji se od nosača probojca i skidača, koji se nalazi u gornjem delu bata, i nosača matrice, koji se nalazi u donjem delu bata.

Tabla lima se kreće između gornjeg i donjeg dela bata. Uloga skidača je da nakon probijanja i povratka probojca u gornji položaj sprečava da se lim podiže naviše sa probojcem.

Nosač alata se može rotirati u batu čime se omogućava rotiranje alata a time izrada oblika na tabli lima koji su pod nekim uglom u odnosu na osnovni položaj alata.



Slika 6. Nosač alata.



Slika 7. Alatni sistem.

Na slici 7 je prikazan alatni sistem koji se sastoji od: 1. probojca, 2. prstena za centriranje, 3. skidača, 4. matrice, 5. držača matrice, i 6. kasete za alat.

Prsten za centriranje služi da centrira položaj probojca u kaseti za alat ali i u gornjem delu bata.

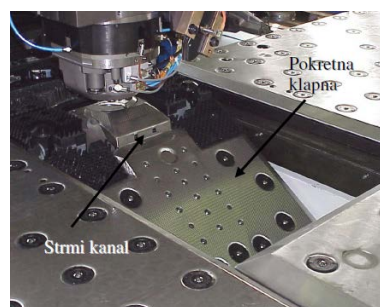
Držač matrice služi da centrira položaj matrice u kaseti za alat ali i u donjem delu bata, [3].

6. UKLANJANJE GOTOVIH DELOVA

Mogućnosti uklanjanja gotovih delova su sledeće: pomoću fiksiranog strmog kanala, pomoću pokretne klapne, propadanjem kroz osnovu matrice, ručno uklanjanje, i kreiranjem mikro-spojeva.

Pomoću fiksiranog strmog kanala, slika 8, koji se nalazi odmah ispred donjeg dela bata, mogu se ukloniti delovi maksimalnih dimenzija 80 x 50 mm.

Delovi maksimalnih dimenzija 500 x 500 mm se mogu ukloniti pomoću pokretne klapne, slika 8, koja se otvara i omogućava propadanje gotovog dela u sanduk koji se nalazi ispod radnog stola. Po propadanju dela klapna se zatvara, to jest vraća u gornji položaj. Sa strane postoji senzori koji registruju da li je deo propao, kako bi se zaustavila mašina u slučaju da se prilikom propadanja deo zaglavi.



Slika 8. Uklanjanje delova.

Delovi koji se dobijaju presecanjem, čiji je oblik određen oblikom probojca, uklanjaju se propadanjem kroz otvor na matrici.

Za delove dimenzija većih od 500 x 500 mm postoji mogućnost ručnog uklanjanja sa radnog stola.

U toku programiranja moguće je ostvariti još jedan vid uklanjanja a to je pomoću mikro-spojeva.

Naime, delovi se ne rasecaju u potpunosti već se ostavljaju vrlo tanki mostovi između njih, tako da se tek naknadno jednostavnim lomljenjem delovi izdvajaju.

7. DIMENZIJE PROBOJACA, MATRICA I SKIDAČA

U Tabeli 2 date su maksimalne dimenzije probojca, standardnih i ojačanih, a za slučaj okruglih i kvadratnih probojca. Iz tabele se može zaključiti da je maksimalna dimenzija delova koji se mogu ukloniti propadanje kroz otvor na matrici Ø 76,2 mm.

Tabela 2. Maksimalne dimenzije probojca.

Oblik probojca	Standardni probojac	Ojačani probojac
Okrugli $d_{\max}$ (mm)	76,2	42
Kvadratni $a_{\max}$ (mm)	50,8	30

Na slici 9 je grafički prikazana veza između dimenzija probojca i matrice. Značenje oznaka na slici 9 je sledeće: D_1 – dimenzija probojca, D_2 – dimenzija matrice, S – debljina materijala i S_p – zazor.

Prema slici 9, dimenzija matrice se određuje na osnovu dimenzije probojca prema sledećoj formuli:

$$D_2 = D_1 + 0,2 S . \quad (1)$$

Ukoliko je poznata dimenzija matrice, tada se dimenzija probojca određuje prema formuli:

$$D_1 = D_2 - 0,2 S . \quad (2)$$

Dimenzija skidača se određuje na osnovu sledeće formule:

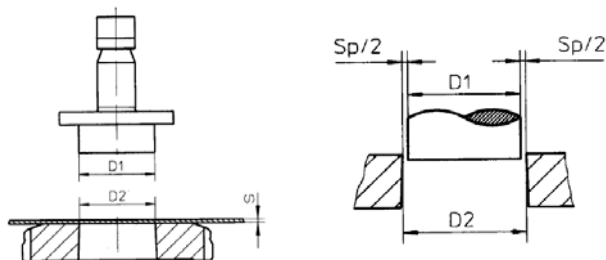
$$D_s = D_1 + 1[mm] . \quad (3)$$

Naime, dimenzija skidača se dobija tako što se dimenzija probojca uveća za 1 mm.

Dimenzija matrice je veća od dimenzije probojca za veličinu zazora koji je jednak:

$$S_p = 0,2 S . \quad (4)$$

Veličina ovog zazora je prilično velika, ali to je opravdano s obzirom na veliku brzinu mašine u toku rada.



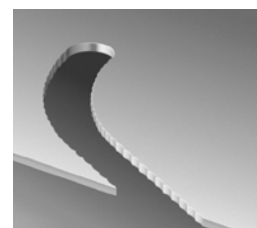
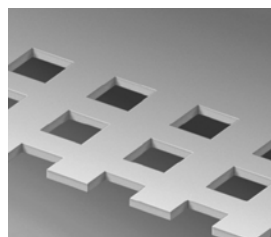
Slika 9. Dimenzije probojca i matrice.

8. METODE OBRADE

Na CNC mašini za probijanje TRUMATIC 5000R moguće je ostvariti sledeće vrste obrade: probijanje, niblovanje, isecanje, oblikovanje, signiranje, izvlačenje, izrada navoja, izrada žaluzina, rebrenje, rolovanje, frezenkovanje i šlicanje.

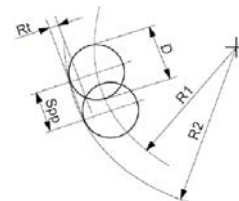
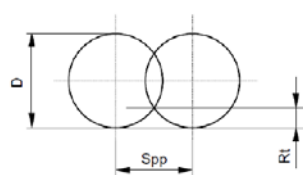
Na slici 10 prikazana je obrada probijanjem. Kod ove vrste obrade željeni oblik se na tabli lima dobija jednim udarcem probojca. Na slici 10 su prikazani kvadratni otvori koji su dobijeni jednim udarcem kvadratnog probojca.

U slučaju kontura složenog ili nepravilnog oblika, primenjuje se obrada niblovanjem, ili takozvano „grickanje“, slika 11. Naime, kontura se dobija tako što se izvrše više uzastopnih udaraca probojcem duž konture. U ovom slučaju se ne dobija glatka kontura, već se javlja i hrapavost na konturi. Na slici 11 je prikazano obrada niblovanja okruglim probojcem, pri čemu spoljašnja ivica probojca tangira ivicu konture.



Slika 10. Obrada probijanje. **Slika 11.** Obrada niblovanje.

Postoje dve mogućnosti: pravolinijsko niblovanje (slika 12) i kružno niblovanje (slika 13). Značenje oznaka na slikama 12 i 13 su sledeća: D – prečnik probojca, S_{pp} – pomak, R_t – mera hrapavosti, R_1 – srednji prečnik niblovanja, R_2 – spoljašnji prečnik niblovanja, [4].

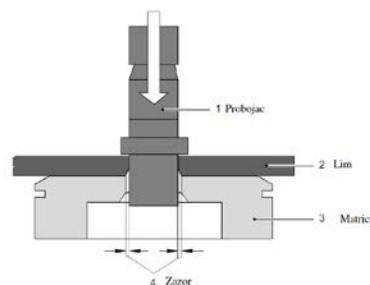


Slika 12. Pravolinijsko niblovanje.

Slika 13. Kružno niblovanje.

9. PROCES PROBIJANJA

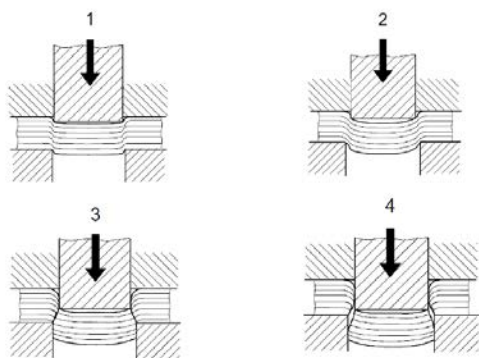
Na slici 14 je prikazan proces probijanje. Spuštanjem probojca u donji položaj ostvaruje se proces probijanja, pri čemu se na tabli lima izrađuje otvor koji odgovara dimenzijama probojca. Nakon izvršenog probijanja probojac se vraća u svoj gornji položaj, omogućavajući tabli lima da se pomeri u novi položaj za probijanje.



Slika 14. Proces probijanja.

Faze probijanja su prikazane na slici 15.

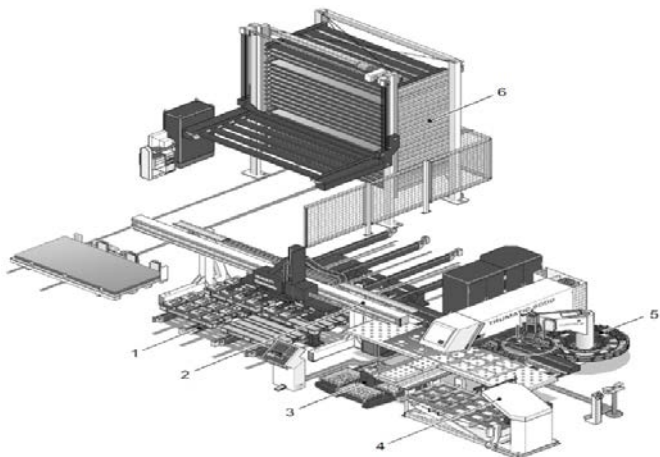
Postoje četiri faze probijanja i to su: 1. deformisanje lima, 2. sečenje, 3. odsecanje i 4. probijanje, [5].



Slika 15. Faze probijanja.

10. AUTOMATIZACIJA

Na slici 16 je prikazana automatizacija mašine za probijanje lima TC 5000R.



Slika 16. Automatizacija.

Uređaji na slici 16 su sledeći: 1. jedinica za sortiranje, 2. jedinica za nalaganje/uklanjanje, 3. jedinica za sortiranje malih komada, 4. jedinica za uklanjanje otpadne mreže, 5. dodatni magacin alata i 6. magacin materijala.

Pomoću dodatnih uređaja moguće je ostvariti potpuno automatizovan rad mašine za probijanjem, bez potrebe za radom operatera na mašini. Tabla lima se iz magacina doprema do jedinice za nalaganje koja je postavlja na radni sto mašine.

Nakon izvršenog probijanja i dobijanja gotovih delova, pomoću jedinice za uklanjanje delovi se skidaju sa radnog stola na jedinicu za sortiranje. Sitni delovi se skladište u sanduke na jedinici za sortiranje malih komada. Pomoću jedinice za uklanjanje otpadne mreže ista se skida sa radnog stola mašine. Dodatni magacin alata omogućava postavljanje dodatnih alata u odnosu na maksimalnih 18 alata koji mogu da se postave u linearnom magacinu alata.

11. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je opis rada mašine za probijanje lima TRUMATIC 5000R. Definisan je potupak određivanja dimenzija probojca, matrice i skidača. Razmotrene su metode obrada koje se mogu ostvariti na ovoj CNC mašini. Prikazan je proces probijanja u fazama. Prezentovana je mogućnost potpune automatizacije mašine za probijanje. Na osnovu svega iznetog može se zaključiti da mašina za probijanje lima TRUMATIC 5000R može ubrzati proces izrade delova, s obzirom na njene tehničke karakteristike, bez potrebe za izradom skupocenih presačkih alata i time smanjiti proizvodne troškove. Takođe, upotrebom ove CNC mašine može se ostvariti razvoj novih proizvoda u vrlo kratkom roku.

LITERATURA

- [1] *Fundamentals TC 5000R*, Workbook, Dept. of Trumpf, 1999.
- [2] N. Dimitrijević, D. Nikolić, N. Janjić, Programiranje CNC mašine za probijanje lima TRUMPF –TRUMATIC 5000R, XXXIII Majski skup Održavalaca sredstava za rad Srbije, Maj 28–29, Vrnjačka Banja, Srbija, Zbornik radova, 2010, CD rom
- [3] D. Nikolić, N. Janjić, N. Dimitrijević, *Industrijske mašine u mašinskom inženjerstvu*, Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje, 2011.
- [4] *Technology of punching, nibbling, forming*, Workbook, Dept. of Trumpf, 1999.
- [5] *Drawing and nesting*, Workbook, Dept. of Trumpf, 1999.

MATEMATIČKI MODEL PREDIKCIJE POČETKA RASLOJAVANJA GUMENIH TRANSPORTNIH TRAKA

MATHEMATICAL MODELING OF THE BEGINNING OF DELAMINATION AT RUBBER CONVEYOR BELTS

Biljana Milutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Petar Đekić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Mladen Tomić, *Fakultet tehničkih nauka Novi Sad*

Sadržaj – U današnje vreme transportna traka je nezamenjiv deo u gotovo svim oblastima lake i teške industrije. Kvalitetan i pouzdan transporter omogućava kontinuirani rad transportnog sistema i povećava efikasnost celokupnog proizvodnog procesa. Gumene transportne trake mogu sadržati čelično jezgro (čelične sajle) ili više slojeva gume i platna (karkas). Jedna od najčešćih uzroka otkaza i glavni problem pri korišćenju i održavanju gumenih transportnih traka sa karkasom je raslojavanje. U ovom radu je predstavljen matematički model za predviđanje vremena do početka nastanka raslojavanja. Model je razvijen na osnovu podataka iz eksploatacije transportnih traka. Razvijeni model kao ulazne parametre koristi dužinu transportne trake i broj slojeva.

Cljučne reči: gumene transportne trake, raslojavanje, predikcija, matematički model.

Abstract - Nowadays, conveyor belt has become an irreplaceable part in almost all areas in both light and heavy industry. Qualitative and reliable conveyor allows continuous operation of the conveyor system and increases the efficiency of the entire production process. Rubber conveyor belts may contain a steel core (steel cables) or multiple layers of rubber and canvas (carcass). One of the most common causes of failure and main issues in the use and maintenance of rubber conveyor belts with carcass is delamination. In this paper mathematical model for prediction of time until delamination begins was presented. Model was developed based on the exploitation data. Developed model as input parameters uses the length of the conveyor belt and the number of layers.

Key words: rubber conveyor belt, delamination, prediction, mathematical modeling.

1. UVOD

Transport sirovina i proizvoda je važan deo proizvodnog procesa koji troši značajan deo ukupno potrošene energije. Trakasti transporter su najznačajniji deo sistema unutrašnjeg transporta proizvodnih sistema zbog njihove visoke efikasnosti [1]. Trakasti transporter su postali nezamenjiv deo u gotovo svim oblastima i u lakoj i u teškoj industriji (proizvodnja cementna, cigle, koksa, livnice, hemijska industrija, rudnici, kamenolomi, fabrike stakla, šećera, solane, silosi, postrojenja za reciklažu otpada, itd.) i gotovo je nemoguće zamisliti proizvodni proces bez njih. Kvalitetni i pouzdani trakasti transporter omogućuju kontinuirani rad transportnog sistema i povećavaju efikasnost celokupnog proizvodnog procesa. Konstrukcija transportne trake određena je prema vrsti pogonske jedinice i zahtevima koje nameću svojstva i količina materijala koji se transportuje. Prilikom konstrukcije i izbora trakastih transportera postoji niz parametara koje treba uzeti u obzir [2]:

- odgovarajuća zatezna čvrstoća i modul elastičnosti koji omogućava prenos snage i transport materijala,
- malo izduženje pri radnim naponima,

- dobra nosivost i dovoljna širina za transport tereta,
- fleksibilnost, u oba smera, za savijanje oko remenica i poprečno, za zadovoljavajući ugib,
- stabilnost dimenzija pri radu i nisko trajno izduženje,
- dobro prijanjanje između slojeva kako bi se izbeglo raslojavanje,
- dobra otpornost na kidanje,
- dobra sposobnost spajanja na krajevima (mehanička ili hemijska).

Zahtevi za transport rasutog materijala i dalje se povećavaju u smislu prevoza sve veće težine na veće udaljenosti i raznovrsnije rute. Da bi se zadovoljili sve veći zahtevi, potreban je značajan tehnološki napredak na polju konstrukcije sistema, analize i numeričke simulacije. Primena tradicionalnih komponenta u netradicionalnim primenama koje zahtevaju horizontalne krivine i međupogone su promenile i proširile mogućnosti trakastih transportera [3]. U literaturi se mogu naći razna istraživanja koja koriste numeričke metode za ispitivanje uticaja različitih faktora koji utiču na životni vek transportnih traka, a takođe i na pouzdanost i dostupnost transportnih traka. Različiti autori [4] ispitivali su čvrstoću

prijanjanja između gumenih slojeva i tkanine (najlon 66 i poliestere-najlon 66) i gumenih slojeva transportne trake otporne na toplotu na bazi SBR i hlorobutil gume. Komander i ostali [5] razvili su novu metodu za određivanje kritične energije i metodu određivanja prosečne energije udara uzimajući u obzir odabrani opseg oštećenja pojasa, koji pouzdanije karakterišu njihovu otpornost na udar. Drugi autori [6] izveli su eksperimente u cilju utvrđivanja dinamičkih svojstava materijala transportera. Barburški [7] je ispitivao uticaj strukture tkanine na mehanička svojstva trakastog transportera. Takođe, neki autori [1] su razvili model baziran na optimizaciji u cilju poboljšanja efikasnosti trakastih transportera na operativnom nivou. Takođe, izvršene su analize otkaza kao pomoćni alat za identifikaciju oštećenja transportne trake. Neki autori [8] su analizirali dva tipična oblika kvara valjka i transportera na trakastom transporteru i opisali metode održavanja za sprečavanje i uklanjanje kvarova kako bi se osigurao normalan rad trakastih transportera. Drugi [9] su vršili analizu otkaza trakastih transportera izazvanih udarom materijala uz primenu računarske metrotomografije.

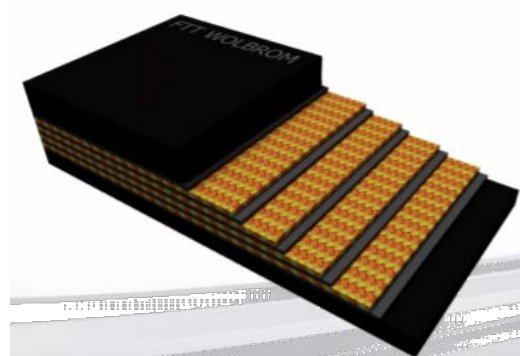
U ovom radu je predstavljen matematički model za predviđanje vremena do početka raslojavanja gumenih transportnih traka. U drugom poglavlju opisana je konstrukcija gumenih transportnih traka sa karkasom. U trećem poglavlju predstavljen je razvijeni matematički model. Model je razvijen na osnovu podataka o eksploataciji. Razvijeni model kao ulazni parametar koristi dužinu transportne trake i broj slojeva. U četvrtom poglavlju predstavljeni su rezultati istraživanja, a u petom poglavlju izvedeni su zaključci.

2. GUMENE TRANSPORTNE TRAKE SA KARKASOM

Transportne trake su najčešće korišćena oprema za neprekidni transport. Imaju visoku efikasnost i veliki transportni kapacitet, jednostavnu konstrukciju, male troškove održavanja. Mogu se koristiti za različite udaljenosti i transport različitih materijala. Široko se koriste u rudarstvu, rudnicima uglja, termoelektranama i drugim postrojenjima [8].

Trakasti transporteri su u većini slučajeva najisplativije rešenje za transport rasutih materijala na kratkim i srednjim transportnim rastojanjima. Transportna traka je ključna komponenta ovih transportera i njegove dinamičke karakteristike u velikoj meri određuju radne performanse. Širok spektar različitih materijala: komadni, rasuti materijal i sirovine (kamen, ugalj, ruda, otpad, pesak itd.) može se transportovati trakastim transporterima. Materijal se može transportovati na udaljenosti do 20 km. U trakastom transporteru, transportna traka je vučna komponenta, jer prenosi snagu i kretanje, a takođe i noseća komponenta, jer je opterećena teretom.

Trakasti transporteri su posebno unapređeni zadnjih decenija i imaju nezobilaznu ulogu u današnjim velikim sistemima neprekidnog transporta. Gumene transportne trake mogu da sadrže čelično jezgro ili više slojeva gume i platna (karkas) (slika 1), sa maksimalnom širinom transportera od 3000 mm. Karkas se sastoji od nekoliko slojeva izrađenih od sintetičkih poliamid-poliesterskih tkanina impregniranih rastvorom lateksa koji predstavlja međusloj za sprečavanje raslojavanja vulkaniziranog kompozita [7].



Slika 1. Gumena transportna traka sa karkasom.

U osnovi je to kompozitni materijal sa dva izrazito različita materijala koja su ortogonalno sastavljena za postizanje čvrstoće u jednom smeru i fleksibilnosti savijanja u drugom smeru. Brojni slojevi tkanine koriste se u konstrukciji trake [6]. Ovi slojevi su postupkom vulkanizacije vezani za slojeve gume. Materijal tkanine je sačinjen od poliamidnih vlakana koja se obično nazivaju najlon ili poliestere.

Gumene transportne trake se široko koriste u industriji za transport rasutih materijala poput uglja, koksa, gvozdene rude itd., i moraju biti visoko pouzdani. Kvalitetni i pouzdani transporter omogućava kontinuirani rad transportnog sistema i povećava efikasnost celokupnog proizvodnog procesa. Neispravnost transportnog sistema može dovesti do povećanja zastoja postrojenja, kao i troškova održavanja.

2.1. Raslojavanje gumenih transportnih traka

Otkaz sistema trakastih transportera može biti posledica različitih uzroka poput loših spojeva, raslojavanja, slabih mesta u matičnom pojasu, pogrešnog rasporeda platna, praznog hoda ili remenice itd. U većini slučajeva na životni vek sistema trakastih transportera utiče raslojavanje i habanje [9].



Slika 2. Raslojavanje transportne trake na ivici.

Raslojavanje predstavlja razdvajanje slojeva gume i karkasa ili odvajanje slojeva karkasa na ivici pojasa (slika 2). Gumeni sloj na vrhu i dnu trake deluju kao prepreka između izvora toplote i karkasa. Karkas se sastoji od slojeva tkanine (obično poliestera i najlona), međusobno povezanih tankim slojevima gume. Efikasnost traka otpornih na toplotu je najvažniji faktor koji određuje dužinu radnog veka transportne trake. Ako temperatura jezgra karkasa postane previsoka, traka će početi da se raspada. Ovaj postupak raslojavanja takođe se dešava između gumenih obloga i karkasa. Povećanje temperature jezgra karkasa za 10 °C može smanjiti životni vek trake za čak 50%. Poznavanje fizičkih, uglavnom mehaničkih svojstava gumenih transportnih traka spada u važne preduslove nesmetanog rada trakastih transportera.

3. MATEMATIČKI MODEL PREDIKCIJE POČETKA RASLOJAVANJA GUMENIH TRANSPORTNIH TRAKA

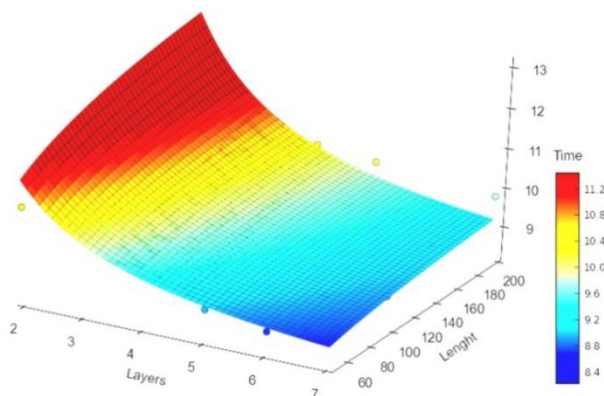
Za razvijanje matematičkog modela za predviđanje početka raslojavanja gumenih transportnih traka, korišćen je set od 84 podataka iz eksploatacije u rudarskoj industriji. Set podataka sastojao se od sledećih setova podataka iz eksploatacije transportnih traka: dužine (50, 100 i 200 m), broja slojeva transportnih traka (3 do 7 slojeva) i vremena rada (u mesecima) kada je došlo do raslojavanja. Za matematičko modeliranje mernih podataka izabrana je proizvoljna funkcija, kao što je prikazano u jednačini 1.

$$\tau_{est} = f(l, n) \quad (1)$$

gdje je l – dužina transportne trake u (m), n – broj slojeva, τ_{est} – procenjeno vreme (meseci) do početka raslojavanja. Ulazni podaci su prvo uprosečeni za svaku kategoriju (broj slojeva i dužina), a nakon uprosečenja izvršeno je fitovanje. Fitovanje je izvršeno na osnovu metode najmanjeg kvadrata i dobijena je sledeća jednačina (jednačina 2).

$$\tau = 7,33l^{0,017+0,185/n} \quad (2)$$

Vrednost srednje kvaratne devijacije R^2 iznosi 0,7 (slika 3). Relativno niska vrednost mogla bi se objasniti relativno visokom vrednošću rasejanja ulaznih podataka, koja je bila do 15% u odnosu na prosečne podatke.



Slika 3. Rezultati fitovanja.

Odstupanje rezultata dobijenih modelom utvrđeno je na osnovu poređenja između slučajno izabranih eksperimentalnih podataka i rezultata dobijene funkcije. Poređenje je pokazalo da najveća greška (ϵ) iznosi 13,30% i usvojena je kao greška modela (tabela 1).

Tabela 1. Rezultati dobijeni matematičkim modelom

n	l	τ	τ_{est}	ϵ
4	100	10.5	9.81	6.57%
3	50	11.5	9.97	13.30%
4	50	10.6	9.39	11.42%
7	100	9	9.44	4.89%
2	100	12	12.13	1.08%

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati dobijeni matematičkim modeliranjem pokazuju, prema jednačini 2, da sa povećanjem broja slojeva vreme početka raslojavanja asimptotski teži ka vrednosti prikazanoj u jednačini 3:

$$\tau = 7,33l^{0,017} \quad (3)$$

Sa druge strane, dužina transportnih traka ima daleko manji uticaj na vreme početka raslojavanja, zbog vrlo male vrednosti eksponenta, tj.

$$0,017 + \frac{0,185}{n} \ll 1 \quad (4)$$

Upoređivanjem rezultata dobijenih matematičkim modelom sa dostupnim podacima dobija se odstupanje manje od 15%, sa većinom odstupanja ispod 10%, što predstavlja zadovoljavajuću tačnost.

Razvijeni matematički model pokazuje da se vreme početka raslojavanja značajno smanjuje sa povećanjem broja slojeva, dok dužina transportne trake ima manje uticaja na vreme početka raslojavanja.

Negativni uticaj broja slojeva na životni vek transportne trake mogao bi se smanjiti jačanjem adhezije između slojeva gume i tkanine upotrebom različitih vrsta tkanina [4].

5. ZAKLJUČAK

U današnje vreme transportne trake su nezamenljivi deo svih savremenih industrijskih sistema. Kvalitetni i pouzdani transporter omogućava kontinuirani rad transportnog sistema i povećava efikasnost celokupnog proizvodnog procesa. Neispravnost transportnog sistema može dovesti do povećanja zastoja postrojenja, kao i troškova održavanja. Otkaz sistema trakastih transporterata treba tražiti u mnogim razlozima kao što su lošim spojevima, raslojavanju, slabim mesta na osnovnom spoju, pogrešnog rasporeda platna, habanja kod pogonskog i nosećeg valjka itd.

Na osnovu podataka dobijenih iz eksploatacije, razvijen je matematički model za predviđanje vremena do početka raslojavanja. Razvijeni model kao ulazne parametre koristi dužinu transportne trake i broj slojeva.

Upoređivanjem podataka dobijenih matematičkim modelom sa dostupnim podacima dobija se odstupanje manje od 15%, sa većinom odstupanja ispod 10%, što predstavlja zadovoljavajuću tačnost. Na osnovu razvijenog matematičkog modela može se zaključiti da se vreme početka raslojavanja značajno smanjuje sa povećanjem broja slojeva, dok dužina transportne trake ima manje uticaja na vreme početka raslojavanja.

Ovako razvijeni matematički model može se koristiti u upravljanju i održavanju transportnih traka.

LITERATURA

- [1] Zhang, S., Xia, X., *Modeling and energy efficiency optimization of belt conveyors*, Applied Energy, 88(9), pp. 3061–3071, 2011.
- [2] Kabziński, A., *Rubber Textile Composites. Application of Fabrics in Conveyor Belts*, Techniczne Wzrosty Włókiennicze, 1-2, pp. 59-63, 2010.
- [3] Alsapagh, M.A., 2004, *Latest Developments in Belt Conveyor Technology*, Proceedings of MINExpo 2004 Las Vegas, NV, USA September 27, 2004.

- [4] Sarkar, P.P., Ghosh, S.K., Gupta, B.R., Bhowmick, A.K., *Studies on adhesion between rubber and fabric and rubber and rubber in heat resistant conveyor belt*, International Journal of Adhesion and Adhesives 9(1), pp. 26-32, 1989.
- [5] Komander, H., Hardygóra, M., Bajda, M., Komander, G., Lewandowicz, P., *Assessment methods of conveyor belts impact resistance to the dynamic action of a concentrated load*, Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, 16(4), pp. 579–584, 2014.
- [6] You-fu, H., Qing-rui, M., *Dynamic characteristics of conveyor belts*, Journal of China University of Mining & Technology, 18, pp. 0629–0633, 2008.
- [7] Barburski, M., *Analysis of the mechanical properties of conveyor belts on the three main stages of production*, Journal of Industrial Textiles, 45(6), pp. 1322–1334, 2016.
- [8] Zhao, L., Lin, Y., *Typical failure analysis and processing of belt conveyor*, Procedia Engineering 26, pp. 942 – 946, 2011.
- [9] Fedorko, G., Molnar, V., Marasova, D., Grincova, A., Dovica, M., Zivcak, J., Toth, T., Husakova, N., *Failure analysis of belt conveyor damage caused by the falling material. Part II: Application of computer metrography*, Engineering Failure Analysis, 34, pp. 431–442, 2013.



DOPRINOS UPOTREBE DIGITALNIH SIMULACIJA GASNIH ZAKONA KONCEPTUALNOM RAZUMEVANJU TERMODINAMIKE

CONTRIBUTION OF USING GAS LAWS DIGITAL SIMULATIONS TO CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF THERMODYNAMICS

Ivana Krulj, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje*

Sadržaj - U ovom radu autor prikazuje drugačiji nastavni pristup u odnosu na tradicionalni, primenjen u cilju boljeg usvajanja konceptata termodinamike na časovima fizike. U radu su predstavljene veb simulacije u kojima je moguće demonstrirati promene u gasovima, dobiti rezultate merenja određenih veličina, i grafički predstaviti stanja i procese u kojima učestvuje idealni gas. Pored toga, delom je predstavljena analiza postignuća studenta, sa osvrtom na identifikovane alternativne koncepcije i pogrešne odgovore a u cilju stvaranja osnove za dalje unapredjenje nastavnog procesa.

Ključne reči: izoprocesi, gasni zakoni, simulacije, konceptualno razumevanje

Abstract - In this paper, the author shows different teaching approach, implemented for better adoption of concepts of Thermodynamics on Physics classes. Web simulations in which it is possible to demonstrate gas changes, get data on certain quantities measuring and graphically present states and processes of the ideal gas are also presented in the article. Besides, the analysis of the students' achievements is partially presented, with reference to identified alternative concepts and wrong answers, in order to create basis for further development of teaching process.

Key words: isoprocess, gas laws, simulations, conceptual understanding

1. UVOD

U ovom radu prikazan je nastavni pristup (u školskoj 2019/2020. godini) u proučavanju gasnih zakona koji su deo dveju nastavnih tema, Molekulska-kinetičke teorije gasova i Termodinamike, koje se proučavaju u okviru Fizike na prvoj godini osnovnih strukovnih studija na studijskim programima Mašinsko inženjerstvo, Drumski saobraćaj, Inženjerstvo nameštaja i eneterijera, Prehrambena tehnologija i Zaštita životne sredine, u Odseku-Vranje, Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija. Polazeći od raznolikosti nastavnih programa u srednjim školama, nakon kojih su studenti nastavili školovanje na Akademiji, i od rezultata analize usvojenosti osnovnih konceptata fizike na prethodnom nivou školovanja, uključujući rezultate predstavljenje u naučnoj i pedagoškoj literaturi a koja se odnosi na nove nastavne pristupe, za proučavanje gasnih zakona primenjene su aktivnosti aktivnog učenja kojima bi se postigao veći stepen usvojenosti osnovnih konceptata termodinamike ali i povećao stepen motivisanosti za učenje sadržaja fizike. Česta je pojava da studenti ne mogu pravilno da protumače veličine idealnog gasa - pritisak, zapreminu i temperaturu. Poseban problem za usvajanje znanja iz ove oblasti predstavljaju nedovoljno usvojeni koncepti mehanike. U osnovi poteškoća za razumevanje makroskopskih veličina je nerazumevanje mikroskopskih procesa u gasovima [1].

U dostupnoj literaturi se, između ostalog, navodi i to da studenti uspešnije usvajaju nove koncepte korišćenjem mate-

rijala iz različitih virtuelnih laboratorija [2]. U radu su predstavljeni digitalni apleti i simulacije procesa, korišćeni na časovima fizike, kao i detektovani rezultati u radu, alternativne koncepcije, i još uvek prisutne poteškoće u razumevanju gasnih procesa.

2. POLAZNE OSNOVE

Matematičko izvođenje jednačine stanja idealnog gasa pretpostavlja dobro poznavanje izraza za pritisak gasa i izraza za srednju kinetičku energiju molekula gasa. Postupak izvođenja izraza za pritisak uključuje znanja o impulsima i silama. Studenti su izkazali svoju procenu o visokoj složenosti matematičkog izvođenja jednačine stanja idealnog gasa, dok su izvođenje izraza gasnih zakona u izoprocesima procenili kao složeno. Istovremeno iskazan je stav o tome da je jednačina stanja idealnog gasa jednostavna za pamćenje i reprodukciju ali ne i za tumačenje odnosa veličina koje ona obuhvata.

Često su konceptualno nerazumevanje i matematičke poteškoće isprepletane i teško je napraviti jasnu distinkciju između ova dva bitna faktora čije otklanjanje doprinosi boljem razumevanju materije [3].

Vizuelizacija onih veličina i pojava koje su tokom izoprocesa nedostupne direktnom čulnom opažanju doprinose boljem razumevanju gasnih zakona, te matematički formalizam, nakon primenjene vizuelizacije, može doprineti i promeni stava o težini i složenosti objašnjenja zakona [4].

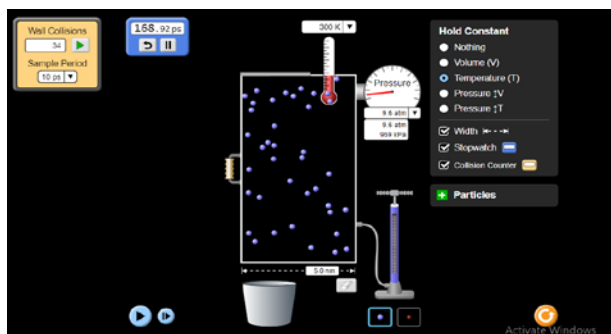
Dostupne, besplatne, simulacije koje su uvrštene u sadržaj predavanja nalaze se na veb adresama:

1. https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_sr.html
2. <https://www.educaplus.org/game/transformaciones-termodinamicas>

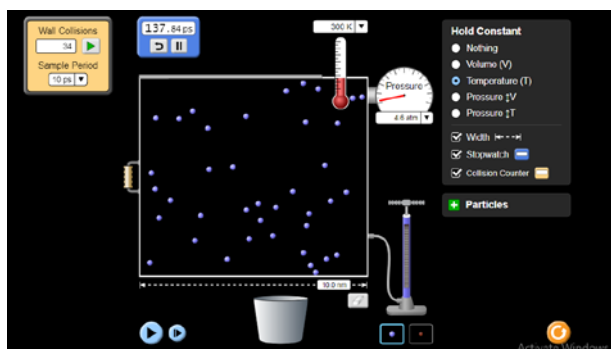
Simulacije sa prve navedene adrese dostupne su osim na engleskom, i na srpskom jeziku, dok su simulacije sa druge adrese dostupne na španskom jeziku. Uloga nastavnika je da ukloni jezičku barijeru, ali i bez takve asistencije, simulacije su jednostavno upotrebljive i za samostalan rad jer su oznake fizičkih veličina i njihovih jedinica univerzalne; većina studenata je iskazala stav da ne primećuje prepreku za učenje putem simulacija na maternem jeziku.

3. SIMULACIJE GASNIH ZAKONA NA PHET-U

Simulacija sadrži sud u koji se mogu “upumpati” ili jednostavno dodati čestice gasa, i to po izboru tzv. teške i lake čestice, koje su predstavljene različitim veličinama i različitim bojama. U sud je uronjen termometrar na kome se može vršiti izbor temperaturne skale. Sud je povezan sa manometrom na kome se, takođe, može vršiti izbor jedinica pritiska i to u atmosferama i u paskalima. Sud se može zagrevati ili hladiti pomeranjem klizača na “grejaču”. Na meniju desno može se izabrati veličina koja se održava konstantnom. Podrazumeva se da se simuliraju procesi stalne količine gasa, mada simulacija omogućava definisanje zatvorenog i otvorenog termodinamičkog sistema. Pored navedenog, simulacija dozvoljava merenje širine suda, korišćenje hronometra i brojača sudara za izabrani vremenski interval. Simulacija se može zaustaviti i nastaviti u bilo kom vremenskom trenutku. Vizuelni prikaz zaustavljene simulacije u dva različita vremenska trenutka tokom izotermnog procesa prikazan je na slikama 1. i 2.



Slika 1. Stanje gasa u izotermnom procesu u kome gas zauzima manju zapreminu.

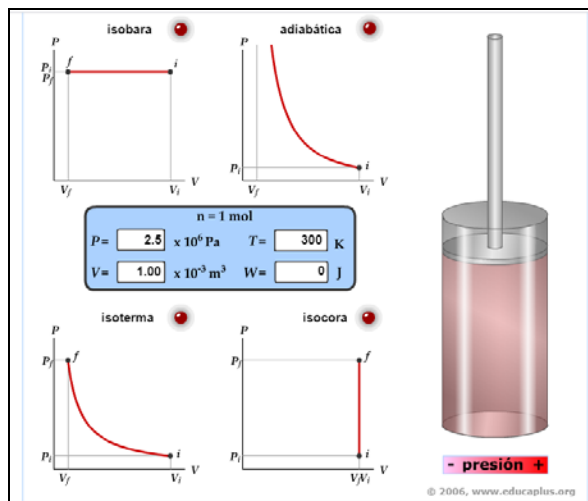


Slika 2. Stanje gasa u izotermnom procesu u kome gas zauzima veću zapreminu.

Pored izotermnog, mogu se razmatrati i izohorski i izobarski procesi, odnosno upoređivati vrednosti odgovarajućih veličina u različitim stanjima tokom ovih procesa.

4. SIMULACIJE GASNIH ZAKONA NA Educaplus

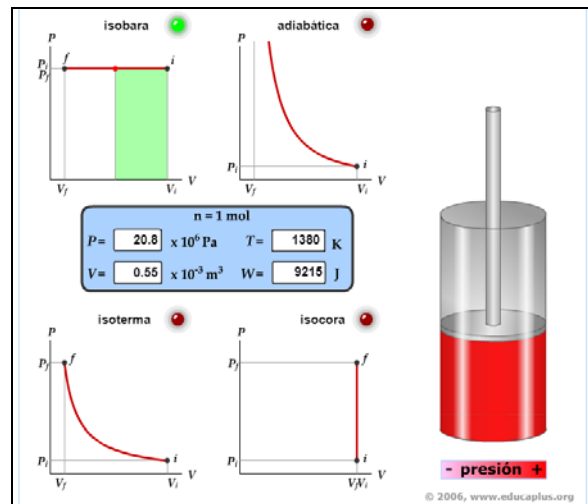
Simulacija koja je korišćena sa sajta Educaplus, pre postavljanja uslova za pokretanje bilo kog procesa, ima izgled prikazan na slici 3.



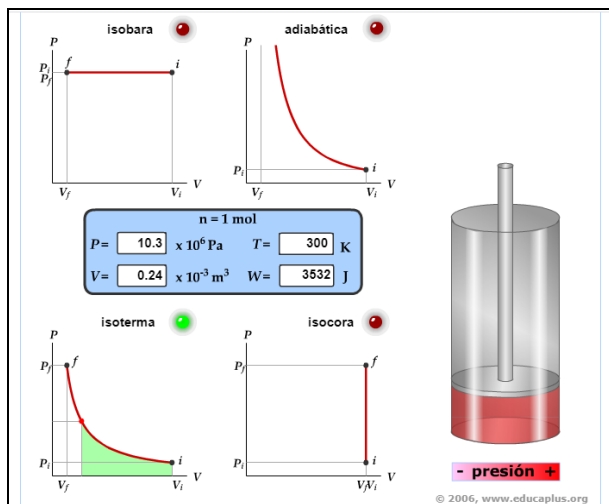
Slika 3. Izgled simulacije izorocesa pre definisanja procesa i praćenja promena.

Simulacija sadrži cilindrični sud sa pokretnim klipom u kome se nalazi gas. Intenzitet boje gasa u sudu je povezan sa veličinom pritiska, fenomenološki, odnosno preko kartice ispod suda. U centralnom polju postoji prikaz vrednosti pritiska, zapremine, termodinamičke temperature i izvršenog rada gasa. Pored praćenja promena gasa, posmatranjem i merenjem koje dozvoljava simulacija, promene je moguće pratiti i u p - V dijagramima za svaki proces posebno: izotermni, adijabatski, izohorski i izobarski. Tokom promena koje se dešavaju u gasu u sudu, a koje se prate preko brojnih vrednosti odgovarajućih veličina, promene se uočavaju tokom označavanja stanja gasa u toku procesa na p - V dijagramima tako da se u dijagramima predstavljaju izoterma, adijabata, izohora i izobara.

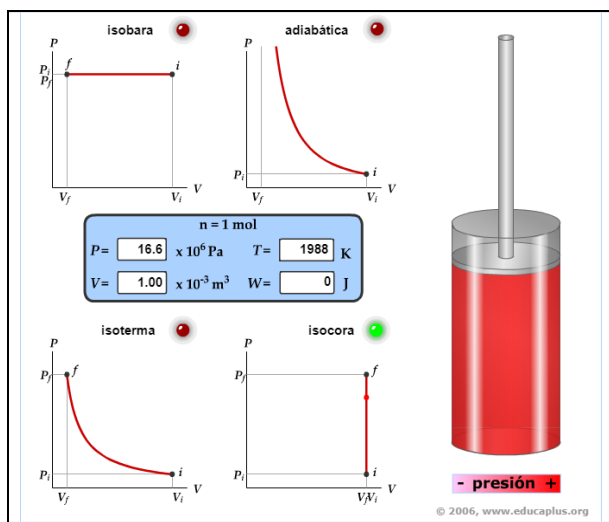
Prikaz po jednog stanja gasa u svakom od izoprocesa prikazan je na slikama 4-6.



Slika 4. Jedno stanje gasa u izobarskom procesu.



Slika 5. Jedno stanje gasa u izotermnom procesu.



Slika 6. Jedno stanje gasa u izohorskom procesu.

3. ANALIZA ODGOVORA I USVOJENOSTI ODREĐENIH KONCEPATA TERMODINAMIKE

Nastavni pristup u proučavanju gasnih zakon primenom phet simulacija sadržao je sledeće aktivnosti:

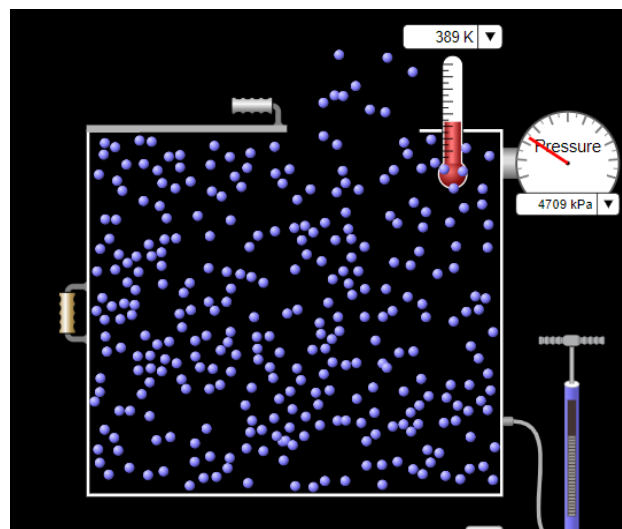
- Izbor odgovarajućih parametara i praćenje promena demonstracijom procesa;
- Izbor odgovarajućih parametara i praćenja promena merenjem;
- Izračunavanje odgovarajućih odnosa veličina;
- Određivanje tačnosti iskaza o međusobnim zavisnostima veličina u odgovarajućim procesima.

Utvrđeno je da studenti u velikoj meri usvajaju znanja o izoprocesima i iskazuju sledeće zaključke:

- U simulaciji se razmatra stalna količina gasa;
- Pri $T = \text{const}$ smanjenjem zapremine povećava se pritisak, i obrnuto povećanjem zapremine smanjuje se pritisak;
- Pri $T = \text{const}$ pritisak se povećava onoliko puta koliko puta se smanji zapremina;
- Pri $T = \text{const}$ pritisak se smanji onoliko puta koliko puta se povećá zapremina;

- Pri $V = \text{const}$ povećanjem temperature se povećava pritisak a smanjenjem temperature se smanjuje pritisak;
- Pri $V = \text{const}$ koliko puta se povećá termodinamička temperatura toliko puta se povećá pritisak;
- Pri $p = \text{const}$, pri povećanju temperature povećava se zapremina, dok se pri snižavanju temperature zapremina smanjuje;
- Pri $p = \text{const}$, pri povećanju zapremine povećava se temperatura, dok se pri smanjenju zapremine smanjuje temperatura;
- Promena pritiska može se povezati sa promenom broja sudara čestica gasa u određenom vremenskom intervalu.

Studenti su izneli sataovove da na ovom nivou proučavanja ponašanja gasa u različitim izoprocesima razumeju zavisnost izmedju odgovarajućih veličina. Uprkos tačnim zapažanjima nije bilo potpuno tačnih objašnjenja koja bi uočene zavisnosti interpretirala sa stanovišta molekuls-ko.kinetičke teorije gasova. Jedna od čestih alternativnih koncepcija je ona koja je promenu pritiska pri izotermnom procesu objašnjavala preko promenjene brzine molekula gasa, ne uključujući promenu koncentracije u razmatranje. Studenti nisu uspeali da objasne razloge promene temperature, povezujući porast temperature sa koncentracijom molekula.



Slika 7. Konceptualna provera znanja jednačine stanja idealnog gasa.

Veliki broj pogrešnih odgovora dat je na pitanje o uzrocima promena odgovarajućih veličina za situacije kada se povećava ili smanjuje količina gasa u sudu (problemski zadatak ilustrovan je na slici 7).

U simulacijama sa Edukaplus sajta aktivnosti koje se realizuju u proučavanju gasnih zakona za svaki izoprocesa su:

- Tabelarno prikazivanje vrednosti veličina za početno i konačno stanje gasa tokom određenog izoprocesa;
- Određivanje odnosa veličina u početnom i konačnom stanju gasa jednog izoprocesa;
- Uspostavljanje matematičke relacije izmedju izmerenih veličina, izborom ponuđenih odgovora.

U nastavku se vrši teorijsko tumačenje Bojl-Mariotovog, Šarlovog i Gej-Lisakovog zakona, na osnovu jednačine stanja idealnog gasa $pV=n_mRT$, pri čemu se definiše univerzalna gasna konstanta kao proizvod Bolcmanove konstante i Avogadrovog broja, a količina supstance se razmatra kao veličina se ne menja. Od tri parametra stanja, pritiska, zapremine i termodinamičke temperature, uzimanjem jednog sa stalnom vrednošću razmatra se jednačina stanja idealnog gasa I sređuje na način da jedna njena strana ima stalnu vrednost iz čega proizilazi da je odgovarajući odnos dveju preostalih promenljivih veličina takođe stalne vrednosti: $pV=const$; $p/T=const$; $V/T=const$.

Problem koji je detektovan kada je reč o grafičkom prikazu izoprocesa u odgovarajućim p - T i V - T dijagramima odnosi se na koncept apsolutne nule- studenti nisu uspeli da daju validno objašnjenje razloga nepostojanja temperature niže od 0K.

6. ZAKLJUČAK

S obzirom na to da je utvrđeno da za izučavanje Molekulske-kinetičke teorije gasova i Termodinamike postoje poteškoće kada je u pitanju matematička interpretacija zakonitosti pojava kao i određena nerazumevanja apstraktnog opisa stanja i procesa u gasovima, upotrebljena je vizuelizacija pomenutih procesa posredstvom digitalnih simulacija koje su omogućile posmatranje, merenje, računanje i izvođenje tačnih relacija i zaključaka o zakonima koji se odnose na izoprocese u idealnom gasu. Međutim, ustanovljeno je da je, i

dalje, u velikoj meri prisutno netačno tumačenje promene pritiska i temperature, i neumeće razmatranja promena u gasu sa istovremenom promenom dva parametra. Zbog toga je zadatak nastavnika da sadržaje dveju tema, koje zahtevaju razumevanje makroskopskih veličina gasa sa molekularnog stanovišta, i dalje razvija radi prevazilaženja identifikovanih poteškoća u učenju na časovima fizike.

LITERATURA

- [1] C. H. Kautz et al. "Student understanding of the ideal gas law", *Am. J. Phys.*, Vol. 73, No. 11, pp. 1055-1063, 2005.
- [2] M. Bajpai and A. Kumar, "Effect of virtual laboratory on students' conceptual achievement in physics", *International Journal of Current Research* 7 02, pp. 12808-12813, 2015.
- [3] H. Lin and H. Cheng, "The Assessment of Students and Teachers' Understanding of Gas Laws", *Journal of Chemical Education*, Vol. 77 No. 2, pp. 235-238, 2000.
- [4] R. Akkus, M. Gunel and B. Hand, "Comparing an Inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences?", *International Journal of Science Education*, 29, pp. 1745-1765, 2007.

KVALITET POVRŠINE REZA KOD SEČENJA LASEROM

SURFACE QUALITY OF LASER CUTTING

Nikola Kostić, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.
Sladana Nedeljković, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

Sadržaj - Sa tehnološkog aspekta, tehnologija laserskog sečenja predstavlja veoma složen proces interakcija laserskog snopa, pomoćnog gasa i materijala obratka na čije performanse utiče veliki broj faktora. U ovom radu će biti prikazan uticaj parametara na kvalitet laserskog sečenja.

Ključne reči: Laser. Obrada. Kvalitet. Materijal.

Abstract - From the technological point of view, laser cutting is a very complex process of interactions between the laser beam, assist gas and workpiece material, whose performances are influenced by a number of factors. This paper presents the effect of those parameters on the quality of laser cutting process.

Key words: Laser. Machining. Quality. Material.

1. UVOD

Lasersko rezanje je dobro uspostavljen proces u industriji, uglavnom za sečenje metalnih materijala. Lasersko rezanje je bila jedna od prvih primena lasera u industriji, a sada je konsolidovana tehnika obrade za rezanje delova lima. Lasersko rezanje zasniva se na topljenju i uklanjanju rastopljenog materijala pomoćnim mlazom gasa visokog pritiska. Ova tehnika uključuje lokalno topljenje i delimično isparavanje obratka u dubini i istovremeno ubrizgavanje pomoćnog mlaza gasa kako bi se uklonio istopljeni materijal.

Laserska obrada se koristi u više varijanti poput glodanja, bušenja i sečenja velikog broja različitih inženjerskih materijala (metala kao i nemetala). Laserska obrada pruža mogućnosti precizne i ekonomične obrade, ova dva kriterijuma su najvažnija za uspeh u savremenom industrijskom okruženju.

Kvalitet laserskog rezanja određen je kvalitetom reza i tačnošću oblika i dimenzija. Kvalitet reza se obično definiše geometrijskim karakteristikama (širina reza, hrapavost obrađene površine) i fizičko-hemijskim karakteristikama na površini materijala radnog predmeta. Kvalitet i tačnost laserskog sečenja u velikoj meri zavisi od: brzine rezanja, snage laserskog zraka, vrste i pritiska gasa, prečnika i položaja mlaznice u odnosu na površinu radnog predmeta, kao i kvaliteta upravljanja jedinica u slučaju NC ili CNC laserske mašine. U procesu laserskog rezanja, većina toplote je koristi se za topljenje ili isparavanje materijala. Jedan deo ostatka toplote je odnesen pomoćnim gasom, a drugi deo prenet u materijal menja mikrostrukturu površinskog materijala, što dovodi do stvaranja zone pod uticajem toplote (HAZ). Deo rastopljenog materijala ponovo bi se učvrstila u čvrstu supstancu na površini formirajući prevučeni sloj. Zona pod uticajem toplote je zona u kojoj materijal gubi svoje karakteristike i može dovesti do slabljenja materijala. Hrapavost materijala je jedan od važnih faktora u laserskoj

obradi i pokazuje koliko je proces prilagođen materijalu nad koji se vrši obrada [1-6].

Cilj ovog rada je eksperimentalno utvrditi zavisnost kvaliteta obrade od radnih parametara laserske mašine.

2. LASERSKA MAŠINA

Laserska mašina korišćena u ispitivanju je proizvedena od strane kompanije pod nazivom „Jinan Bodor Laser Corporation“ Kina, i spada u grupu lasera pod oznakom F, slika 1. Oznaka F označava da laser spada u grupu fiber lasera. Ova vrsta lasera je namenjena za sečenje metalnih materijala. Proces sečenja se odvija izlaganjem materijala koji se obrađuje oslobođenoj energiji, a višak materijala se uklanja iz zone obrade uz pomoć određene vrste gasa pod pritiskom [7].



Slika 1. Laser serije F1530 [2]

Proces sečenja materijala laserom je dvo-dimenzionalni postupak obrade u kome se laserski snop svetlosti usmerava ka predmetu obrade.

Proces sečenja laserom je brz proces, ponovljiv i pouzdan gde se mogu seći razne vrste materijala i debljina pri čemu se dobija rez sa uskim prečnikom. Ovaj proces sečenja je naročito pogodan za poluatوماتske ili potpuno automatizovane procese sečenja pri serijama velikog obima [6].

Fiber Laseri sastoje se od aktivnih optičkih vlakana i poluprovodničkih dioda. Fiber laseri koriste jednostruke emitatore (Single emitter) poluprovodničke diode kao izor svetlosti za stvaranje aktivnih talasa. Emitirani laserski zrak se nalazi u optičkim vlaknima i putuje kroz izolovani fleksibilni kabl. Aktivna vlakna su specijalna optička vlakna obogaćena jonima retkih materijal što im omogućava stvaranje ekstremno jake svetlosti iz vrlo malog aktivnog jezgra [7].

Tabela 1. Tehničke karakteristike Laserske mašine [2].

Model	F1530
Maksimalni obradni prostor	1,500×3,000 mm
Kretnje po X osi	1,500 mm
Kretnje po Y osi	3,000 mm
Kretnje po Z osi	120 mm
Preciznost pozicioniranja X/Y osi	0.03 mm
Maksimalna brzina kretanja po X/Y osi	100 m/min
Maksimalno ubrzanje	1.2 G
1,000W Bruto snaga izvora	15 kW sanga na izlazu
Dimenzije (L * W * H)	4,550*2,300*2,000
Ukupna težina mašine	3,000 kg

3. PLAN ISPITIVANJA

Eksperimentalna istraživanja su imala za cilj da se utvrdi uticaj parametara obrade na kvalitet rezanja kod laserskog sečenja. Ispitivanja su vršena na laserskoj mašini Jinan Bodor Laser F1530, koja je detaljno opisana u poglavlju 2. Materijal predmeta obrade je S235 JRG2 (Č0361), njegove karakteristike su date u tabeli 2.

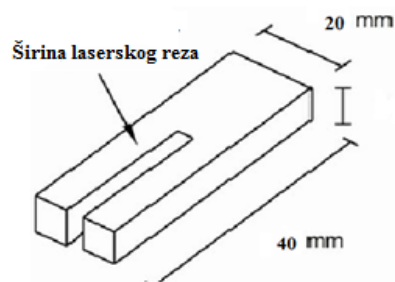
Tabela 2. Karakteristike materijala.

Vrsta materijala	Hemijski sastav				Mehaničke osobine
	C, %	Mn, %	Si, %	P, S, %	
S 235 JRG2 (Č0361)	≤ 0.17	≤ 1.40	0.03 - 0.30	≤ 0.045	≥ 235

Merenje hrapavosti vršeno je na mernom sistemu Talysurf 6. Merni sistem služi za merenje karakteristika mikrobeometrije kontaktnih površina. Uređaj je kompjuterizovan i ima širok spektar mogućnosti kao što su:

- merenje osnovnih i dopunskih parametara hrapavosti i valovitosti,
- statistička obrada rezultata merenja parametara hrapavosti,
- prikazivanje rezultata na ekranu, njihovo memorisanje, štampanje i crtanje,
- prostorno skeniranje površine.

Merenje hrapavosti materijala je vršeno po sredini bočne ivice ispitivanih uzoraka čija debljina je bila 3, 4 i 5 mm. Crtež uzoraka sa dimenzijama prikazan je na slici 3. Na uzorcima je izvršeno rezanje po sredini određene dužine na kojoj je vršeno merenje širine reza sa gornje i donje strane.



Slika 2. Dimenzije uzorka za sečenje i merenje.

Širina laserskog reza je merena na univerzalnom alatnom mikroskopu UIM-21. Plan ispitivanja sa promenljivim parametrima je dat u tabelama 4 i 5. sa konstantnim parametrima: snage lasera od 1000 W, žična daljina 4,3 mm, kiseonik pod pritiskom od 0.21 bar. Promenljivi faktori su bili debljina materijala, rastojanje laserske glave od obradka i brzina sečenja materijala.

Tabela 4. Faktori i nivo.

Nivo	Debljina (s) mm	SOF mm	Brzina sečenja m/min
-1	3	0.7	1
0	4	1	1,3
1	5	1.4	1,6

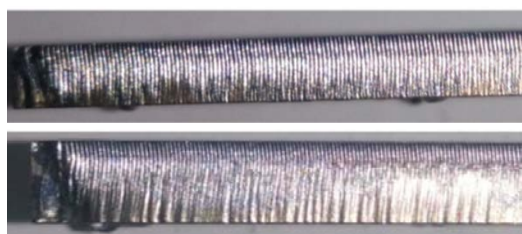
Tabela 5. Plan ispitivanja.

Опыт	X ₁	X ₂	X ₃	s mm	SOF mm	v m/min
1	-1	-1	-1	3	0,7	1
2	-1	-1	0	3	0,7	1,3
3	-1	-1	1	3	0,7	1,6
4	-1	0	-1	3	1	1
5	-1	0	0	3	1	1,3
6	-1	0	1	3	1	1,6
7	-1	1	-1	3	1,3	1
8	-1	1	0	3	1,3	1,3
9	-1	1	1	3	1,3	1,6
10	0	-1	-1	4	0,7	1
11	0	-1	0	4	0,7	1,3
12	0	-1	1	4	0,7	1,6
13	0	0	-1	4	1	1
14	0	0	0	4	1	1,3
15	0	0	1	4	1	1,6
16	0	1	-1	4	1,3	1
17	0	1	0	4	1,3	1,3
18	0	1	1	4	1,3	1,6
19	1	-1	-1	5	0,7	1
20	1	-1	0	5	0,7	1,3
21	1	-1	1	5	0,7	1,6
22	1	0	-1	5	1	1
23	1	0	0	5	1	1,3
24	1	0	1	5	1	1,6
25	1	1	-1	5	1,3	1
26	1	1	0	5	1,3	1,3
27	1	1	1	5	1,3	1,6

4. ANALIZA REZULTATA

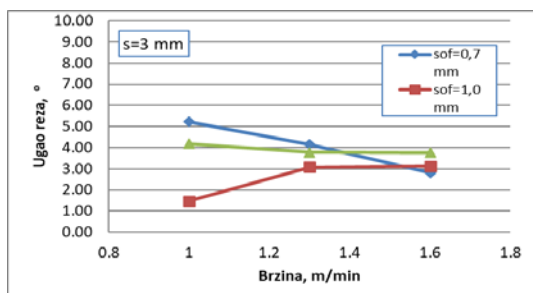
Analiza rezultata istraživanja merenja parametara topografije površine je pokazala da se može dovoljno kvalitetno uspostaviti zavisnost između uslova obrade sečenjem laserom i merenih veličina. Naknadnom vizuelnim uvidom u površinu ispitivanih uzoraka i načina merenja konstatovano je da nije izabrano mesto merenja topografije na kvalitetan način. Merenje parametara topografije je vršeno približno na sredini duže dimenzije uzorka i na približno sredini debljine uzorka. U zavisnosti od parametara uslova obrade na uzorcima se uočavaju dva različita pojasa sa različitom topografijom po debljini uzorka. Na ulaznom delu, najčešće manje širine, uočena je površina sa manjom hrapavošću, dok je na izlaznom delu na pojedinim uzorcima značajna hrapavost, slika 3.

Zaključeno je da se merenja parametara topografije površine moraju ponovo izmeriti. Nova merenja treba izvršiti posebno na ulaznom delu a posebno na izlaznom delu, a takođe potrebno je izmeriti i širinu ovih pojasa.



Slika 3. Različita topografija površine na ulaznom (gornjem) i izlaznom (doljem) delu uzorka 25.

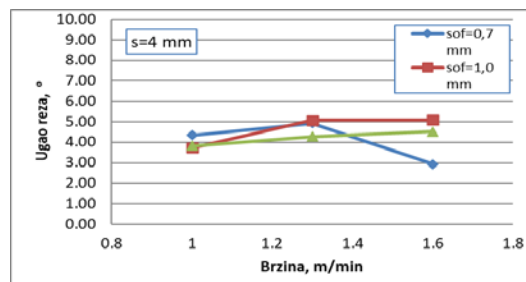
Na slikama od 4 do 9 su prikazani rezultati zavisnosti ukupnog ugla reza od uslova obrade: debljine ispitivanog materijala, brzine rezanja i odstojanja laserske glave od predmeta obrade.



Slika 4. Zavisnosti ugla reza od brzine sečenja laserom pri različitim odstojanjima laserske glave od obradka debljine 3 mm.

Dobijeni rezultati ukazuju da promenom brzine rezanja laserom na materijalu debljine 3 mm se javlja sledeće:

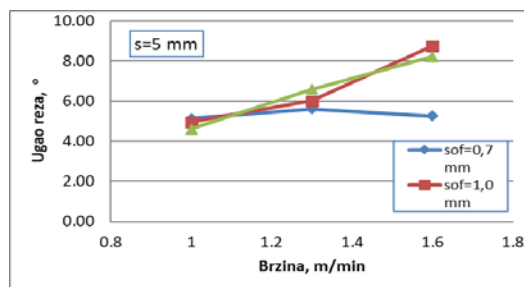
- Pri rastojanju laserske glave od materijala 0,7 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza opada, pri rastojanju laserske glave od materijala 1 mm i 1,4 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza raste,
- Najveći ugao reza je kod najmanjeg rastojanja laserske glave od materijala, a sa povećanjem rastojanja ugao reza u najvećem broju slučajeva opada.



Slika 5. Zavisnosti ugla reza od brzine sečenja laserom pri različitim odstojanjima laserske glave od obradka debljine 4 mm.

Dobijeni rezultati ukazuju da promenom brzine rezanja laserom na materijalu debljine 4 mm se javlja sledeće:

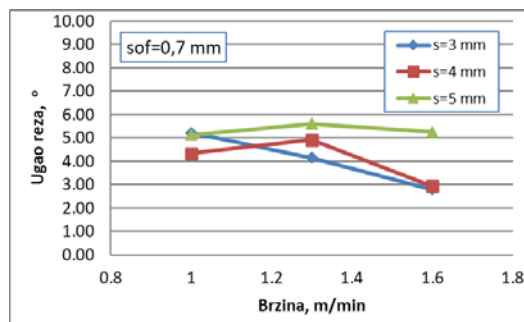
- Pri rastojanju laserske glave 0,7 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza raste do brzine od 1,3 m/min a zatim opada, pri rastojanju laserske glave 1 mm i 1,4 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza raste,
- U najvećem broju slučajeva rastojanje laserske glave od materijala nema značajniji uticaj na veličinu ugla reza.



Slika 6. Zavisnosti ugla reza od brzine sečenja laserom za obradak debljine 5 mm.

Dobijeni rezultati ukazuju da promenom brzine rezanja laserom na materijalu debljine 5 mm se javlja sledeće:

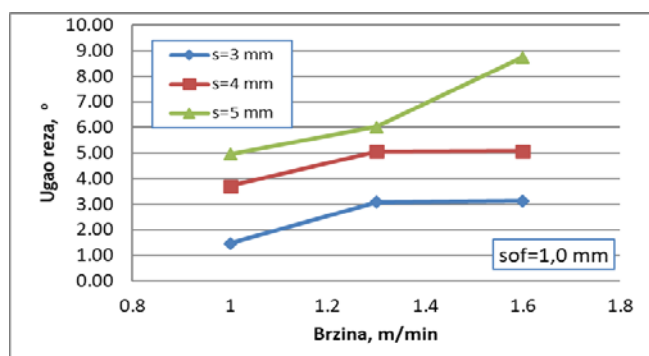
- Pri rastojanju laserske glave od materijala od 0,7 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza se neznatno menja, pri rastojanju laserske glave od materijala od 1 mm i 1,4 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza raste,
- U najvećem broju slučajeva rastojanje laserske glave od materijala nema značajniji uticaj na veličinu ugla reza. Uočeno je da samo u slučaju najveće brzine rezanja i najmanjeg rastojanja ugao reza ima manju vrednost u odnosu na ostale uslove ispitivanja.



Slika 7. Zavisnosti ugla reza od brzine sečenja laserom pri odstojanju laserske glave 0.7 mm.

Dobijeni rezultati ukazuju da promenom brzine rezanja laserom na materijalu sa odstojanjem laserske glave 0,7 mm se uočava sledeće:

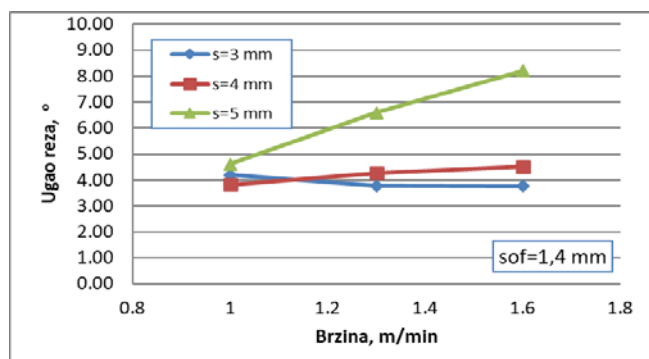
- Pri debljini materijala od 3 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza opada, pri debljini materijala 4 mm i 5 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza se neznatno menja, stim da pri sečenju materijala 4 mm ugao reza opada nakon brzine sečenja od 1.3 m/min,
- Najmanji ugao reza je pri obradi materijala debljine 3 mm, a najveći kod najveće debljine materijala.



Slika 8. Zavisnosti ugla reza od brzine sečenja laserom pri odstojanju laserske glave 1 mm.

Dobijeni rezultati ukazuju da se sa promenom brzine rezanja laserom na materijalu sa odstojanjem laserske glave 1 mm dobija sledeće:

- Pri svim debljinama sa povećanjem brzine sečenja ugao reza raste,
- Najmanji ugao reza je pri obradi materijala debljine 3 mm, a najveći kod najveće debljine materijala.



Slika 9. Zavisnosti ugla reza od brzine sečenja laserom pri odstojanju laserske glave 1.4 mm.

Dobijeni rezultati ukazuju da se promenom brzine rezanja laserom na materijalu sa odstojanjem laserske glave 1.4 mm dobija se sledeće:

- Pri debljini materijala od 3 mm i 4 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza se neznatno menja, pri debljini materijala 5 mm sa povećanjem brzine sečenja materijala ugao reza se povećava,
- Najmanji ugao reza je pri obradi materijala debljine 3 mm, a najveći kod najveće debljine materijala.

5. ZAKLJUČAK

Lasersko sečenje kao proces obrade materijala poseduje niz prednosti u odnosu na druge postupke obrade. Širina reza je mala, površine reza su ravne, toplotno deformisani sloj je mali, moguće je seći radne predmete komplikovanih kontura sa velikom preciznošću, moguća je obrada gotovo svih poznatih vrsta materijala, dodatna obrada nije potrebna, čist je i ekološki prihvatljiv, ne zahteva izradu alata kao kod konvencionalnih postupaka i pruža visok stepen fleksibilnosti u procesu obrade zbog mogućnosti promene parametara u toku obrade.

Kvalitet obrade kod sečenja laserom je određen kvalitetom reza i tačnošću oblika i dimenzija. Kvalitet reza se obično definiše geometrijskim karakteristikama (širina reza, hrapavost obrađene površine) i fizičko-hemijskim karakteristikama na izraženoj površini materijala predmeta obrade. Kvalitet i tačnost obrade sečenja laserom, u najvećem stepenu zavise od: brzine rezanja, snage laserskog mlaza, vrste i pritiska gasa, prečnika i položaja mlaznice u odnosu na površinu predmeta obrade, kao i od kvaliteta upravljačke jedinice u slučaju NC ili CNC laserske mašine za sečenje lima. Hrapavost materijala je jedan od značajnih faktora pri laserskoj obradi i pokazuje koliko je proces prilagođen materijalu.

LITERATURA

- [1] A. Riveiroa, F. Quintero, J. del Vala, M. Boutinguizaa, R. Comesañab, F. Lusquiñosa, J. Poua. Laser cutting using off-axial supersonic rectangular nozzles. Precision Engineering 2018. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.07.013>
- [2] Yixuan Feng, Tsung-Pin Hung, Yu-Ting Lu, Yu-Fu Lin, Fu-Chuan Hsu, Chiu-Feng Lin, Ying-Cheng Lu, Xiaohong Lu & Steven Y. Liang. Surface roughness modeling in Laser-assisted End Milling of Inconel 718. Machining Science and Technology An International Journal. <https://doi.org/10.1080/10910344.2019.1575407>.
- [3] Hyeon-Min Lee, Jung Hyun Choi, Seung-Jae Moon. Determining the Machining Parameters for Femtosecond. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. DOI: 10.1007/s12541-017-0109-1
- [4] Shashi Prakash, Subrata Kumar. Fabrication of Microchannels on Transparent PMMA Using CO2 Laser (10.6 μm) for Microfluidic Applications: An Experimental Investigation. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. DOI: 10.1007/s12541-015-0047-8
- [5] Mustafa AY. Modelling of the hole quality characteristics by Extreme Learning Machine in fiber laser drilling of Ti-6Al-4V Laser Helical Drilling of Aluminosilicate Glass Substrate. Journal of Manufacturing Processes. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2018.10.003>.
- [6] Miodrag Lazić; Nekonvencionalni postupci obrade; Naučna knjiga, Beograd 1990.
- [7] F Series User Manual, Jinan Bodor Laser Corporation Limited.

UPOREDNA ANALIZA EFIKASNOSTI TOPLOTNOIZOLACIONIH MATERIJALA **COMPARATIVE EFFICIENCY HEAT-INSULATING MATERIALS**

Aleksandra Boričić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milica Cvetković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Razvoj savremenih materijala, adekvatno prati razvoj u svakoj oblasti naše svakodnevne. Efekti upotrebe termoizolacionih materijala su podvrgnuti ekonomskoj kontroli. Danas nije dovoljno znati kako proizvesti dati proizvod, već je odmah na početku nužno proceniti koliko će taj proizvod koštati. Troškovi proizvodnje toplotne energije su dosta visoki. Troškovi hlađenja su 20 do 40 puta veći od troškova proizvodnje toplote. U toj proizvodnji moguće je primenom adekvatne termoizolacije da se gubici svedu na minimum. To je moguće samo, ako se izabere ispravna i dovoljno dimenzionisana termoizolacija. To sve nameće povećane zahteve u pogledu toplotne ekonomike, a time i u pogledu termoizolacije koja smanjuje gubitke toplote na najniži nivo. Tome se pridružuju i zahtevi modernog graditeljstva, gde je u maksimalno olakšanim objektima, bilo javnim, bilo stambenim, nužno da se nedostatak mase nadoknadi efikasnim, a pored toga i lakim izolacionim materijalima.

Ključne reči: Termoizolacioni materijali. Toplotni gubici. Efikasnost.

Abstract - The development of modern materials adequately follows the development in every area of our everyday life. The effects of the use of thermal insulation materials are subject to economic control. Today, it is not known enough how it will be produced, but it is necessary to estimate how much it will cost right at the beginning. The costs of heat production are quite high. Cooling costs are 20 to 40 times higher than heat production costs. In that production, it is possible to reduce losses to a minimum with the help of thermal insulation. This is possible only if we choose the correct and sufficiently dimensioned thermal insulation and, at the same time, taking into account the possibility of achieving the lowest costs of production, operation and maintenance, based on technical and economic calculations. For all, it imposes increased demands in terms of thermal economy, time and thermal insulation, which reduce heat losses to the minimum necessary. This is joined by the requirements of modern construction, where in the most lightweight buildings, whether public or residential, it is necessary to compensate for the lack of mass with efficient and, in addition, light insulation materials.

Key words: Thermal insulation materials. Heat losses. Energy efficiency.

1. UVOD

Sa razvojem tehnike, termoizolacija postaje sve češće sastavni deo tehnološkog postrojenja, i to deo bez koga ne bi bilo moguće sprovesti pravilan tehnološki proces bilo u oblasti hemijske industrije, energetici, prehrambenoj industriji i sl.. Termoizolacija mora osigurati dobar i nesmetan pogon termocentrala, uređaja za hlađenje i drugih izvora toplotne energije. Zato su vrste, karakteristike i upotreba termoizolacije važan segment u graditeljstvu [1].

Termoizolaciona tehnika, predstavlja oblast koja ima za zadatak da ograniči toplotne gubitke stambenih i industrijskih objekata, kao i energetskih i drugih postrojenja. U poslednje vreme termoizolaciona tehnika i termoizolacioni materijali postali su nerazdvojni deo ne samo građevinarstva, nego i mnogih drugih industrijskih grana [2]. Iz tog razloga povećavaju se zahtevi u odnosu na proizvodnju izolacionih materijala, na projektovanje i montažu, a time i na stručnu

spособnost svih onih koji u procesu proizvodnje i montaže dolaze u dodir sa termoizolacijom [3]. Savremeno tržište zahteva kompetentne inženjere za poznavanjem osnova teorije prostiranja toplote, poznavanjem struktura i svojstava izolacionih materijala i načina primene izolacione tehnike u industrijskim pogonima [4].

Izvođenje toplotne izolacije u praksi je od vitalne važnosti, s stanovišta energetske efikasnosti i karakteristike građevinskih objekata. Ona utiče na toplotne gubitke kako zimi, tako i leti, a otuda i na potrošnju energije u objektima. Toplotna izolacija, takođe utiče na toplotni komfor i neretko, na kvalitet unutrašnjeg vazduha, preko kondenzacije pare na toplotnim mostovima. Kvalitet i svojstva materijala za toplotnu izolaciju, kao i način na koji se oni primenjuju u praksi, određuju nivo njenje energetske efikasnosti.

Utrošak energije za grejanje, direktno je u vezi sa kvalitetnom termoizolacijom zgrade. Procenjuje se da kuće i

stanovi koji su napravljeni u Srbiji pre 1970. godine nemaju skoro nikakvu toplotnu izolaciju, dok je i kod zgrada napravljenih pre 1980. godine termoizolacija vrlo skromna. Preko 75% zgrada u Srbiji napravljeno je pre 1980. godine. Na ovim objektima moguće je postići najveće uštede energije grejanja, čak i do 80% [5].

Takođe, zdravo stanovanje ogleda se i u očuvanje toplote koje daje osećaj ugodnosti u prostoru, unutrašnje termoizolacije sa konceptom niskoenergetskih i pasivnih kuća, vrhunske zvučne izolacije, apsorpcije i akustike prostora, prirodne regulacije vlažnosti vazduha, odlične zaštite od požara, kao i zaštite od kondenzacione vlage. Sve su to uslovi koje moraju da ispune današnji termoizolacioni materijali [6].

U ovom radu će se u sažetom obliku izneti dosadašnja teoretska i praktična znanja iz ove oblasti.

2. KARAKTERISTIKE MATERIJALA U POGLEDU TOPLOTNO IZOLACIONIH OSOBINA

Izolacioni materijali mogu biti klasifikovani po svojoj hemijskoj ili fizičkoj strukturi. (tabela 1). Na tržištu izolacionih materijala dominantna je podela na dve grupe proizvoda, na neorganske i vlaknaste materijali – staklena vuna i kamena vuna, koje su zastupljene sa 60% na tržištu, i organski penasti materijali – ekspanzirani i duboko izvučeni polistiren i u manjoj meri poliuretan, koji su na tržištu zastupljeni sa 27%. Svi ostali materijali čine manje od 13% zajedno. Materijali koji se koriste u graditeljstvu u pogledu toplotno izolacionih sposobnosti variraju u veoma širokim granicama od 0,035–3,5 W/mK [7, 8].

Međutim, po nekim usvojenim kriterijumima toplotno izolacioni materijali su oni kod kojih je λ u granicama od 0,035–0,20 W/mK.

Od termo izolacionih materijala se zahteva:

- Da imaju malu zapreminsku masu;
- Da imaju što veću poroznost, uz ravnomernu raspodelu pora, po mogućnosti što manjeg prečnika;
- Da propuštaju vodenu paru i vazduh;
- Da imaju što manje upijanje vode;
- Da su otporni na dejstvo mraza;
- Da budu postojani na višim i nižim temperaturama;
- Da su otporni na dejstvo požara;
- Da su trajni i postojani;
- Da ne primaju i ne zadržavaju mirise.

Pored navedenih, podela termoizolacionih materijala može se izvršiti po različitim osnovama, i to po osnovu porekla sirovina za proizvodnju

Tabela 1. Termoizolacioni materijali.

Poreklo materijala	Vrsta materijala
Mineralni	Kamena vuna, staklena vuna
Organski	Polimeri, prirodni materijali
Malteri i betoni	Termoizolacioni malteri i betoni, siporeks

Koeficijent prolaza toplote građevinskog elementa, U [W/(m² xK)], proračunava se, u opštem slučaju - za građevinski element jednostavne heterogenosti, saglasno standardu SRPS EN ISO 6946, na sledeći način:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \quad (1)$$

Vrednosti R_{si} i R_{se} navedene su Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada. Vrednost koeficijenta toplotne provodljivosti, λ_m [W/(mxK)], m-tog sloja elementa, debljine d [m], usvaja se takođe u skladu sa pomenutim pravilnikom, ili se dokazuje ispitivanjem u skladu sa važećim standardima i propisima [8].

Računski određena vrednost U ne sme biti veća od najveće dopuštene vrednosti koeficijenta prolaza toplote u skladu sa tehničkim propisima o racionalnoj upotrebi energije i toplotnoj zaštiti zgrada. U proračunu koeficijenta prolaza toplote kod podova na tlu i krovova, u obzir se uzimaju samo slojevi koji su sa strane prostorije do sloja hidroizolacije.

Svojstva izolacionih materijala se tradicionalno svrstavaju u tri glavne grupe. Postoje tradicionalna fizička svojstva, koja opisuju ponašanje materijala u pogledu gustine, mehaničke snage, sposobnosti toplotne izolacije, apsorpcije zvuka, otpornosti na vlagu i vatru itd.

Postoji zatim druga grupa sa manje jasno utvrđenim, pa čak i manje uobičajeno prihvaćenim, kriterijumima koji se odnose na uticaj izolacionih materijala na životnu sredinu. Ta grupa obuhvata svojstva kao što su: sadržaj primarne energije, emisija gasova za proizvodnju materijala, upotreba aditiva protiv bioloških uticaja, klasifikacija njihovog tretmana kao otpada itd., njihovo ponovno upotrebljavanje, reciklabilnost i uticaj materijala na životnu sredinu na bazi pristupa analizi ciklusa veka trajanja prema ISO 14025-00 [8].

Na kraju, postoji grupa svojstava koja se odnose na javno zdravlje za vreme proizvodnje, upotrebu i, u krajnjoj fazi, na raspoloživost materijala. Ta grupa obuhvata svojstva kao što su emisije prašine i vlakana, biootpornost, toksičnost u slučaju požara itd. Široki opseg standarda i vrednosti maksimalno preovlađujuće koncentracije danas u Evropi, mogu se videti u tabeli 2. Međutim, i pošto svojstva vezana za zdravlje postaju važnija, ustanovljavanje opšte prihvaćenih metoda procenjivanja i kriterijalnih vrednosti je neizbežan sledeći korak u procesu evropske harmonizacije [8].

Primećuje se da fizička svojstva pojedinih vrsta materijala znatno variraju prema specifičnoj strukturnoj primeni koja određuje vrstu materijala koji treba upotrebiti. Ako uzmemo jedan tipičan neorganski vlaknasti materijal, kao što je kamena vuna, njena gustina je između 40 kg/m³ i 200 kg/m³, sa odgovarajućim promenama vrednosti toplotne provodljivosti, ali i sa svojstvima zvučnog izolatora. Ona može biti u obliku rasutog materijala, u rolnama, u fleksibilnim ili krutim pločama, sa odgovarajućim prome-nljivim mehaničkim i fizičkim svojstvima.

Širok opseg vrednosti fizičkih karakteristika najčešće korišćenih termoizolacionih materijala, i iste se uporede sa referentnim vrednostima lako se može izvući zaključak o razlogu njihove dominantnosti na tržištu termoizolacionih materijala (tabela 2).

Izolaciona svojstva ovih materijala, tj. vrednost toplotne provodljivosti [λ u W/mK] ili odgovarajući koeficijent prolaza toplote [k ili U u W/m K] za kompozitne materijale, ostali su konstantni tokom poslednje decenije i mogu, sa aspekta prenosa toplote, biti ocenjeni kao sasvim zadovoljavajući.

Tabela 2. Karakteristike najpopularnijih izolacionih materijala.

Materijal		Staklena vuna	Kamena vuna	Ekstrudirani polistiren	Ekspandirani polistiren	Poliuretanska pena
Glavne fizičke karakteristike	Gustina [kg/m^3]	min 18 max 100	30 180	20 80	15 50	20 80
	Faktor λ toplotne provodljivosti [W/mK]	min 0.032	0.032	0.032	0.030	0.025
		max 0.045	0.045	0.040	0.045	0.032
	Opseg temperature primene [°C]	min -100	-100	-60	-80	-50
		max 500	750	75	80	120
	Faktor otpora difuziji pare	min <1	<1	80	25	50
		max 1	1	200	200	100
	Stopa asimilacije vlage (na 23°C/80% rel. vl.)	min <0.1	<0.1	<1*	5*	5*
		max 1	1.5			
	Klasa reakcije na vatru	A1 A2	A1 A2	E F	E F	E F
		min 0.005*		0.30	0.15	
	Zatezna čvrstoća [N/mm ²]	max 0.00500	0.00012	0.35	0.52	
		min 0.01500	0.00750		0.09000	
	Kritična zatezna čvrstoća [N/mm ²]	max 0.10	0.05		0.22000	
		min 0.79	0.19			
	Stepen apsorpcije zvuka (na 125 Hz)	min 0.71	0.92			
		max 0.97	0.99			

3. EKONOMSKI ASPEKTI TERMOIZOLACIJE

Pravilno pripremljena i sprovedena termoizolacija objekata ima veliki značaj sa ekonomskog stanovišta. Nije važno samo energiju proizvoditi, nego je još važnije energiju svrsishodno iskorišćavati. Upravo takvom svrsishodnom iskorišćavanju doprinose postupci termoizolacije, što nije bio slučaj ranije.

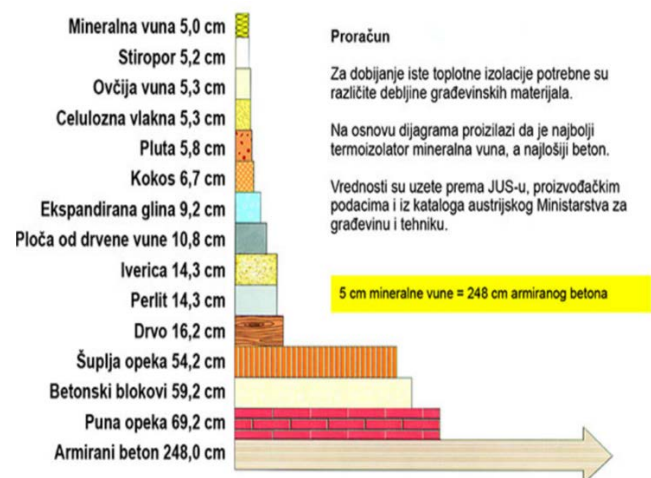
Mnogo toplotne energije ostane neiskorišćeno, usled nestručno sprovedene izolacije, ili usled oštećenih, a neobnavljanih izolacija [8]. Toplotni gubici, prouzrokovani lošom izolacijom, nepotrebno povećavaju troškove eksploatacije i nepovoljno se odražavaju na ekonomske pokazatelje. Na osnovu člana 5 Pravilnika o energetskej efikasnosti zgrada, energetska efikasnost postignuta je ukoliko potrošnja energije po kvadratnom metru ne prelazi dozvoljenu granicu, uz ostvarivanje minimalnih zahteva komfora [8]. Dodatni zahtevi koji su postavljeni ovim pravilnikom odnose se na:

- Termičku zaštitu zgrada, kroz ograničenje maksimalnih vrednosti koeficijenta prolaženja toplote elemenata u sastavu termičkog omotača zgrade,
- Maksimalno dozvoljene vrednosti specifične godišnje energije za grejanje,
- Minimalne tehničke zahteve za tehničke sisteme u zgradama (grejanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu sanitarne tople vode, osvetljenje).

U skladu sa pravilnicima, svaka nova zgrada u Srbiji mora biti projektovana i izgrađena na način da se ne prekorači maksimalno dozvoljena godišnja finalna energija za grejanje, koja je propisana [8]. Zato je važno da pri izboru materijala za izolaciju imamo karakteristike koje jasno preciziraju potrošnju energije. Na slici 1. data su poređenja materijala koji pružaju istu termoizolaciju.

Uticaj povećanja cena energije na regulisanje energetskog ponašanja zgrade, bio je glavni podstrekač najvećeg broja zakonskih mera koje su primenile nacionalne vlade i međunarodne organizacije i institucije. Zatim se interes pomera na suočavanje sa problemima vezanim za životnu sredinu, kako u pogledu smanjenja zagađenja atmosfere i

obežbeđenja održivosti, tako i u pogledu ustanovljavanja zadovoljavajućih uslova unutrašnje sredine za korisnike zgrada. Zgrade mogu biti u isto vreme energetske svesne, ugodne, zdrave i neškodljive po životnu sredinu [8].



Slika 1. Poređenje debljina materijala koje pružaju istu termoizolaciju.

4. ANALIZA AKTUELNOG STANJA

Na bazi prikazanih podataka, očigledno je da je procena karakteristika izolacionih materijala više-kriterijumski problem.

Procenu treba izvršiti s obzirom na:

- Fizička svojstva,
- Ekološka svojstva (uticaj na zdravlje i životnu sredinu),
- Primenljivost u specifičnim građevinskim elementima i strukturalnim problemima i
- Cenu, kao funkciju gore navedenih parametara.

Takođe je jasno da procenu treba izvršiti za datu toplotnu provodljivost posmatranog materijala. Logično je da ona treba da bude u okvirima klasiifikacione šeme za indicaciju apsolutnih kriterijuma za sve parametre koji se tiču procene svake pojedine vrste ili oblika materijala.

Pomenuta ocena treba da bude bazirana na:

- Proceni materijala primenljivog za postizanje specifične vrednosti U u konstrukciji;
- Proceni poboljšanja materijala, ili poređenjem sa najnovijim stanjem, ili poređenjem sa konkurentnim materijalima koji predstavljaju iste osnovne karakteristike energije i primenljivi su na iste strukturne elemente;
- Troškovnom faktoru; nije neophodno da to budu apsolutni uslovi, ali u srazmeri sa konkurentnim materijalima.

Ovaj zaključak je unesen u novi evropski propis o energiji, koji razmatra visoki standard toplotne zaštite, kako bi se prišlo sofisticiranijim merama uštede energije i strožim granicama energetskih karakteristika. Poboljšani izolacioni materijali su preduslov da se to ostvari.

5. ZAKLJUČAK

Moderno graditeljstvo stalno i u sve većoj mjeri, prelazi na prefabrikaciju, ili na lake konstrukcije, i to u izgradnji kako stambenih tako i javnih zgrada. Za postizanje traženih toplotnih osobina građevinskog objekta, neophodno je potrebno, da se koriste efikasne i lake termoizolacije.

Navedeni primeri ni izdaleka ne iscrpljuju sve slučajeve korišćenja termoizolacije. Oni služe samo za jasniju predstavu o njenom značaju za građevinarstvo i sve grane industrije. Najveći značaj termoizolacije je u smanjenju toplotnih gubitaka.

Ovaj zaključak je unesen u novi evropski propis o energiji, koji razmatra visoki standard toplotne zaštite, kako bi se prišlo sofisticiranijim merama uštede energije i strožim granicama energetske karakteristike. Poboljšani izolacioni materijali su preduslov da se to ostvari.

LITERATURA

- [1] GOST 30732-2006, *Steel pipes and shaped objects with heat insulation from polyurethane foam with a protective sheath*, Moscow, 2007. 3 p.
- [2] R-NP SRO SSK - 04 -2014, *Recommendations on the use of ultrafine liquid insulation «Corund»*, Chelyabinsk, 2016. 8 p.
- [3] Kashapov, L.N., Kashapov, N.F., Kashapov, R.N., *Research of the impact acidity of electrolytic cathode on the course of the plasma-electrolytic process (2013)*, Journal of Physics: Conference Series, 479 (1), № 012011.
- [4] Moiseev B.V., Zemenkov Yu.D., Nalobin N.V., Zemenkova M.Yu., Dudin S.M., *Methods of heat calculation of pipelines for various purposes*, Tyumen: TIU, 2016. 19 p.
- [5] Safarov D T, Kondrashov A G, Khafizov I I., *Development of the design of a laboratory vibro-grinding machine for preparing samples for metallographic research*, IOP Conf, Series: Materials Science and Engineering 412 (2018) 012064.
- [6] Dolgova A.N., Bondar D.S., *Application of gas-piston unit in the scheme of energy installation of generation of energy carriers//Proceedings of the Rostov State University of Railways*, 2018, No. 4. P. 47-52.
- [7] Dautov, G., Kashapov, N., Fayrushin, I., Dautov, I., *Characteristics of potential well for nondegenerate electronic gas in a equilibrium dusty plasma*, (2013) Journal of Physics: Conference Series, 479 (1), № 012014.
- [8] *Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada*, ("Sl. glasnik RS", br. 61/2011).



MONITORING BUKE I PREVENTIVNE MERE ZA NJENO SMANJENJE U GRADU VRANJU

NOISE MONITORING AND SAFETY MEASURES FOR NOISE REDUCTION IN THE CITY OF VRANJE

Gordana Bogdanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

doktorant Maša Milošević, *Mašinski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.*

Jelena Marković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj – Buka u životnoj sredini je svaki neželjeni zvuk, emitovan iz različitih izvora (saobraćaj, industrija, građevinski i javni radovi, rekreacija, sport i zabava, itd.). Buka ispoljava štetne efekte na ljudski organizam u zavisnosti od frekvencije, intenziteta i vremena ekspozicije. Ona izaziva štetne efekte na čulo sluha i na druge organe i organske sisteme (kardiovaskularni, nervni). U radu su prikazani rezultati merenja buke obavljeni tokom marta i aprila 2019. godine, od strane predstavnika Zavoda za javno zdravlje Vranje. Merenja su izvršena na 3 merna mesta u Gradu Vranju: MT1, MT2 i MT3. Buka u životnoj sredini na posmatranim mernim mestima u martu i aprilu 2019. godine, potiče uglavnom od saobraćaja (autobusi gradskog prevoza, teški kamioni, laka vozila i motorcikli), posebno na posmatranim tačkama koje su zapravo saobraćajni magistralni pravci, ali i od aktivnosti građana u noćnom periodu merenja. Izmerene vrednosti buke u životnoj sredini, sa prekoračenjima posebno noću, mogu nepovoljno uticati na odmor i opšte stanje zdravlja ljudi, posebno ukoliko je njeno dejstvo stalnog karaktera.

Ključne reči: Životna sredina. Buka. Štetni efekti.

Abstract - Environmental noise represents any unwanted sound, emitted from various sources (traffic, industry, construction and public works, sports and entertainment, etc.). Noise could have harmful effects on the human body depending on the frequency, intensity and time of exposure. It can also cause harmful effects on the sense of hearing and on the other human organs and organ systems (cardiovascular, nervous). This paper presents the results of noise measurements performed during March and April 2019, by representatives of the Public Health Institute of Vranje. Measurements were performed at 3 measuring points in the City of Vranje: MT1, MT2 and MT3. Environmental noise in March and April 2019, at the observed measuring points MT1, MT2 and MT3, originates mainly from traffic (public transport buses, heavy trucks, light vehicles and motorcycles), especially at the observed points which are actually traffic highways, but also from the citizen activities at night. The measured values of noise in the environment, especially at night, can affect on the rest period and general health of people, especially if their effect is permanent.

Key words: Environment. Noise. Harmful effects.

1. UVOD

Zvuk proizvode tela u elastičnoj sredini (vazduh, voda, čvrsta tela) i rezultat je longitudinalnih oscilacija odnosno sabijanja i razređivanja vazduha [1].

Buka je svaki neželjeni zvuk. To znači da svaka zvučna pojava (zujanje, šum, galama, lupanje, govor i sl.) koja ometa rad ili odmor predstavlja buku. Buka je, naročito poslednjih decenija, jedan od osnovnih uzroka kompleksnog oštećenja zdravlja, naročito u velikim, gusto naseljenim gradovima. Nekada se smatralo da je dejstvo buke ograničeno na organ

sluha, ali je danas na osnovu opsežnih i sistematskih ispitivanja ustanovljeno da je njeno dejstvo mnogo složenije. Buka se ubraja u zagađivače štetne po zdravlje, za čije se nepovoljno dejstvo zna odavno. Nivoi buke prisutni u komunalnoj sredini nisu dovoljno visoki da bi doveli do oštećenja sluha, ali izazivaju čitav niz neauditivnih efekata. Naročito su osetljiva na buku deca mlađa od 6 godina i osobe starije od 65 godina. Žene srednjih godina su osetljivije od muškaraca. Buka se ubraja u stresogene faktore i utiče na poremećaj psihosomatskog zdravlja, jer izaziva specifične i nespecifične efekte, kao i stalne i privremene reakcije organizma. Buka ozbiljno pogađa nervni sistem (centralni i vegetativni), utiče

na srce, krvne sudove, krvni pritisak, digestivni trakt i mnoge druge organe i tkiva, u kojima izaziva promene i funkcionalne smetnje. Za merenje buke koristi se merna jedinica bel – B, tj. decibel – dB (u praksi se koristi decibel, koji je deset puta manji od bela) [2].

2. MATERIJAL I METODE RADA

Kontrola nivoa buke u gradskoj sredini zahteva kontinualno praćenje stanja buke. Položaj izvora buke uslovljen je rasporedom i lokacijom objekata u gradu i pravcem pružanja saobraćajnica i gradskih ulica. Na mernim mestima se organizuje merenje dnevnom i mesečnom dinamikom, za karakteristične vremenske intervale dnevnog i noćnog perioda merenja.

Merenje buke izvršeno je od strane predstavnika Zavoda za javno zdravlje Vranje u skladu sa: članom 25. Zakona o zaštiti od buke u životnoj sredini („Sl. Glasnik RS” br. 36/09 i 88/10), člana 23. stav 2. i člana 24. stav 2. Zakona o državnoj upravi („Sl. Glasnik RS” br. 79/05, 101/07, 95/10 i 99/14), člana 5. stav 3. i člana 37. stav 5. Zakona o ministarstvima („Sl. Glasnik RS” br. 44/14, 14/15 i 54/15), i člana 192. Zakona o opštem upravnom postupku („Sl. Glasnik SRJ” br. 33/97 i 31/01 i „Sl. Glasnik RS” br. 30/10) [4] i [5].

Merenje buke u životnoj sredini je izvršeno i u skladu sa sledećim propisima: Pravilnikom o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke („Sl. Glasnik RS” br. 72/10); Pravilnikom o uslovima koje mora da ispunjava stručna organizacija za merenje buke, kao i dokumentaciji koja se podnosi uz zahtev za dobijanje ovlašćenja za merenje buke („Sl. Glasnik RS” br. 72/10); Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini („Sl. Glasnik RS” br. 75/10) i Odlukom o zoniranju i merama zaštite od buke na teritoriji Grada Vranja („Sl. Glasnik RS” br. 43/2012 i 6/2015) [4] i [5].

Primenjene su metode merenja: SRPS ISO 1996-1 Opisivanje, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini (Osnovne veličine i procedure ocenjivanja) i SRPS ISO 1996-2 Opisivanje, merenje i ocenjivanje buke u životnoj sredini (Određivanje nivoa buke u životnoj sredini). Pri merenju nivoa buke korišćeni su merni uređaji: Merilo nivoa zvuka Brüel&Kjaer-tip 2250L (Danska), Kondenzatorski mikrofoni B&K-tip 4950 (Danska), Akustični kalibrator zvuka Brüel&Kjaer-Tip 4231(Danska) i Program Brüel&Kjaer Environmental Software BZ 5503 V. 4. 10 Serial No3000848 (Danska) [4] i [5].



Slika 1. Merno mesto MT1.

Merenja buke obavljena su tokom marta i aprila 2019. godine i to: 29. marta 2019. godine i 24-25. aprila 2019.

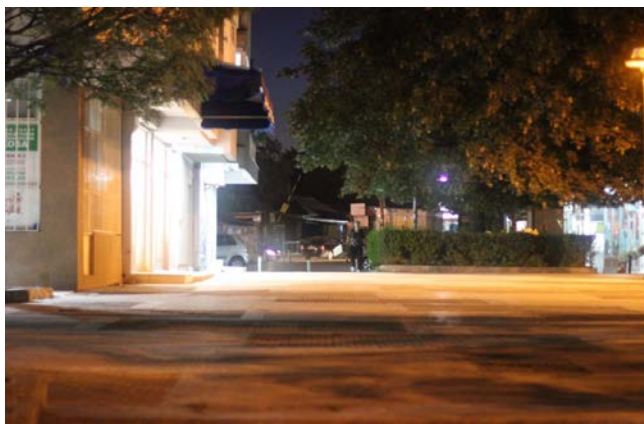
godine, na 3 merna mesta u Gradu Vranju: MT1, MT2 i MT3. Merno mesto MT1 je prostor šireg gradskog centra i nalazi se duž gradskih saobraćajnica sa zonom stanovanja. Merenja su obavljena na platou mozaika karte grada, 10 metara od sredine saobraćajnice. U okolini su višespratni objekti, hotel i zgrade suda i Republičkog fonda za penzijsko i invalidsko osiguranje, a buka uglavnom potiče od saobraćaja.

Merno mesto MT2 – nalazi se u samom centru grada (fontana kod pošte).



Slika 2. Merno mesto MT2.

Merno mesto MT3, je prostor koji se nalazi duž gradskih saobraćajnica sa zonom stanovanja. Merenja su obavljena na platou, ispred solitera sa betonske površine na udaljenosti od oko 30 metara od sredine saobraćajnice. U okolini su višespratni stambeni objekti, a buka uglavnom potiče od saobraćaja.



Slika 3. Merno mesto MT3.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Sistematskom merenju nivoa buke i definisanju njene vremenske zavisnosti, pristupilo se od 2010. godine na teritoriji Grada Vranja sa ciljem planiranja zvučne zaštite i mogućnosti ocene smetnji izazvanih bukom u gradskoj sredini.

Prema Uredbi o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini „Sl. glasnik RS, br. 75/2010” definisane su granične vrednosti indikatora buke po zonama, zavisno od njihove namene, kao i najviši dozvoljeni nivoi buke (tab. 1.). Granične vrednosti se odnose na ukupnu buku koja potiče od svih izvora buke na posmatranoj lokaciji [3].

Tabela 1. Granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru.

zona	namena prostora	nivo buke dB(A)	
		za dan i veče (dB)	za noć (dB)
1.	Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, kulturno istorijski lokaliteti i veliki parkovi	50	40
2.	Turistička područja, mala seoska naselja, kampovi i školske zone	50	45
3.	Čisto stambena zona	55	45
4.	Poslovno-stambena područja, trgovačko-stambena područja i dečija igrališta	60	50
5.	Gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno-upravna zona sa stanovima, zona duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica	65	55
6.	Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stambenih zgrada	Na granici ove zone buka ne sme prelaziti graničnu vrednost u zoni sa kojom se graniči	

Sva tri merna mesta nalaze se u 5. akustičnoj zoni (gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno-upravna zona sa stanovima, zona duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica) u kojima je dozvoljeni nivo buke tokom dana i večeri 65dB, a tokom noći 55dB (tab.1.) [3].

Izmerene vrednosti nivoa buke obavljenog 29.03.2019. godine na mernim mestima MT1, MT2 i MT3 u dnevnom, večernjim i noćnim časovima prikazane su u tabeli 2.[4] Urađena su pet merenja u trajanju od 15 minuta u periodima od 06-18 časova, zatim od 18-22 časa i merenja u intervalu od 22-06 časova, odnosno dnevna, večernja i noćna merenja.

Na mernom mestu MT1 izmerene vrednosti buke u mesecu martu 2019. god. iznosile su za dan do 63.1dB, za veče 58.8dB i za noć do 58.1dB. Prekoračenja nivoa buke u toku dana i večeri nije bilo, dok je tokom noći bilo prekoračenja za 3.1dB. Izmerene vrednosti buke na mernom mestu MT2 iznosile su za dan do 65.4dB, za veče 65.1dB i za noć do 52.1 dB. Prekoračenja nivoa buke u toku dana bilo je za 0.4dB i večeri za 0.1dB, dok tokom noći nije bilo prekoračenja. Na mernom mestu MT3 izmerene vrednosti buke iznosile su za dan do 61.2dB, za veče 66.1dB i za noć do 52.7dB. Prekoračenja nivoa buke tokom dana i noći nije bilo. Tokom večeri je bilo prekoračenja za 1.1dB (tab.2.) [4].

Tabela 2. Izmerene vrednosti nivoa buke 29.03.2019. god. na mernim mestima MT1, MT2 i MT3 u Gradu Vranju.

Merno mesto	Izmerene vrednosti nivoa buke dB (A)				
	dan		veče	noć	
	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje
MT1	58.8	63.1	58.8	61.0	58.1
MT2	65.4	62.6	65.1	63.9	52.1
MT3	61.2	59.8	66.1	54.1	52.7

Izmerene vrednosti merenja nivoa buke obavljenog 24.04.2019. godine na mernim mestima MT1, MT2 i MT3 u dnevnom, večernjim i noćnim časovima prikazane su u tabeli 3 [5].

Na mernom mestu MT1 izmerene vrednosti buke u mesecu aprilu 2019. god. iznosile su za dan do 60.4dB, za veče 58.8dB i za noć do 61.6dB. Prekoračenja nivoa buke u toku dana i večeri nije bilo. Tokom noći bilo je prekoračenja za 6.6dB. Izmerene vrednosti buke na mernom mestu MT2 iznosile su za dan do 64.8dB, za veče 65.1dB, a za noć do 62.3dB. Prekoračenja nivoa buke u toku dana nije bilo. Tokom večeri je bilo prekoračenja za 0.1dB i tokom noći za 7.3dB. Na mernom mestu MT3 izmerene vrednosti buke iznosile su za dan do 62.9dB, za veče 60.9dB, a za noć do 54.7dB. Prekoračenja nivoa buke tokom dana, večeri i noći nije bilo (tab. 3.) [5].

Na osnovu izmerenih vrednosti nivoa buke na sva 3 merna mesta, možemo zaključiti da je buka u životnoj sredini kontinuiranog toka i da najvećim delom potiče od saobraćaja, kao i od ugostiteljskih objekata u noćnim terminima. Pretpostavlja se da će i dalje u letnjim mesecima u večernjim i noćnim časovima nivo buke biti povećan od buke elektroakustičnih uređaja iz ugostiteljskih objekata i žagora i galame mladih oko tih objekata u centralnim delovima grada, takođe je evidentirano povećanje nivoa buke na glavnim saobraćajnicama i većim raskrsnicama.

Tabela 3. Izmerene vrednosti nivoa buke 24.04.2019. god. na mernim mestima MT1, MT2 i MT3 u Gradu Vranju.

Merno mesto	Izmerene vrednosti nivoa buke dB (A)				
	dan		veče	noć	
	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje
MT1	60.4	59.2	58.8	61.6	57.2
MT2	64.5	64.8	65.1	62.3	54.1
MT3	61.4	62.9	60.9	54.7	52.1

Buka je cena življenja u urbanoj ili industrijalizovanoj sredini.

Zaštita od buke obuhvata tehničku i medicinsku zaštitu. Ona podrazumeva primenu zvučne izolacije na vratima, zidovima i oplati uređaja, ograđivanje industrijske oblasti, podizanju vegetacije koja apsorbuje i preusmerava zvučne talase, odvajanju gradskih zona za život od radnih i sl. Na

pojedine proizvodne i radne procese može se uticati kako bi prateća buka bila što manja. Na primer, pokretni elementi, uređaji i sistemi treba da su projektovani i realizovani sa uskim tolerancijama, visokim kvalitetom i tačnošću, pravilno podmazani, opterećeni, itd. Kod kovanja, presovanja, probijanja, mašinske i drugih metoda obrade, parametri režima, tehnološki postupak, izbor alata i pribora, u velikoj meri mogu da utiču na porast ili smanjenje buke. Motori sa unutrašnjim sagorevanjem, kompresori, pumpe, ventilatori i turbine moraju biti snabdeveni uređajima za prigušenje zvučnih talasa [6].

Individualna tehnička zaštita podrazumeva korišćenje određenih sredstava, koja neposredno smanjuju intenzitet zvučnog talasa na bubnim opnama. Za buku jačine do 75dB koristi se vata, a za buku jačine do 85dB ušni čepovi. Vata umanjuje buku 5-10dB, a ušni čep 10-15dB. Kada je buka do 105dB koriste se štitnici za uši – naušnice (antifoni), čiji je efekat umanjivanja 15-30dB. Medicinska zaštita podrazumeva aktivno praćenje zdravstvenog stanja ljudi, koji su izloženi stalnom delovanju buke velikog intenziteta, kao i definisanje vremenskih normi za rad i odmor i dozvoljenog intenziteta buke. Na radnim mestima dozvoljena je prosečna buka do 80dB tokom osmočasovnog radnog vremena [6].

Predlog mera za smanjenje buke u Gradu Vranju:

- Odrediti tzv. crne, sive i bele akustične zone;
- Ispitati uticaj saobraćajne buke na zdravlje ljudi, koji žive u crnim akustičnim zonama u odnosu na kontrolnu grupu (bela akustična zona grada);
- Sprovesti oštriju kontrolu poštovanja propisa o preusmeravanju teških vozila na zaobilaznicu oko grada, odnosno zabrane saobraćaja takvih vozila kroz gradsku zonu;
- Insistirati na kontroli buke koju emituju motorna vozila pri tehničkom pregledu i u svakodnevnom saobraćaju;
- Nastaviti sa proširivanjem mreže ulica sa automatskom regulacijom saobraćaja i sinhronizaciji rada semafora na pojedinim pravcima i uvesti tajmere na semaforima koji traju duže od 3 minuta posebno na raskrsnicama sa magistralnim značajem [4] i [5].

4. ZAKLJUČAK

Buka u životnoj sredini na posmatranim mernim mestima MT1, MT2 i MT3 u martu i aprilu 2019. godine, potiče uglavnom od saobraćaja (autobusi gradskog prevoza, teški kamioni, laka vozila i motorcikla) posebno na posmatranim tačkama koje su saobraćajni magistralni pravci, ali i od aktivnosti građana u noćnom periodu merenja.

Izmereni nivoi buke na posmatranim mernim mestima, imali su značajno više vrednosti za dan i veče na lokacijama

koje se nalaze u zonama poslovno-stambenog područja, trgovačko-stambenog područja i dečijih igrališta, kao i u školskoj zoni, dok su u noćnim terminima prekoračenja izmerena skoro u svim zonama. Prekoračenja izmerenih vrednosti buke noću, mogu nepovoljno uticati na odmor i opšte stanje zdravlja ljudi posebno ukoliko je njihovo dejstvo stalno.

Način borbe protiv buke u životnoj sredini u velikoj meri zavisi od stepena razvoja, ekonomije, kulture i politike. Ne postoji procena na svetskom nivou o uticaju buke na životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao ni procena o ceni tog uticaja. Postojanje savremenih sa evropskim propisima usklađenih normativnih akata imaće za cilj da se maksimalno ograniči i kontroliše izlaganje populacije akustičkom zagađenju.

Postoji razvijena svest da društveni napredak zahteva uvođenje novih tehnologija i da je to nužnost vremena. Međutim, potrebno je učiniti sve kako bi bila bolja informisanost o potencijalnim rizicima koji su posledica korišćenja novih tehnologija i upoznati mehanizme njihovog delovanja na čoveka kao i pronaći odgovarajuće mehanizme zaštite.

LITERATURA

- [1] G. Bogdanović-Dušanović, D. Nikolić, N. Manojlović, A. Milenković, *Ekologija - uzroci i posledice zagađivanja sredine*, VŠPSS, Vranje, pp. 138-149, 2010.
- [2] A. Milošević, G. Bogdanović, M. Milošević, „Monitoring buke u životnoj sredini na teritoriji Grada Vranja”, Šesta regionalna međunarodna konferencija „Primenjena zaštita i njeni trendovi”, Zlatibor, pp.72-79., septembar 2019.
- [3] *Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini* „Sl. glasnik RS, br. 75/2010“.
https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/regulativa/uredba_o_indikatorima_buke_GV_metodama_za_ocenjivanje_indikatora_buke.pdf
- [4] *Izveštaj o merenju buke*, mart, 2019.
<http://www.vranje.org.rs/dokumenta.php?id=15026>
- [5] *Izveštaj o merenju buke*, april, 2019.
<http://www.vranje.org.rs/dokumenta.php?id=15026>
- [6] S. Đorđević, M. Gec, R. Kocijančić, M. Milošević, V. Milošević, M. Nikolić, L.J. Petrović, M. Savićević, B. Simić, B. Vračarić, *Higijena*, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, pp. 131-140, 1991.

VEGETACIJSKI SLOJ I NJEGOVA PRIMENA KOD RAZLIČITIH TIPOVA ZELENIH KROVOVA

VEGETATION LAYER AND ITS APPLICATION IN DIFFERENT TYPES OF GREEN ROOFS

Nemanja Petrović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Natalija Tošić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj – u ovom radu je predstavljena upotreba zelenih krovova kao jedan od načina da se smanji negativan uticaj urbanizacije na životnu i radnu sredinu čoveka. Upotreba zelenih krovova ne predstavlja ništa novo jer se za njihovu primenu zna vekovima unazad, nažalost ta primena nije na onom nivou na kom bi to bilo potrebno sa aspekta očuvanja prirode. Prema tipologiji razlikujemo intenzivne, poluintenzivne i ekstenzivne zelene krovove. Njihova osnovna razlika jeste u visini zelenila koje se na njih postavlja. U konstruktivnom smislu, što je više zelenilo, to je potrebna veća visina sloja supstrata u kom se nalazi korenje, a samim tim je i opterećenje koje se prenosi na konstrukciju veće. Predstavnici biljaka koji se mogu primenjivati kod svakog od ovih tipova zelenih krovova dati su u radu zajedno sa dubinom supstrata koji je potreban za njihov nesmetan razvoj.

Ključne reči: Zeleni krovovi, Vegetacija, Tipovi zelenila.

Abstract - This paper presents the use of green roofs as one of the ways to reduce the negative impact of urbanization on the living and working environment of man. The use of green roofs is nothing new because their application has been known for centuries, unfortunately this application is not at the level at which it would be necessary from the aspect of nature conservation. According to the typology, there are intensive, semi-intensive and extensive green roofs. Their main difference is in the height of the greenery that is placed on them. In terms of construction, the more greenery, the higher the height of the substrate layer in which the roots are located is, and thus the greater the load that is transferred to the structure. Representatives of plants that can be applied to each of these types of green roofs are given in the paper together with the depth of substrate required for their smooth development.

Key words: Green roofs, Vegetation, Greenery.

1. UVOD

Globalizacija kao pokretač modernog društva dovela je do značajnog razvoja procesa urbanizacije. Rezultat tog procesa je konstantno širenje gradova i povećanje izgrađenog prostora unutar postojeće strukture grada. U urbanim područjima zelena infrastruktura predstavlja ustupanje prostora za povratak zelenila i okretanje ka ekološki opravdanim ciljevima.

Zeleni krovovi predstavljaju način za implementaciju i povratak zelenila u izgrađenu strukturu grada. Na ovaj način se bar delimično može kompenzovati površina kojom objekat pokriva tlo. U zavisnosti od tipa krova, kao i od tipa vegetacije koja se koristi efekat koji se postiže primenom zelenog krova može da varira. Cilj ovog rada je upoznavanje sa karakteristikama i performansama zelenih krovova, kao i spoznaja njihovog doprinosa zaštiti životne sredine i mogućnostima izgradnje zelenih krovovih konstrukcija.

U radu će se dati osvrt na značaj zelene infrastrukture i zelenih krovova kao jednog od najpovoljnijih eko-

energetskih aspekata unapređenja fasadnog omotača zgrade. U okviru implementacije zelenih krovova biće razmatrane vrste biljaka koje su primenjive na različitim tipovima zelenih krovova podeljenih prema dubini sloja supstrata. Na kraju biće napravljena paralela između pojedinih razvijenih zemalja sveta i prakse implementacije zelenih krovova u Republici Srbiji.

2. ZELENA INFRASTRUKTURA U URBANIM PODRUČJIMA

Predviđene klimatske promene bi mogle doneti mnoštvo dramatičnih posledica, uključujući česte suše, nedostatak pijaće vode, smanjenje poljoprivredne proizvodnje, pojavu endemske gladi među siromašnim slojevima stanovništva, pojavu epidemija, migracije stanovništva u potrazi za vodom i hranom, konflikti oko ograničenih resursa, itd [1]. Ove posledice klimatskih promena najjače pogađaju urbana područja, usled ubrzane industrijalizacije i većeg stepena zagađivanja okruženja u odnosu na ruralne regije, te se kao ključna determinanta prilikom planiranja dalje urbanizacije

mora uključiti održivo upravljanje resursima, što između ostalog podrazumeva i integraciju zelene infrastrukture u okviru urbanističkih strategija. Sa sve osetnijim uticajem klimatskih promena funkcionalnost koju pružaju urbane zelene površine dobija na značaju [2].

Zelena infrastruktura predstavlja multifunkcionalno rešenje, kojim se mogu ublažiti negativni efekti klimatskih promena, sprečiti dodatna emisija CO₂, obezbediti ušteda energije itd. Stoga se sa različitih aspekata može i bliže pojmovno odrediti zelena infrastruktura. Holističkim pristupom zelena infrastruktura može se definisati kao zaštita, obnova ili formiranje objekata koji koriste prirodne procese za recikliranje kišnih voda, konzervaciju energije i prečišćavanje vazduha, na način koji podstiče povezivanje, podržava razvoj, koji je ekonomski održiv, i održiv sa stanovišta životne sredine [3].

Brojna tehnička rešenja obuhvaćena su pojmom zelene infrastrukture: zeleni krovovi, vegetacioni drenažni kanali, izgradnja novih zelenih površina ili inkorporiranje zelenih površina u okviru već izgrađene infrastrukture, sistemi za prikupljanje kišnih voda itd.



Slika 1. Tipovi zelene infrastrukture.

Od ključnog je značaja podizanje svesti stanovništva o posledicama koje klimatske promene i energetska kriza mogu doneti u globalnim razmerama. Stoga se uz svaki cilj ili učinjen napor da se dostigne nova tačka razvoja, bilo tehničko-tehnološkog, ekonomskog ili društvenog, zelena infrastruktura mora prepoznati u procesu planiranja na svim nivoima - od regionalnih prostornih strategija, kroz okvire lokalnog razvoja, ali i kroz kontrolu razvoja unutar urbanih susedstva [4].

3. ZELENİ KROVOVI

Jedna od ključnih funkcija građevinske industrije je da obezbedi odgovarajuću infrastrukturu neophodnu za zadovoljenje potreba ljudskog razvoja, ujedno i kako bi se poboljšao kvalitet života [5]. Uzevši u obzir klimatske promene i iscrpljene izvore energije na globalnom nivou, održivi razvoj koji se kao imperativ nametnuo svim sferama života i rada pronašao je svoj odraz i u arhitekturi i dizajnu. Zgrade imaju znatan potencijal kada je ušteda energije u pitanju. Ne samo da je to slučaj za inkorporisanje eko-energetskih elemenata u izgradnju novih zgrada, već je sve više aktuelna eko-energetska obnova postojećih. Svakako je od suštinskog značaja razmatranje termičkih svojstava materijala koji se koriste u izgradnji ili rekonstrukciji, s

obzirom na to da je potrebno obezbediti pravilnu izolaciju kompletnog omotača zgrade, kako bi se umanjili sveukupni gubici toplote. Osnovni zadatak projekatanta je svakako procena nosećeg kapaciteta krovne konstrukcije, i u skladu sa tim izvršiti adekvatnu zaštitu od korenja, hidroizolaciju i izbor vegetacije.

Danas krovovi više ne predstavljaju isključivo zaštitu građevinskih konstrukcija od vremenskih uticaja, već dobijaju i novu funkcionalnu i estetsku dimenziju. U skladu sa nadograđenim ciljevima arhitekture u vidu ekološki opravdane građevinske prakse i doprinosa uštedi energije, smanjenju dodatne emisije štetnih gasova, reciklaži i ponovnoj upotrebi korišćenih materijala gde je to moguće – razvijeni su između ostalog i zeleni krovovi [6].

Zeleni krovovi podrazumevaju površine koje su potpuno ili delimično pokrivene vegetacijom, a od samog krova ih deli zaštitni sloj. Nagib krova treba da bude minimalan, tek toliki da se omogući oticanje vode, dovoljno je i svega 0,5%. Ne bi trebalo da nagib bude veći od 40°, u suprotnom bi moglo da dođe do erozije.

Prve zelene krovove karakterisao je vek trajanja od tridesetak godina, dok danas iznosi do čak stotinu godina. Takođe, izbor boja i materijala pruža raznovrsna cenovno prihvatljiva i brza rešenja. Najčešće primenjivana konstrukcija zelenog krova međusobno spaja armiranobetonsku ploču kao nosivu konstrukciju i sistem izolacija, zavisno o željenim učincima i debljini zelenila, završnom sloju zemlje i zasađenom zelenilu. Različiti proizvođači i izvođači radova razvili su sopstvene varijacije sistema zelenih krovova, ali su slojevi i materijali koje koriste uglavnom isti. Uz specifične proizvodne procese, materijale koji se koriste, montažne procese i tehničke informacije o sistemu izgradnje zelenih krovova razlikuju se ponude proizvođača, a upravo u tome i leže njihovi potencijali za dostizanje određene pozicije na tržištu, stoga su javnosti dostupne samo opšte informacije o ponudi.

Popularizacija zelenih krovova kao sastavnog elementa zelene gradnje najpre je u skandinavskim zemljama dostigla vrhunac, a u ostalim zemljama Evrope našli su svoje mesto 70-ih godina dvadesetog veka. Na našem podneblju još uvek je izuzetak, prevashodno zbog još uvek skoro neosetnih posledica energetske krize i klimatskih promena, za razliku od drugih područja. Drugi razlozi leže u primeni još uvek konvencionalnih arhitektonskih rešenja, slabo razvijene svesti o nužnosti implementacije raznih aktivnosti u cilju zaštite životne sredine i obnovljivih izvora energije, ali i zbog retkih rekonstrukcija postojećih zgrada usled loše finansijske situacije i promenljivih urbanističkih planova.

4. TIPOVI ZELENIH KROVOVA

1. Intenzivni zeleni krovovi - potreban je prilično deblji sloj zemlje (više od 15 cm, uobičajena dubina zemlje iznosi oko 50 cm), a neophodno je i unajmiti stručne radnike koji bi bili zaduženi za procese navodnjavanja i kontinuirano održavanje. Oko 400kg/m² iznosi dodatni teret koji treba da iznese konstrukcija zgrade. Čitav dijapazon bilja stoji na raspolaganju kada je vegetacija kao deo intenzivnih krovova u pitanju: od raznih trava i ukrasnog bilja i žbunja, do određenih stabala čije korenje ne doseže preveliku dubinu. U zavisnosti od izbora bilja određuje se i dubina zemljišta, sistem za navodnjavanje i učestalost i vrste procesa

održavanja. Obezbeđuje se i estetski uređuje i pristup krovu u vidu asfaltiranih staza, zidova, a moguće se i inkorporisanje fontana, ribnjaka, igrališta i sličnih elemenata u dizajn ovakvih krovovih vrtova, što značajno doprinosi estetskoj i funkcionalnoj dimenziji intenzivnih zelenih krovova.

2. Poluintenzivni zeleni krovovi predstavljaju kombinaciju intenzivnih i ekstenzivnih, gde ekstenzivni tip uzima učešće do 25% površine uređenog zelenog krova. Podrazumeva sadnju rastinja srednje visine (25-50 cm), a dubina zemlje je oko 20cm, što dodaje teret oko 250 kg/m. Održavanje je potrebno na svakih 6 meseci, što opet zavisi od izbora vegetacije. Na ovim krovovima se uređuju prohodne staze, ali se mogu i u dizajn uključiti i određena mesta za boravak.

3. Ekstenzivni zeleni krovovi podrazumevaju pokrivanje krova relativno tankim sloj zemljišta (5-10 cm). Uspostavljanje sistema ekstenzivnih krovova uključuje nisko rastinje (5-25 cm), poput mahovine, lekovitog bilja, trave, i druge vegetacije koje ne zahtevaju mnogo truda i vremena. Ovi sistemi dizajnirani su tako da budu praktično samoodrživi i zahtevaju minimalno održavanje [7]. Težina iznosi oko 50 kg/m², stoga je ovaj tip zelenog krova pogodan za pokrivanje objekata sa slabijom krovnom konstrukcijom. Predstavljaju odličnu zaštitu za krovove i značajno umanjuju oticanje vode. Kako bi se vegetacija održavala, potrebno je đubrenje jednom godišnje, u jesen ili rano proleće. Zalivanje rastinja je potrebno samo u fazi rasta, dok 60% krova ne bude pokriveno vegetacijom. Nije čak potrebno ni uspostavljanje sistema za navodnjavanje, osim ukoliko se ekstenzivni krov ne postavlja u podneblju za koje su karakteristični dugi periodi suša i visokih temperatura. Uz sve navedeno, i sama montaža zelenih krovova znatno brža i lakše, dakle zahteva i niže finansijske izdatke od intenzivnih krovova. Međutim, u poređenju sa intenzivnim krovovima, zadržavanje i odlaganje kišnih voda, kontrola temperature i prostor za uzgajanje raznih poljoprivrednih kultura je na nižem nivou. Pristup krovu je ograničen u skladu sa potrebama održavanja, za razliku od intenzivnih zelenih krovova.

5. IZBOR VEGETACIJE

Prilikom izbora vegetacije koja će krasiti površinu zelenog krova, pre svega treba imati u vidu nosivost krovne konstrukcije i vegetativni sistem u okruženju. Svakako da se na zelenim krovovima mogu saditi isključivo biljke koje nemaju duboko korenje, bilo da je u pitanju intenzivni ili ekstenzivni krov. Naravno, treba uzeti u obzir i otežane uslove za uzgajanje određenih kultura na krovovima, pa su najbolji izbor biljke čije prirodno stanište čine litice ili druga negostoljubiva mesta. Sitni kaktusi i čuvarkuće, kao i ostali sukulenti odlično se uklapaju u koncept. Što se tiče trava, pogodne su one vrste travnatih biljaka koje nisu zahtevne kada je voda u pitanju i koje karakteriše brz rast: šaš, babina svila i sl.

Alpske biljke zahtevaju nešto dublje tlo, poput aster alpinusa i stolisnika. Ove biljke zahtevaju malo vode i preživljavaju i u teškim uslovima, te na krovovima odlično uspevaju. Pored njih za sadnju na krovovima vrlo je pogodno i začinsko bilje, s obzirom na suva i kamenita prirodna staništa: origano, timijan, raznorazne mediteranske biljke [8].

Zavisno od tipa zelenog krova kojim se želi prekriti određena krovna konstrukcija, za ozelenjavanje na raspolaganju stoji sledeća vegetacija [9]:

Tabela 1. Biljke pogodne za ekstenzivne krovove

Visina supstrata 6 cm		Visina supstrata 12 cm		Visina supstrata 18 cm	
Naziv	Visina u cm	Naziv	Visina u cm	Naziv	Visina u cm
Hajdučka trava	10 - 30	Šopulja	20 - 50	Šimšir	20 - 60
Sitni luk	10 - 25	Ovsik	30 - 100	Zvonce	Do 80
Smilje	15	Šaš	20 - 80	Pavit	Do 300
Karanfil	10 - 40	Pelen	Do 40	Perunika	40 - 80
Lan	10 - 25	Astra	15 - 30	Bor	60 - 80
Sebrica	3 - 20	Šibikovina	30 - 100	Bagrem	Do 200
Čuvarkuća	Do 8	Despik, lavanda	40 - 70	Šipak	Do 80

Tabela 2. Biljke pogodne za intenzivne krovove sa nižim supstratom

Visina supstrata iznad 12 cm		Visina supstrata iznad 15 cm		Visina supstrata iznad 25 cm	
Naziv	Visina u cm	Naziv	Visina u cm	Naziv	Visina u cm
Grobeljnik	15 - 30	Kandilka	20 - 50	Hajdučka trava	100
Smilje	10 - 15	Ognjic	30 - 60	Pokrovac	30 - 50
Karanfil	3 - 15	Zvonce	20 - 50	Sasa	80
Perunika	20 - 30	Hrizantema	30 - 50	Mak	80
Crnoglavka	5 - 20	Kozmos	30 - 100	Rudbekija	60
Čestoslavica	5 - 6	Kokotić	30 - 70	Kadulja	60

Tabela 3. Biljke pogodne za intenzivne krovove sa višim supstratom

Visina supstrata 25 - 60 cm					
Manje drveće		Grmlje		Penjačice i puzavice	
Naziv	Visina u m	Naziv	Visina u m	Naziv	Visina u m
Javor	Do 15	Šimšir žutika	Do 1,5	Pavit	5 - 7
Kesten	Do 20	Dren	Do 6	Hortenzija	2 - 3
Jasen	Do 10	Hortenzija	Do 3	Jasmin	Do 5
Šljiva	Do 20	Ribizla	Do 2	Kupina	2 - 6
Bor	Do 20	Šipak	Do 3	Biljke penjačice	1,5 - 3

6. PODIZANJE SVESTI O POTREBI POSTAVLJANJA ZELENIH KROVOVA

Porast interesovanja i aktivnosti društva za zaštitu i očuvanje životne sredine uzeo je maha u drugoj polovini 20. veka. Iako se u razvijenim zemljama preduzimaju mnoge aktivnosti u cilju zaštite životne sredine, gde je svest o ekološkim pitanjima na visokom nivou, na našim prostorima još uvek se ne poklanja dovoljno pažnje ovoj sferi. Jedan od načina upoznavanja sa potrebama očuvanja ekosistema je i jačanje ekološkog marketinga.

Danas se ozelenjavanje krovova primenjuje u svim zemljama gde se vodi računa o uštedi energije i zaštiti životne sredine, a u nekim je uveden zakon koji obavezuje izgradnju novih zgrada sa zelenim krovovima (Nemačka, Japan, Kanada, od skoro i Francuska) [10].

Ipak, zakonska regulativa predstavlja najrigidniji način rešavanja ekoloških problema na nacionalnom nivou. Ono što je potrebno jeste jačanje svesti pojedinaca, čime se konačno doprinosi značajnom kolektivnom uticaju na zaštitu životne sredine. To se može postići prevashodno posredstvom medija, slanjem jasnih ekoloških poruka i upoznavanjem šire javnosti sa opasnostima koje nose pogoršani ekološki uslovi za budućnost čitave civilizacije.

Situacija je zaista alarmantna ako se uzme u razmatranje napor i ulaganja u ekološke svrhe sa našeg podneblja. Na jugu Srbije samo jedan objekat ispunjava najviše svetske standarde u oblasti energetske efikasnosti, uštede energije i očuvanja životne sredine – ekspozitura ProCredit banke [11]. U odnosu na objekte istih dimenzija od oko 600 kvadratnih metara, zelena ekspozitura troši 30 puta manje energije za zagrevanje svih prostorija, devet puta manje energije za hlađenje i 10 puta manje struje za kompletno osvetljenje.

Primenjena rešenja omogućavaju smanjenje emisije ugljen-dioksida za preko 180 tona godišnje, a to bi bilo isto kao kada bi se sa ulica sklonilo 5000 automobila. Pored ozelenjavanja krova, postavljena su i 43 solarna panela na krovu objekta, koja proizvode 12 megavat sati energije, od kojih će višak biti prodavan EPS-u. Još jedan ekološki opravdana promena jeste i korišćenje geotermalne vode, koja je pronađena na dubini od 20 metara i sa prosečnom temperaturom od 14 stepeni Celzijusa. Cilj bi na nacionalnom nivou trebalo da bude izgradnja što više ovakvih energetske arhitektonskih rešenja.

Iako se na našem području još uvek ne osećaju snažno posledice energetske i ekološke krize, neophodno je preduzeti sve potrebne mere kako bi se očuvala životna sredina i zaštitila od daljeg uništavanja. Zeleni krovovi su jedan od načina kako se može obezbediti napredak u ekološkom doprinosu, a uz ekološku dimenziju doprineće i funkcionalnom iskorišćavanju krovnih površina.

7. ZAKLJUČAK

Zeleni krovovi ne predstavljaju izgradnju samostalnih entiteta, već način prilagođavanja već postojećih rešenja u skladu sa ekološkim principima. Dostupne su razne varijacije zelenih krovova, a pravi izbor zavisi od nosive konstrukcije objekta, klimatskih i vegetacionih uslova konkretnog podneblja, funkcionalnih potreba koje treba zadovoljiti i finansijskih sredstava koja stoje na raspolaganju. Intenzivni krovovi pružaju brojne mogućnosti za proširenje boravišnog i rekreativnog prostora, obezbeđuju ogromne pozitivne efekte za životnu sredinu, i pogodni su za veće objekte čija nosivost

konstrukcije dozvoljava njihovu izgradnju. Međutim, iziskuju ulaganje izvesnih finansija, vremena i rada za inicijalno postavljanje i kasnije održavanje. Stoga su ekstenzivni krovovi bolje rešenje za manje objekte, jer ne zahtevaju kontinuirano održavanje niti predstavljaju veliki teret za krovnu konstrukciju. Nakon obavljene kontekstualne analize i izbora tipa zelenog krova, treba se pozabaviti i samim dizajnom zelene površine i vegetacijom koja će biti uključena.

Brojne su prednosti koje pružaju zeleni krovovi u odnosu na konvencionalne krovne konstrukcije, posmatrano kako sa ekološkog aspekta, tako i sa estetskog, energetskog, funkcionalnog i tehničkog aspekta. Takođe valja napomenuti da, i pored toga što su inicijalni izdaci za postavljanje zelenog krova veći od cene koštanja klasičnih krovova, treba imati u vidu energetske uštede koje slede iz implementiranih zelenih krovnih konstrukcija, čime je njihova gradnja i ekonomski opravdana.

Na teritoriji naše države slabo je razvijena svest o potrebi i načinima zaštite životne sredine, ujedno i o prednostima zelene arhitekture. Veliki broj objekata u Srbiji ima lošu krovnu konstrukciju, a predstavlja značajan potencijal za rekonstrukciju i ugradnju zelenih krovova. Stoga bi trebalo upoznati javnost sa izvrsnim performansama zelenih krovova i doprineti očuvanju životne sredine pre nego što se osete efekti klimatskih promena i energetske krize, a katastrofalne posledice budu neminovne. Održivi razvoj je preduslov za dalji opstanak i razvoj civilizacije.

LITERATURA

- [1] Nikolić, M. (2010). Srbija pred izazovom globalnih klimatskih promena i njihovih posledica, Klimatske promene – studije i analize.
- [2] Gill, S., Handley J., Ennos, R., Pauleit S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure, Built Environment vol. 33 no.1, Climate Change and Cities, str. 115.
- [3] Hamin, E. M., Gurran, N. (2009). Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia, Habitat International 33, 238.
- [4] Bowler, E. D., Buyung-Ali, L., Knight T. M., Pullin A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence, Landscape and Urban Planning 97, str. 147.
- [5] Tam CM, Tam VWY, Tsui WS, (2004) Green construction assessment for environmental management in the construction industry of Hong Kong, International Journal Project Management 2004;22(7): str. 565.
- [6] Spence R, Mulligan H. (1995) Sustainable development and the construction industry, Habitat International 1995;19(3), str. 279.
- [7] Molineux CJ, Fentiman CH, Gange AC (2009), Characterising alternative recycled waste materials for use as green roof growing media in the U.K., Ecological Engineering, 2009;35(10), str. 1507.
- [8] <http://www.croenergo.eu/Sadili-bi-zelenikrov-Razmislite-o-ovim-biljkama-22591.aspx>.
- [9] Zbašnik-Senegačnik, M., (2006), Građevne konstrukcije: Zeleni krovovi, časopis Građevinar, izdanje 58, 2006 – 4, str. 337.
- [10] <http://www.efikasnost.com/2011/05/23/zeleni-krovovi/>
- [11] <http://www.agropartner.rs/VestDetaljno.aspx?id=26848&grupa=8>.

ISPITIVANJE I KARAKTERIZACIJA OTPADNE FILTER POGAČE KOMPA NIJE HENKEL SRBIJA

TESTING AND CHARACTERIZATION OF WASTE FILTER CAKES OF HENKEL SERBIA

Bratimir Nešić, *Akademiya tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Anica Milošević, *Akademiya tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - U radu je prikazan postupak ispitivanja i karakterizacije otpadne filter pogače iz prečišćavanja industrijskih otpadnih voda iz proizvodnog procesa u kompaniji Henkel Srbija. Ispitivani otpad - filter pogača sadrži otpadni mulj iz postrojenja za prečišćavanje industrijskih otpadnih voda poreklom iz industrijskih procesa ili procesa čišćenja separatora. Karakterizacija ispitivanog otpada obuhvata: uzorkovanje, identifikaciju i kategorizaciju, karakterizaciju u zavisnosti od stepena opasnosti (inertan, neopasan, opasan otpad i određivanje opasnih karakteristika otpada), karakterizaciju predmetnog otpada kao opasnog otpada i utvrđivanje koncentracije opasnih materija, određivanje fizičko-hemijskih karakteristika, određivanje toksikoloških karakteristika i efekata na ljudsko zdravlje, određivanje mogućih uticaja na životnu sredinu kao i druge postupke u skladu sa primenjenom metodologijom i izradu izveštaja o ispitivanju otpada. Osnovni cilj je, da se na osnovu karakterizacije ispitivanog otpada, zaključi da li je isti opasan ili neopasan i na osnovu toga doneti odluku koje metode zbrinjavanja treba primeniti.

Ključne reči: ispitivanje, karakterizacija, otpad, prečišćavanje, otpadne vode.

Abstract - The paper presents the procedure of testing and characterization of cake waste filters from industrial wastewater treatment from the production process in the company Henkel Serbia. Test waste - cake filter contains waste sludge from industrial wastewater treatment plants originating from industrial processes or separator cleaning processes. Characterization of the tested waste includes: sampling, identification and categorization, characterization depending on the degree of hazard (inert, non-hazardous, hazardous waste and determination of hazardous waste characteristics), characterization of the subject waste as hazardous waste and determination of hazardous substances concentration, determination of physicochemical characteristics, determination toxicological characteristics and effects on human health, determination of possible impacts on the environment as well as other procedures in accordance with the application of the methodology and preparation of reports on waste testing. The main goal is, based on the characterization of the tested waste, to conclude whether it is hazardous or non-hazardous and based on that to make a decision on which methods of disposal should be applied.

Key words: testing, characterization, waste, treatment, wastewater.

1. UVOD

Propisno tretiranje otpadnih voda, pre ispuštanja u vodotokove, značajno doprinosi sprečavanju zagađenja životne sredine. Propisno tretirane otpadne vode mogu biti bezbedno tretirane u skladu sa normativima odnosno reciklirane i ponovo korišćene za navodnjavanje kao i druge namene voda visokog kvaliteta. Netretirane, tj. neprečišćene otpadne vode predstavljaju glavne izvore zagađivanja površinskih i podzemnih voda.

U radu su identifikovane neophodne karakteristike otpadne filter pogače od prečišćavanja industrijskih otpadnih voda u kompaniji „Henkel Srbija”. Postupci obuhvataju: opis stanja na terenu, definisanje zadataka i traženje rešenja, analizu

raspoloživih informacija i rad na delovima analize koji nedostaju. Ispitivane vrste otpada su dobijene analizom filter pogače nastale prečišćavanjem industrijskih otpadnih voda koje kompanija generiše. Ispitivanje i karakterizacija filter pogače podrazumeva: uzorkovanje, identifikaciju sa kategorizacijom zagađujućih otpadnih materija, karakterizaciju shodno stepenu opasnosti (inertan, neopasan, opasan otpad i određivanje opasnih karakteristika otpadnih materija), karakterizaciju predmetnih materija otpada kao opasnog otpada i utvrđivanje koncentracije opasnih materija, određivanje fizičko-hemijskih karakteristika, određivanje toksikoloških karakteristika, uticaja na ljudsko zdravlje i mogućih uticaja na životnu sredinu kao i druge postupke primenjene metodologije i izradu izveštaja o ispitivanju otpada.

2. O KOMPANIJI HENKEL SRBIJA

Kompanija Henkel je osnovana 1876. godine i zapošljava približno 50.000 ljudi širom sveta. Henkel u Srbiji ima oko 420 zaposlenih. Oblast poslovanja obuhvata tri segmenta: proizvodnju kućne hemije, proizvodnju sredstava za ličnu negu kao i proizvodnju građevinskih lepkova, lepkova široke potrošnje i industrijskih lepkova i završnih fasadnih maltera i boja. S obzirom da je reč o hemijskoj industriji i proizvodnji (koja predstavlja potencijalnog zagađivača), sa aspekta podizanja svesti o uticajima na životnu sredinu, prihvatanja odgovornosti za te uticaje i smanjenje uticaja, bila je neophodna implementacija standarda ISO 14001 odnosno upravljanje organizovanim ljudskim aktivnostima (u privrednim i drugim organizacijama) radi smanjivanja i sprečavanja negativnih uticaja na životnu sredinu [1].

3. ZAKONSKA REGULATIVA

S obzirom da je reč o vodi, prirodnom resursu koji je istovremeno i sirovina i stanište, namirnica i sredstvo za rad, energent i mnogo toga još, jasno je da je predmet mnogih zakonskih regulativa i delovanja mnogih ministarstava. U skladu sa Zakonom o vodama, neophodno je konstantno vršiti integralno upravljanje vodama, vodnim objektima i vodnim zemljištem.

Kada su otpadne vode u pitanju, i sprovođenje zaštite voda od zagađivanja voda, u Henkel Srbija se rukovode sledećom zakonskom regulativom:

- Zakon o vodama [2];
- Uredba o klasifikaciji voda [3];
- Uredba o kategorizaciji vodotokova [4];
- Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje [5];
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje [6];
- Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje [7];
- Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima [8];
- Pravilnik o opasnim materijama u vodama [9].

4. TEHNOLOŠKI PROCES PREČIŠĆAVANJA

U cilju rešavanja problema prerade industrijskih otpadnih voda potrebno je izvršiti ispitivanje istih. Osnovni ciljevi ispitivanja se zasnivaju na: utvrđivanju količine i sastava svih značajnih, pojedinačnih otpadnih voda i zbirne otpadne vode, identifikaciji najvećih pojedinačnih izvora zagađenja u tehnološkom proizvodnom procesu, ispitivanju i eventualnom utvrđivanju mogućnosti za eliminaciju ili ponovnu upotrebu ili čak recirkulaciju prečišćenih otpadnih voda, ispitivanju mogućnosti rekuperacije pojedinih sporednih ili izvesnih količina glavnih proizvoda i smanjenja količine i stepena zagađenosti pojedinih otpadnih voda, postavljanje vodnog bilansa za čitavo preduzeće i materijalnog bilansa svih glavnih zagađivača. Na osnovu tabele 1. sa karakteristikama otpadnih voda po granama industrije [13], može se zaključiti koliki je

stepen štetnosti otpadenih voda karakterističan i za nas interesantnu, hemijsku industriju.

Tabela 1. Karakteristike otpadnih voda po granama industrije [13]

Hemijska, naftna i petrohemijska industrija	Prisutna je velika potrošnja vode za: tehnološke svrhe, napajanje kotlova i rashlađivanje. Sastav otpadnih voda zavisi od vrste sirovina, proizvoda i tehnoloških postupaka. Specifični parametri zagađenja su: temperatura, pH, suspendovane materije, organske materije, azot, fosfor, nitrati, sulfati, kalijum, kalcijum, fluoridi, arsen, nikl, hrom, hloridi, olovo, cink, bakar, fenoli, ugljovodonici, cijanidi, titan, silikati, merkaptani, sulfidi, ulja, masti itd.
Prehrambena industrija	Voda se troši za transport sirovina, izluživanje korisnih sastojaka, termičku obradu gotovih proizvoda, rashlađivanje, čišćenje opreme i prostorija. Najznačajnije industrije su: šećerane, pivare, mlekarne, fabrike za preradu voća i povrća, industrija vrenja, mesna industrija i industrija konditorskih proizvoda. Karakteristični parametri zagađenja su: taložne materije, suspendovane materije, organske materije, azot, fosfor, ulje, masnoće, hloridi i temperatura.
Industrija papira	Uloga vode u ovoj industriji je tako velika da se čini kao "druga sirovina" pored biljnih tkiva. Voda se pre svega troši kod izluživanja sirovine a potom i kod stvaranja pulpe za presovanje papira. Karakteristični parametri zagađenja su: pH, suspendovane materije, organske materije, boje, teški metali, sulfidi, fenoli, azot i fosfor.
Kožarska i tekstilna industrija	Voda se troši za pripremu sirovina i za doradu proizvoda. Karakteristični parametri zagađenja su: temperatura, pH, taložne materije, suspendovane materije, boje, rastvorne neorganske materije, organske materije, hrom, sulfidi, fenoli, ulja, masnoća.
Metaloprerađivačka industrija	Voda se troši za raširanje i u procesu termičke obrade i površinske zaštite metala. Količina otpadnih voda je relativno mala ali je zagađenje specifično i veliko. Karakteristični parametri su: pH, ulje, masnoća, hrom, olovo, cink, kadmijum i fenol.
Otpadne vode iz stočarstva	Otpadne vode potiču prvenstveno sa stočnih farmi sa tečnim izdubirivanjem. Količina i sastav tečnog stajnjaka na jednoj farmi zavisi od više faktora, kao što je brojno stanje, tehnologija ishrane, način izdubirivanja i sl. Glavna karakteristika tečnog stajnjaka je visoko organsko zagađenje. Pri tome se znatan deo prisutnih organskih materija nalazi u taložnom suspendovanom obliku. Posebna karakteristika ovih otpadnih voda je visoka količina amonijaka zbog čega imaju izražen alkalni karakter.

Uvidom u podatke sa tabele možemo konstantovati da se, zbog svojih štetnih i opasnih karakteristika, industrijske

otpadne vode nastale u procesima hemijske industrije, obavezno moraju prečišćavati [13].

Na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda kompanije Henkel Srbija, zastupljeni su fizički (mehanički), hemijski, fizičko-hemijski i biološki postupci obrade otpadnih voda. Svi ovi postupci su integrisani u jedinstveni tehnološki proces prečišćavanja tehnoloških otpadnih voda, koje se generišu u okviru kompanije [1].

5. ANALIZA REZULTATA

Na zahtev kompanije tokom 2019. godine vršeno je ispitivanje otpadne filter pogače nastale prečišćavanjem industrijskih otpadnih voda od strane Instituta MOL iz Stare Pazove, ovlašćene laboratorije za ispitivanje otpada.



Slika 1. Ispitivani uzorak.

Na osnovu analize izveštaja o izvršenom ispitivanju i kategorizaciji [10], može se konstatovati da se otpad nalazi u čvrstom stanju (fizička osobina) i da je nastao prečišćavanjem industrijskih otpadnih voda. Pored toga, dobijene su i sledeće informacije [10]:

- Kategorija otpada prema Q listi: uzorci, otpadne industrijske pogače pripadaju kategoriji **Q9** (ostaci iz procesa za smanjenje zagađenja (npr. mulj iz uređaja za vlažno prečišćavanje gasova, prašina iz vrećastih filtera, potrošeni filteri)).
- Indeksni broj otpada prema katalogu otpada je **19 02 06** Otpadi iz objekata za obradu otpada, pogona za tretman otpadnih voda dalje od lokacije proizvodnje i pripremu vode namenjene ljudskoj upotrebi i vode za industrijsku upotrebu.
- Karakter otpada: **neopasan otpad** jer nema negativan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi.
- Ukupan procenat vlage je 53.11% , što je veći procenat vlage, manja je sagorljivost.
- Ostatak nakon žarenja je 36.73 %
- Gubitak žarenjem (550°C) iznosi 63.27%.
- Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) koji su, inače široko rasprostranjeni u životnoj sredini a neki od njih imaju mutagena i kancerogena svojstva, prisutni su u vrednostima ispod referentnih.

- Izmerena pH vrednost iznosi 7,8 dok se referentna vrednost kreće u rasponu 6-13.
- Izmerene vrednosti, nitrita i sulfata su u okvirima referentnih vrednosti.
- Vrednosti fluorida i hlorida su u granicama referentnih vrednosti.
- Vrednosti teških metala (olovo Pb, kadmijum Cd, cink Zn, bakar Cu, arsen As, živa Hg i nikl Ni) se kreću u referentnim okvirima.

Analizom i upoređivanjem prikazanih rezultata ispitivanja sa referentnim vrednostima može se zaključiti da po svojim fizičkim i hemijskim osobinama ispitivane otpadne filter pogače nastale prečišćavanjem otpadnih industrijskih voda u kompaniji Henkel Srbija, ni u jednom segmentu nisu prelazile maksimalno dozvoljenu koncentraciju ni referentne vrednosti i samim tim ne predstavljaju opasan otpad. Predmetni otpad je u oba slučaja klasifikovan kao otpad koji **nije opasan/nije inertan**.

6. PREDLOG METODA ZBRINJAVANJA OTPADA

Dalji tretman ovog otpada je označen oznakom R13 koja se odnosi na postupke ponovnog iskorišćenja (R- Skladištenje otpada namenjenih za bilo koju operaciju od R1 do R12 - isključujući privremeno skladištenje otpada na lokaciji njegovog nastanka) [11]. Za takvo rešenje su se opredelili u kompaniji Henkel Srbija, iako primenjuju strategiju čiste proizvodnje, koja je bazirana na tome da sve otpadne tokove iz proizvodnje maksimalno ponovno koriste, minimalizuju količinu otpadnih tokova i smanjuju stepen zagađenja. Princip čistije proizvodnje podrazumeva racionalizaciju potrošnje sveže vode (zatvaranjem krugotoka vode unutar postrojenja primenom ponovne upotrebe i/ili recirkulacije vode), regeneraciju korisnih materija iz otpadne vode i korišćenje otpadnog mulja kao sekundarne sirovine, goriva za dobijanje energije ili u druge svrhe. S obzirom da se predmetni otpad predaje ovlašćenom licu na dalji tretman, u tom smislu, predlog istraživača bi se odnosio na ulaganje napora da se otpad, nastao prečišćavanjem industrijske vode maksimalno ekonomično i ekološki iskoristi u samoj kompaniji. Nastali otpadni tokovi bi se mogli ponovo koristiti kao sekundarne sirovine za druge proizvodne procese (kompostiranje u poljoprivredi, proizvodnja briketa, industrija cementa i sl.) [1].

Upotreba otpadnog mulja za dobijanje energije ili u komercijalne svrhe, značajno smanjuje troškove rada i održavanja sistema za prečišćavanje voda a značajno se smanjuje negativan uticaj na životnu sredinu. Prečišćavanje otpadnih voda industrije je svakako isplativo kada se iz otpadnih voda tokom prečišćavanja zadržavaju korisne materije (vlakna, aditivi, hemikalije i sl.) i/ili kada se otpadni mulj u povratnom toku koristi unutar postrojenja kao i za dobijanje energije, ili se komercijalno koristi: kao kompost, sirovina za izradu građevinskog materijala, briketa i sl. Tako se efikasno, i uz određene benefite, mogu ispuniti ekološki standardi. Kompanija Henkel Srbija, teži tome da smanji količinu otpadnih voda i otpadnog mulja koji nastaje u postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda, i na taj način doprinelo minimizaciji uticaja na životnu sredinu. Pozitivan ekološki efekat je neprocenjiv i kao primer drugima kako uspešno i bezbedno zbrinuti otpad “pretvoriti” u novi proizvod. Na osnovu svega izloženog, može se zaključiti da

mulj iz postrojenja za preradu otpadnih voda može da ne predstavlja problem, već vredan resurs. Ostaje pitanje kojom najboljom dostupnom tehnologijom [12], dugoročno rešavati problem otpadnog mulja, tako da to bude ekološki prihvatljivo, energetski efikasno i isplativo. U tom slučaju bi se već pri samom projektovanju sistema za prečišćavanje otpadnih voda, morale sagledati sve dostupne tehnologije, tj. sve mogućnosti korišćenja otpadnog mulja, koje prvenstveno zavise od očekivanih fizičko-hemijskih svojstava mulja, njegovih nutritivnih vrednosti, toplotnog kapaciteta odnosno energetskog potencijala i sl.

7. ZAKLJUČAK

Veliki proizvodni kompleksi koji beleže i velike količine raznovrsnih proizvoda generišu takve količine otpada čijem zbrinjavanju moraju posvetiti ozbiljnu pažnju kako ne bi došlo do ugrožavanja zdravlja ljudi i narušavanja životne sredine. Hemijske analize i praćenje kvaliteta voda predstavljaju bitan izvor informacija o stanju vodenih ekosistema, o efikasnosti preduzetih korektivnih mera, kao i o uticaju određenih proizvodnih tehnologija na kvalitet vode. Analizom rezultata dobijenih ispitivanjem i karakterizacijom otpadne filter pogače, nastale prečišćavanjem optadnih industrijskih voda u kompaniji Henkel Srbija i njihovim upoređivanjem sa referentnim vrednostima, došlo se do određenih zaključaka i ideja za konačno donošenje odluke. Zaključak je da po svojim fizičkim i hemijskim osobinama ispitivana otpadna filter pogača ne predstavlja opasan otpad jer dobijene vrednosti ni u jednom segmentu ne prelaze referentne vrednosti i samim tim ne predstavljaju opasan otpad. Otpad je opasan, između ostalog, kada ima bar jednu opasnu karakteristiku ili kada dođe do povećanja koncentracije određenog sastojka tako da prelazi granične vrednosti. Uzimajući u obzir rezultate analize otpadne pogače i karakteristike inertnog otpada, zaključak je da se predmetni otpad klasifikuje kao otpad **koji nije opasan/nije inertan**. S obzirom da je imperativ svake proizvodne delatnosti da stvori novu vrednost sa što manjim utroškom sirovina, energije i radne snage i minimalnim negativnim uticajem na okruženje i da se poslednjih godina, na globalnom nivou, industrija suočava sa sve strožijim pravnim normama u pogledu smanjenja emisija zagađujućih materija u vodu, vazduh i zemljište, odluka bi se odnosila na ulaganje napora da se ovaj otpad maksimalno ekonomično i ekološki iskoristi u samoj kompaniji Henkel Srbija. Nastali otpadni tokovi bi se mogli ponovo koristiti kao sekundarne sirovine za druge proizvodne procese (kompostiranje u poljoprivredi, proizvodnja briketa, industrija cementa i sl.). Ali, zbog toga što

su troškovi projektovanja, nabavke, ugradnje i održavanja sistema za prečišćavanje značajna investicija za proizvođače, značajno mogu da poskupe i cenu krajnjeg proizvoda. Zbog toga se kompanije odlučuju da otpadne tokove iz proizvodnje, koje sami ponovo ne koriste, predaju ovlašćenim licima na dalji tretman.

LITERATURA

- [1] Analiza uticaja na životnu sredinu fabrike za proizvodnju kapsula za mašinsko pranje rublja, *Henkel Srbija DOO*, 2019.
- [2] Zakon o vodama, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon.
- [3] Uredba o klasifikaciji voda, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 5/68.
- [4] Uredba o kategorizaciji vodotokova, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 5/68.
- [5] Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 67/11, 48/12 i 1/16.
- [6] Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 50/12.
- [7] Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 24/14.
- [8] Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 33/16.
- [9] Pravilnik o opasnim materijama u vodama, *Službeni glasnik Republike Srbije*, br. 31/82.
- [10] Izveštaj o ispitivanju br. L-4181/19, *Institut MOL*, Stara Pazova, 2019.
- [11] Uputstvo za određivanje oznaka postupaka ponovnog iskorišćenja (R) i deponovanja otpada (D), *Agencija za zaštitu životne sredine*, Beograd, 2010.
- [12] <https://www.epa.ie/licensing/info/bat/>.
- [13] http://www.eurogreen.co.rs/essential_grid/industrijske-vode.



IMPLEMENTACIJA EMAS SISTEMA U UPRAVLJANJE ŽIVOTNOM SREDINOM **EMAS SYSTEM IMPLEMENTATION IN THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

Natalija Tošić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu predstavljen je jedan od sistema upravljanja zaštitom životne sredine koji se zasniva na skupu aktivnosti i sredstvima upravljanja za efikasnu i efektivnu zaštitu životne sredine sa ciljem za njeno konstantno unapređenje. EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) predstavlja sistem upravljanja pomoću kojeg organizacije vrednuju, saopštavaju i poboljšavaju svoj učinak zaštite životne sredine. U radu su predstavljeni koraci za implemetaciju EMAS sistema kao i značaj uspešne implementacije sistema. Kroz kreiranje politike zaštite životne sredine, zakonskih zahteva, opštih i posebnih ciljeva i monitoring i merenje uticaja na životnu sredinu predstavljena je modernizacija menadžmenta kojom se utiče na oblikovanje i razvoj javne svesti.

Ključne reči: Životna sredina. Zaštita životne sredine. EMAS. Upravljanje životnom sredinom.

Abstract - In this paper, one of the environmental management systems is presented, which is based on a set of activities and management tools for efficient and effective environmental protection with the aim of its constant improvement. EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) is a management system through which organizations evaluate, communicate and improve their environmental performance. The paper presents the steps for the implementation of the EMAS system as well as the importance of successful system implementation. Through the creation of environmental protection policy, legal requirements, general and specific goals and monitoring and measurement of environmental impact, the modernization of management is presented, which influences the formation and development of public awareness.

Key words: Environment. Environmental protection. EMAS. Environmental management.

1. UVOD

EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) je šema eko-menadžmenta i provere kojom organizacije procenjuju uticaj svoje delatnosti na okolinu, informišu javnost o trenutnoj proceni stanja uticaja i unapređuju efikasnost rada u skladu sa zahtevima vezanim za životnu sredinu [1]. EMAS predstavlja dobrovoljni sistem eko menadžmenta i šeme provere koji je uspostavljen 1993. godine u Evropskoj uniji. Od 1995. godine kompanije u oblasti industrije ga mogu uvesti na dobrovoljnoj bazi, a zatim je EMAS sistem proširen na sve kompanije koje imaju uticaja na životnu sredinu. Cilj ovog sistema je promovisanje neprekidnog ocenjivanja i unapređenja aktivnosti u oblasti zaštite životne sredine [2].

EMAS je sistem, zasnovan na standardima EU, za sada u Srbiji još uvek nema organizacija koje su u njemu registrovane, ali su tri kompanije izrazile spremnost da se uključe - Galenika, TRS Europe i Gorenje Valjevo [3]. Srbija u okviru pregovaračkog poglavlja 27, ima obavezu da sprovodi standarde EU u oblasti zaštite životne sredine, što zahteva znatna finansijska sredstva i obučenos administrativnih kapaciteta kako na lokalnom tako i na nivou cele države. EMAS je svojevrsna nadogradnja standarda ISO 14001, koja kompletno uključuje, ali dodaje još neke zahteve. Cilj EMAS je takođe i da kompanija smanji ekološke rizike, ali da pri tom ostvari uštede i postigne veću konkurentnost [1] [4].

EMAS sistem primenjuje se u 27 zemalja Evropske unije, kao i u Norveškoj, Islandu i Lihtenštajnu, a zemlje kandidati za članstvo u Evropskoj uniji su u procesu implementacije ovog sistema jer on predstavlja jedan od uslova za ulazak u Evropsku uniju [5].

U radu će biti obrađeni koraci implementacije EMAS sistema u upravljanju zaštitom životne sredine u Republici Srbiji.

2. KORACI IMPELEMENTACIJE EMAS SISTEMA

Sistem menadžmenta i proveravanja zaštite životne sredine (EMAS) predstavlja sredstvo upravljanja i rukovođenja pomoću kojeg organizacija vrednuje, saopštava i poboljšava svoj učinak zaštite životne sredine.

Nakon revizije EMAS-a 2001. godine, sistem je otvoren za sve privredne sektore, bez obzira na strukturu vlasništva. Pored toga, EMAS je ojačan integracijom standarda EN/ISO 14001, kao sistema menadžmenta zaštitom životne sredine, koji je integrisan u EMAS.

Ovaj komplet alata organizovan je prema klasičnom upravljačkom ciklusu: Planiranje – Sprovođenje – Provera - Delovanje (Plan – Do – Check – Act ili PDCA ciklus) kako bi pomogao organizacijama da razviju i primene sistem menadžmenta zaštitom životne sredine u skladu sa standardom EN ISO 14001. Upravljački ciklus ilustrovan je na slici 1.



Slika 1. PDCA ciklus [6]

Slika 1 predstavlja način upravljanja sistemom menadžmenta zaštite životne sredine i to kroz:

P = planiranje i organizacionu struktura EMS

D = sprovođenje programa

C = kontrolu i vrednovanje učinka zaštite životne sredine

A = delovanje, rad na stalnom poboljšavanju i, što je podjednako važno, na komunikaciji i verifikaciji.

2.1. Kreiranje politike zaštite životne sredine

Politika zaštite životne sredine je javni dokument koji priprema organizaciju i u kome je opisana njena posvećenost zaštiti i kvalitetu životne sredine. Politika zaštite životne sredine, koju donosi najviše rukovodstvo, (eng. top management) mora da sadrži sledeće elemente [7]:

- performanse kvaliteta i zaštite životne sredine koje su na nivou višem od zakonskih zahteva,
- mere neophodne za smanjenje, sprečavanje i eliminisanje zagađenosti i negativnih uticaja (pritisaka) na životnu sredinu i načine za njihovo sprovođenje,
- sprečavanje i smanjenje rizika od emisija zagađujućih materija u slučaju akcidenata i vanrednih situacija i
- potpuno informisanje zainteresovanih javnosti, posebno otvaranjem dijaloga o uticaju organizacije na kvalitet životne sredine,

Dokument politike zaštite životne sredine jedne organizacije mora da bude sažet i jasan, da sadrži prethodno navedene elemente, kao i datum i potpis nadležnih lica ispred organizacije. Kao takav on mora biti na uvidu javnosti.

2.2. Analiza uticaja organizacije na životnu sredinu

Ovo je, verovatno, najvažniji korak u implementaciji EMAS-a. On predstavlja sistematsko i detaljno vrednovanje različitih aspekata aktivnosti organizacije prema kriterijumima kvaliteta i zaštite životne sredine. Često se za ovaj korak kaže „ekološki otisak“ organizacije. Preispitivanje pruža osnovu za efikasan i efektivan akcioni program zaštite i stalnog unapređenja kvaliteta životne sredine i uspostavljanje jasnih opštih i posebnih ciljeva. Početno preispitivanje obuhvata istraživanje i definisanje [8]:

- značajnih aspekata i uticaja na životnu sredinu, koji su posledica delatnosti, proizvoda i usluga organizacije,

- zakonskih i zahteva regulative koji su značajni za organizaciju,
- celokupne postojeće prakse i postupaka u organizaciji, povezane sa menadžmentom i kvalitetom zaštite životne sredine,
- vrednovanja uzroka i posledica prethodnih akcidenata u organizaciji,
- reakcija zainteresovanih javnosti iz okruženja organizacije.

Ovi rezultati imaju tačno određeno mesto u evidenciji i određivanju značajnih uticaja organizacije na kvalitet životne sredine.

Ne postoji univerzalna metoda za vrednovanje i merenje uticaja organizacije na kvalitet životne sredine. Na početku bi svaka organizacija trebalo da stekne detaljniji uvid u sopstvene neposredne i posredne uticaje na kvalitet životne sredine. Tokom vrednovanja treba uzeti u obzir aspekte i probleme vezane za lokaciju i delatnosti (buka, neprijatni mirisi, vizuelni uticaji i efekti, zauzimanje prostora i namena površina...).

2.3. Zakonski zahtevi

EMAS može biti od pomoći pri usaglašavanju sa zakonskim zahtevima, poštovanju ugovorenih obaveza i sektorskih kodeksa ponašanja, koji utiču na aktivnosti organizacije, tako što obezbeđuju sistem za stalno ažuriranje aktivnosti organizacije.

U slučaju neusaglašenosti, moraju se preduzeti korektivne mere kako bi se postigla efektivnost i efikasnost sistema.

Organizacije nisu uvek u prilici da budu upoznate sa svim značajnim zakonskim i drugim zahtevima, ali se mogućnosti za praćenje zakona i propisa stalno poboljšavaju.

Organizacije sa registrovanim EMAS sistemom prelaze granice usaglašenosti sa zakonskim zahtevima, predviđaju i učestvuju u razvoju novih propisa i na taj način rade sa višim standardima i teže njihovom zadovoljenju i ostvarivanju. EMAS takođe može biti od pomoći u ostvarivanju jačih veza i boljoj usaglašenosti sa lokalnim, regionalnim i nacionalnim vlastima.

2.4. Opšti i posebni ciljevi kvaliteta zaštite životne sredine

Opšti ciljevi zaštite životne sredine izvedeni su iz politike i početnog preispitivanja kvaliteta i zaštite životne sredine kao što se može videti na slici 2. Posebni cilj zaštite životne sredine predstavlja precizan, vremenski određen zahtev učinka, za ostvarivanje opšteg cilja. Opšti i posebni ciljevi EMAS moraju biti opisani, objavljeni i redovno ažurirani. Oni moraju da odgovaraju politici zaštite životne sredine organizacije.



Slika 2. Ciljevi EMAS sistema [9]

U ove ciljeve mogu spadati i obaveze, kao što su:

- Smanjenje otpada i potrošnje resursa,
- Smanjenje ili eliminisanje emisija zagađenja u životnu sredinu (vodu, vazduh, zemljište...),
- Redizajniranje i stalni razvoj proizvoda, kako bi se umanjio negativni uticaj na životnu sredinu u procesu proizvodnje, korišćenja i postupotrebe,
- Podizanje ekološke svesti zaposlenih i u zajednici koja je, na ma koji način, povezana sa organizacijom.

2.5. Akcioni plan zaštite životne sredine

Program menadžmenta kvalitetom i zaštitom životne sredine predstavlja skup mera i aktivnosti za ostvarivanje opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine koji su osmišljeni da poboljšaju učinak i performanse kvaliteta i zaštite životne sredine u organizaciji [10]. To je sveobuhvatni radni plan koji doprinosi sprovođenju politike zaštite životne sredine organizacije kroz njene svakodnevne aktivnosti. Program određuje odgovornosti i identifikuje sredstva za ostvarivanje definisanih opštih i posebnih ciljeva u precizno definisanim rokovima. Program integriše zaštitu životne sredine u svakodnevni život organizacije i mora dovesti do promena u ponašanju i poboljšati učinak zaštite životne sredine. On predstavlja pokretačku snagu stalnog poboljšavanja kvaliteta i performansi životne sredine. Ovaj program predstavlja trenutni odgovor na probleme u nastanku koji se odnose na životnu sredinu. Proaktivno delovanje organizacije pruža kontrolu nad bitnim aspektima okruženja koji su korelaciji sa zacrtanim ciljevima i interesovanjima.

3. PRAĆENJE I PROVERAVANJE EMAS SISTEMA

Interne provere sastoje se od periodične ocene kvaliteta funkcionisanja EMAS-a i poboljšavanja učinka zaštite životne sredine. One takođe omogućavaju da se proverí usaglašenost sistema menadžmenta kvalitetom životne sredine sa zahtevima EMAS-a. Proveravanje EMAS-a predstavlja sistematski, rutinski i dokumentovan proces, koji mora izvršiti nezavisni proveravač, koji kritički vrednuje efikasnost, efektivnost i usaglašenosti EMAS-a. Rezultati internih provera redovno se, bar jednom godišnje, preispituju u okviru analiza koje obavlja najviše rukovodstvo [11].

Kontrola nad operacijama predstavlja skup preciznih uputstava, koja organizacija sledi radi poboljšanja performansi i zaštite životne sredine. Ona predstavlja srž EMAS-a i pomaže u ostvarivanju opštih i posebnih ciljeva zaštite životne sredine i usaglašavanju sa zahtevima EMAS-a i zakona u oblasti zaštite i sprečavanja degradacije životne sredine. Kontrolom nad operacijama garantuje se pozitivan učinak zaštite životne sredine u normalnim ili uslovima rada u slučaju opasnosti. Postupak može biti jednostavan dijagram ili opis zadatka koji treba obaviti, ali može biti i pisana informacija i specifikacija zahteva za isporučiocima i podgovaračima.

Praćenje EMAS-a i pokazatelja učinka zaštite životne sredine presudno je za upravljanje, izveštavanje i poboljšanje performansi i učinka zaštite životne sredine. Pokazatelji učinka i efekata zaštite životne sredine pružaju informacije i smernice i predstavljaju osnovu za stalno poboljšavanje. Oni poboljšavaju jasnoću, transparentnost i uporedivost informacija koje pruža organizacija.

Stalni monitoring i merenje značajni su za efikasno sprovođenje EMAS što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Monitoring i merenje [6]

Pružanje relevantnih podataka odnosi se na zahtev zainteresovanih javnosti, dok uključivanje finansijskog tima predstavlja uključivanje menadžmenta finansijama u proces zaštite životne sredine i u merenje finansijskog uticaja implementiranog sistema menadžmenta kvalitetom životne sredine.

Preispitivanje od strane rukovodstva bitno je za očuvanje efikasnosti i efektivnosti EMAS-a. Godišnji rezultati interne provere, merenja i ostali korisni podaci čine osnovu za planiranje strategije zaštite i stalnog poboljšanja kvaliteta životne sredine u narednom periodu. Na ovaj način prednost konstantnom usavršavanju se prenosi na nove ciljeve i tako se zatvara P-D-C-A krug.

4. ALATI ZA POBOLJŠANJE EMAS SISTEMA

Neki od elemenata EMAS, koji često nisu direktno obuhvaćeni kroz uspostavljene sisteme menadžmenta zaštitom životne sredine, a koji su posebno značajni da se naglase u kontekstu alata za poboljšavanje sistema i povećanje konkurentnosti su [3]:

- *Detaljnije obraćanje pažnje na energetske aspekte organizacije* - na korišćenje i potrošnju energije koji su relevantni za konkretnu organizaciju i njihovo aktivno uključivanje u sistem menadžmenta zaštitom životne sredine. U dobrom sagledavanju energetskih aspekata i njihovom upravljanju često se skriva puno potencijala za konkretne uštede.
- *Aktivnije uključivanje zaposlenih* – kako tokom identifikacije aspekata životne sredine, tako i kroz korišćenje kreativnog potencijala zaposlenih za prikupljanje korisnih sugestija za unapređenje poslovanja.

- *Izveštavanje performansama životne sredine* – Izjava o zaštiti životne sredine u skladu sa EMAS uredbom i njeno periodično revidiranje i objavljivanje jeste veoma zahtevan element EMAS ali i sve ostale organizacije mogu dosta da nauče iz tih zahteva. EMAS zahteva postojanje minimalnog broja podataka o kojima svaka organizacija mora da izveštava kao i o načinu na koji se ti podaci prikazuju (konkretno, uporedivo i relevantno za konkretnu industrijsku granu) što sasvim uspešno može da se integriše u izveštavanje o održivosti koje polako postaje i obaveza za mnoge firme.
- *Benčmarking i poštovanje propisa* – Kroz odgovarajuće sektorske smernice i određene zahteve za neka konkretna poređenja, EMAS pokazuje da je interni i eksterni benčmarking od posebnog značaja za zaštitu životne sredine ali i za sagledavanje u kojim relevantnim delovima posla postoje mogućnosti za poboljšanja (i u pogledu konkretne efikasnosti poslovanja obzirom da je ključna tema kod zaštite životne sredine efikasnost korišćenja materijalnih i energetskih resursa).
- *Indirektni uticaji* su često značajniji od direktnih uticaja na životnu sredinu. Od posebnog je značaja da se svi aspekti sagledaju na najbolji i pragmatičan način, u kontekstu konkretne organizacije. Na taj način, organizacije mogu da dođu do saznanja koji su to još načini da se smanje njihovi štetni uticaji i da se tako povećaju i njihovi pozitivni uticaji na životnu sredinu.

5. ZAKLJUČAK

Izveštavanje o učinku zaštite životne sredine znatno će podići vrednost organizacije i poboljšati njen imidž na tržištu. Potrošači, snabdevači, lokalne i centralne vlasti i lokalna zajednica znaće da cene činjenicu da su informacije pouzdane, a vrednost informacija će znatno da raste, zahvaljujući njihovoj eksternoj verifikaciji.

EMAS poboljšava javno i individualno zdravlje, jer posedovanje odgovornog stava prema opasnim proizvodima i procesima ima neposrednu korist po uslove rada unutar i u neposrednoj okolini organizacije. Smanjeno prostiranje toksičnih supstanci, razvijanje bezbednijih proizvoda i usluga i poštovanje kapaciteta izdržljivosti ekosistema (životne sredine) poboljšaće zdravlje i kvalitet života.

EMAS podrazumeva delovanje za potomstvo i buduće generacije. Danas bi svaka privredna delatnost trebalo da bude održiva i u skladu sa brigom da se očuva i zagaruje kvalitet života za buduće generacije. Organizacije iz svih sektora treba da poseduju ovakvu vrstu moralne obaveze i da

pokažu odgovornost u korišćenju prirodnih resursa i „kapaciteta izdržljivosti“ planete Zemlje.

LITERATURA

- [1] M. Zornik, "Emas sistem upravljanja zaštitom životne sredine (eco-management and audit scheme)", Technical assistance to quality infrastructure institutions in Serbia, Beograd.
- [2] E. Commission, "Legislation", Official Journal of the European Union, t. 56, br. L76, 2013..
- [3] D. Petrović i S. Milovanović, "EMAS kao podrška na putu ka EU-naša priča", u Zbornik radova 11. regionalne konferencije "Životna sredina ka Evropi", Beograd, 2015.
- [4] D. Petrović, "EMAS III - Dobrodošli u EU", Victoria Consulting d.o.o., Beograd, 2014.
- [5] E. Commission, "Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council on the voluntary participation by organizations in a community eco-management and audit scheme (EMAS)", Brussels: European Community, 2008.
- [6] ENVIRONMENT, "Eco-Management and Audit Scheme [Performance]", European Commission.
- [7] E. E. Register, "Official statistics of the European EMAS Helpdesk", Bruxelles: EU EMAS Register, 2018..
- [8] E. Commission, "EMAS Toolkit for small organisations", [Na mreži]. Available: <http://ec.europa.eu/environment/archives/emas/toolkit/>. [Poslednji pristup 2 July 2018].
- [9] V. Consulting, "EMAS Srbija", wDesign Studio, [Na mreži]. Available: www.emas.rs. [Poslednji pristup 2 July 2018].
- [10] V. Pešić, P. Janković i A. Vojvodić, "Standardi upravljanja životnom sredinom", u 1st International Conference Ecological Safety In Post-Modern Environment, Banja Luka, 2009.
- [11] F. Iraldo, T. Francesco i M. Frey, "Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union", Journal of Cleaner Production, t. 17, p. 1444–1452, 2009.



**ANALIZA AMBALAŽNOG OTPADA NA TERITORIJI GRADA VRANJA U CILJU
USPOSTAVLJANJA ODRŽIVOG SISTEMA UPRAVLJANJA OTPADOM**
**ANALYSIS OF PACKAGING WASTE ON THE TERRITORY OF THE TOWN OF
VRANJE IN ORDER TO ESTABLISH A SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT
SYSTEM**

Ljiljana Đorđević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Vilipa Filipovića 20, Vranje.*
Jovana Džoljić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Vilipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj – Ambalažni otpad se smatra jednim od većih problema savremenog društva, posebno u pogledu zaštite životne sredine. Sa porastom broja stanovnika na planeti, povećala se i količina svih vrsta ambalažnog otpada. Metode tretmana ambalažnog otpada u cilju smanjenja količine uskladištenog, koje se primenjuju danas su različite. Jedna od trenutno najšire rasprostranjenih u svetu je reciklaža. U ovom radu prikazani su rezultati analize ambalažnog otpada u cilju uspostavljanja održivog sistema upravljanja otpadom na teritoriji Grada Vranja. Rezultati analize količine ambalažnog otpada sa teritorije Grada Vranja i GO Vranjska Banja u periodu 2015. do 2019. godine pokazuju porast količine prikupljenog ambalažnog otpada. Takođe, rezultati analize pokazuju da su stanovnici Grada Vranja i GO Vranjska Banja u prethodnom petogodišnjem periodu povećali upotrebu ukupnih reciklabilnih materija kao i da se sve veći broj stanovnika opredeljuje za pravilno odgalanje ambalažnog otpada, uz napomenu da je i dalje generano posmatrano ova aktivnost na niskom nivou.

Ključne reči: Ambalažni otpad. Grad Vranje. Količina otpada, vrsta otpada. Reciklaža.

Abstract - Packaging waste is considered one of the major problems of modern society, especially in terms of environmental protection. With the increase in the number of inhabitants on the planet, the amount of all types of packaging waste has also increased. Methods of treatment of packaging waste in order to reduce the amount of stored, which are applied today are different. One of the most widespread at the moment in the world is recycling. This paper presents the results of the analysis of packaging waste in order to establish a sustainable waste management system in the territory of the City of Vranje. The results of the analysis of the amount of packaging waste from the territory of the City of Vranje and the CSO Vranjska Banja in the period from 2015 to 2019 show an increase in the amount of collected packaging waste. Also, the results of the analysis show that the residents of the City of Vranje and CSO Vranjska Banja in the previous five years increased the use of total recyclable materials and that an increasing number of residents are opting for proper disposal of packaging waste, noting that this activity is still low level.

Key words: Packaging waste. Vranje City. Amount of waste. Recycling.

1. UVOD

Intenzivan razvoj ljudske civilizacije podrazumeva povećanu ljudsku aktivnost ali i sve veći uticaj čoveka na životnu sredinu. Otpad je neminovan pratilac čovekove aktivnosti. Danas, zbog sve većih količina, nepravilnog odlaganja otpada i njegove štetnosti po okolinu, smatra se jednim od najznačajnijih ekoloških problema savremenog sveta. Materijal koji se proizvodi i koristi za punjenje, čuvanje, skladištenje, pakovanje i transport robe široke potrošnje predstavlja ambalažu. Sa ambalažom su svi ljudi u svakodnevnom kontaktu, od prodajnog mesta do procesa njenog iskorišćenja. Agencija za zaštitu životne sredine ambalažni otpad definiše kao svaku ambalažu ili ambalažni materijal koji ne može da se iskoristi u prvobitne svrhe, izuzev otpada nastalog u procesu proizvodnje ambalaže.

Danas se problem odlaganja ambalaže, kao jedan od najvećih izazova savremenog društva sa političkom i ekonomskom nestabilnošću, rešava globalno. Ambalaža se u početku proizvodila sa osnovnom namenom da zaštiti proizvod od svih oštećenja, zatim da omogući lakše i brže rukovanje robom u transportu, trgovini i kod krajnjeg korisnika. Najzastupljenija ambalaža u prirodi je od polietilen-tereftala (PET). Izložena sunčevoj svetlosti, vetru i promenama temperature ova vrsta ambalaže se tokom vremena razgrađuje na sitnije čestice, tzv. mikroplastiku, koja se ne može dalje razložiti. Zbog svoje perzistentnosti, plastika ulazi u lanac ishrane i na taj način dolazi do živih bića, ugrožavajući njihovo zdravlje. Zagađenje uzrokovano mikroplastikom je veliki ekološki problem i može se rešiti jedino prestankom upotrebe plastike kao materijala.

Danas, reciklaža predstavlja jedan od najzastupljenijih načina uklanjanja plastičnog otpada, pre svega ambalažnog. Međutim, čak i na nivou Evropske Unije reciklira se svrga oko 30% ukupnog plastičnog otpada. Budući da se problem plastike ne može rešiti samo reciklažom, na nivou EU se već koristi tzv. EPR princip (*Extended Producer Responsibility*), odnosno princip produžene odgovornosti proizvođača. Suštinski, prema EPR principu, od gradova i lokalnih samouprava se očekuje saniranje plastičnog otpada koji zahteva značajna finansijska sredstva, a proizvođač koji koristi plastičnu ambalažu za svoje proizvode delom ili u potpunosti učestvuje u troškovima zbrinjavanja plastičnog otpada.

Srbija je zemlja u kojoj se razvija administrativni i institucionalni pristup za upravljanje otpadom od ambalaže, i koja može postići nacionalne ciljeve oporavka putem svog EPR sistema [1]. Da bi se obezbedio efikasan reciklažni sistem treba analizirati sve moguće ekološke i socijalne aspekte aktivnosti, počevši od izvora za separaciju, sakupljanje i recikliranje [2]. Prateći savremene tokove u zaštiti životne sredine, Srbija je monitoring količine ambalažnog otpada uvrstila u Nacionalnu listu indikatora [3] za praćenje stanja životne sredine.

U Republici Srbiji je upotreba plastičnog ambalažnog otpada prekomerna ali je još veći problem neadekvatno i nekontrolisano odlaganje ove vrste otpada, koje stvara ozbiljne ekološke posledice, ponajviše za vodotokove. Sve lokalne samouprave su obuhvaćene integralnim sistemom upravljanja otpadom preko javnih komunalnih preduzeća. Prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine [4] sve lokalne samouprave oskudevaju po pitanju opreme, nedovoljanog broja specijalnih vozila, kontejnera, zaštitne opreme i slično. S obzirom na nedovoljne opštinske budžete, velike organizacione probleme, zastarelu mehanizaciju, može se zaključiti da se rad komunalnih preduzeća odvija u izuzetno teškim uslovima i samim tim je organizacija odnošenja smeća otežana.

Na teritoriji Grada Vranja poslednjih godina primećuje se veći pritisak na životnu sredinu zbog povećane količine otpada, posebno ambalažnog otpada. U Gradu Vranju javno komunalno preduzeće (JKP) „Komrad“ je zaduženo za poslove iznošenja smeća i odlaganje istog na sanitarnoj deponiji „Meteris“. I pored toga što su na pojedinim lokacijama postavljeni kontejneri za separaciju otpada, stanovništvo ih ne koristi u dovoljnoj meri, najverovatnije zbog nedovoljno razvijene svesti građana. Takođe, neminovno je da pojedinci, što zbog loših navika, što zbog nebrige o životnoj sredini, i dalje, nepropisno odlažu otpad, spaljuju ili bacaju u vodotokove.

2. UPRAVLJANJE AMBALAŽNIM OTPADOM

Upravljanje ambalažnim otpadom podrazumeva planiranje i organizovanje aktivnosti vezanih za sakupljanje, transport, skladištenje, tretman i odlaganje ambalažnog otpada, uključujući nadzor nad tim aktivnostima i brigu o postrojenjima za upravljanje otpadom posle zatvaranja [5].

Prema Pravilniku o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom [6] izdvojeno je šest grupa ambalažnog otpada: plastični, stakleni, metalni, papirni i kartonski, drveni i ostalo.

Prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine [4] u 2019. godini, sedam nacionalnih operatera vršilo je upravljanje ambalažnim otpadom za 1.935 pravnih lica ili preduzetnika koja stavljaju proizvode u ambalažu na tržište naše zemlje. Isti izvor navodi da podaci vezani za ambalažni otpad u 2019. godini u Srbiji ukazuju na porast ukupne količine plasirane ambalaže na tržište Republike Srbije u odnosu na ranije godine. Takođe se povećala i količina sakupljenog i ponovno iskorišćenog ambalažnog otpada. Prema najnovijim informacijama ukupna količina stavljenih ambalaža na tržište Srbije iznosi 371.510,9 tona. Količina ponovno iskorišćenog ambalažnog otpada iznosila je 228.546,4 tona, dok je od ove količine, 218.662,6 tona ambalažnog otpada reciklirano.

Danas u svetu prioritet je uspostavljanje održivog sistema upravljanja otpadom na globalnom nivou a podrazumeva:

- Prevenciju nastajanja otpada;
- Ponovnu upotrebu;
- Reciklažu i
- Obnavljanje.

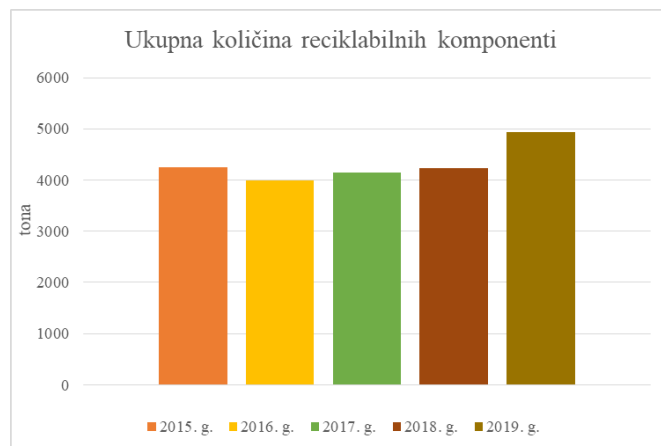
3. METODOLOGIJA

Metodologija korišćena u radu obuhvata analizu postojećih statističkih podataka kojima raspolaže JKP „Komrad“ u prethodnom petogodišnjem periodu. Rezultati analize ukazuju da je kategorija ambalažni otpad predstavljena sledećim grupama: papir, karton, plastika (tvrda plastika, plastične kese, plastični ambalažni otpad), metal i staklo. Analiza rezultata ustanoviće trend promena deponovane količine ambalažnog otpada sa teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja, s obzirom na činjenicu da se sav otpad odlaže na sanitarnoj deponiji „Meteris“.

Dobijeni rezultati biće dovedeni u vezu sa demografskim podacima stanovništva Republičkog zavoda za statistiku.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

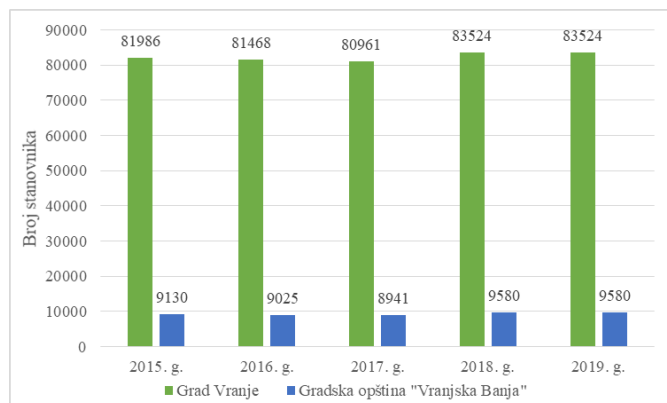
Rezultati monitoringa prikupljene količine ambalažnog otpada na teritoriji Grada Vranja i GO Vranjska Banja u periodu 2015-2019. godine od strane JKP „Komrad“ prikazani su na Slici 1.



Slika 1. Promena ukupne količine reciklabilnih komponenti deponovanih na sanitarnoj deponiji „Meteris“.

Najmanja količina ambalažnog otpada, u analiziranom periodu, prikupljeno je u 2016. godini 3.999,00 tona, a najviše u 2019. godini 4.939,50 tona. Na osnovu rezultata, zaključuje se da su stanovnici Grada Vranja i Vranjske Banje u prethodnom petogodišnjem periodu povećali upotrebu ukupnih reciklabilnih materija, a naročito u poslednjih godinu dana.

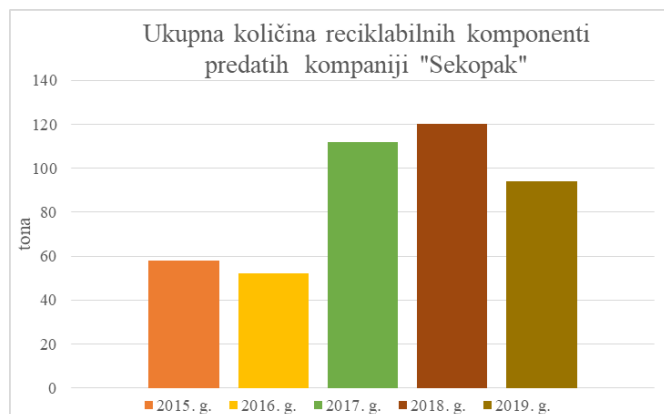
Poznato je da socio-ekonomski faktori imaju značajnu ulogu u proizvodnji otpada. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku u periodu (RZS) [7] 2015-2019. godine zabeležena je pozitivna promena broja stanovnika na teritoriji Vranja i Vranjske Banje (Slika 2).



Slika 2. Promena broja stanovnika u Vranju i Vranjskoj Banji u period 2015 – 2019. Godina.

Mnogi socioekonomski faktori uslovljavaju proizvodnju otpada. Tako na primer sa povećanjem broja stanovnika i promenom životnog standarda ljudi povećava se njihovo potrošačka moć. To ukazuje da je potrošnja ambalažnog otpada uslovljena potražnjom stanovnika za različitim proizvodima. Podaci RSZ [7] ukazuju na porast broja stanovnika na teritoriji Grada Vranja i Vranjske Banje u poslednjih pet godina. Podaci RZS [7] za isti period, takođe, pokazuju porast bruto društvenog proizvoda (BDP). Na osnovu ovih podataka može se zaključiti da porast količine ambalažnog otpada prati porast broja stanovnika i promenu kupovne moći građana.

JKP „Komrad“ iz Vranja ima razvijenu dobru saradnju sa kompanijom „Sekopak“ koja se, kao nacionalni operater, bavi prikupljanjem i upućivanjem ambalažnog otpada na dalju reciklažu. Rezultiti monitoringa ukupne količine ambalažnog otpada, predate na reciklažu kompaniji „Sekopak“ prikazani su na Slici 3.



Slika 3. Promena ukupne količine reciklabilnih komponenti predatih kompaniji „Sekopak“.

Analizom podataka, zaključuje se da je u 2019. godini 94,15 tona u odnosu na 2018. godinu 120,29 tona i 2017. godinu 112,11 tona isporučeno manje reciklabilnih komponenti. Međutim, u poređenju sa periodom 2015 - 2016. godine isporučeno je značajno, gotovo duplo više, reciklabilnih komponenti.

Primećen pad u količini predate ambalaže nacionalnom operateru može se objasniti različinom dinamikom prikupljanja i deponovanja reciklabilnih sirovina na deponiji „Meteris“. Takođe, na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja primećeni su individualni sakupljači sekundarnih sirovina koji ne dostavljaju podatke o preuzetim količinama.

5. ZAKLJUČAK

Zbog posledica nagomilavanja sve veće količine otpada u životnoj sredini, danas je otpad izdvojen kao jedan od najznačajnijih ekoloških problema savremenog sveta. Nastajanje otpada rezultat je ukupne ekonomske aktivnosti svake države i kao takav je u direktnoj korelaciji sa nacionalnom ekonomijom. Danas je u potpunosti preovladala ideja da otpad ne treba uništavati, već ga treba koristiti. Otpad treba posmatrati kao sirovinu koja sadrži niz korisnih komponenti i potrebno je produžiti mu životni vek. Reciklaža, kao metod upravljanja otpadom, doprinosi značajno koheziji ekonomskog razvoja i odgovornosti prema životnoj sredini, a za krajnji cilj ima razvoj efektivnog i zdravog društva.

Ozbiljan problem za životnu sredinu, kome se pridaje posebna pažnja u poslednje vreme, predstavlja ambalažni otpad. Pravilno rukovanje ovom vrstom otpada, naročito u domenu ponovnog iskorišćenja i recikliranja, može značajno doprineti ekonomskom razvoju savremenog društva. Važno je naglasiti, takođe, i da kontinuirani rad na podizanju nivoa svesti stanovništva i kapaciteta pravnih lica, intenzivnije uključivanje javnih komunalnih preduzeća u implementaciju sistema upravljanja ambalažom i ambalažnim otpadom i jačanje inspekciskog nadzora svih subjekata u lancu upravljanja, doprinosi smanjenju nastale količine ove vrste otpada.

Analizirajući količinu ambalažnog otpada sa teritorije Grada Vranja i Vranjske Banje u periodu od 2015. do 2019. godine zabeležen je porast količine prikupljenog ambalažnog otpada. Najmanja količina ambalažnog otpada prikupljena je u 2016. godini 3.999,00 tona a najveća u 2019. godini 4.939,50 tona. Na osnovu rezultata, zaključuje se da su stanovnici Grada Vranja i Vranjske Banje u prethodnom petogodišnjem periodu povećali upotrebu ukupnih reciklabilnih materija. Takođe, primećeno je da se sve veći broj stanovnika opredeljuje za pravilno odgalanje ambalažnog otpada, ali se mora napomenuti da je i dalje generano posmatrano ova aktivnost na niskom nivou. Neophodno je edukovati, promovisati čak i stimulisati građane da pravilno rukuju ambalažnim otpadom u cilju smanjenja količine ove vrste otpada koja se odlaže na deponije i povećanja procenta potonje reciklaže. Nesumnjivo se više mora raditi na jačanju svesti građana o prevenciji nastajanja otpada. Pravilno postupanje sa otpadom na izvoru, umnogome pospešuje i smanjuje nepotrebne kasnije aktivnosti prilikom tretmana otpada.

Mnogi socioekonomski faktori uslovljavaju proizvodnju otpada. Sa povećanjem broja stanovnika i promenom životnog standarda ljudi povećava se njihova potrošačka moć. Zbog toga se i može zaključiti da je potrošnja ambalažnog otpada uslovljena potražnjom stanovnika za različitim proizvodima.

Ukoliko se analiziraju podaci o količini ambalažnog otpada koji je predat na reciklažu, može se zaključiti da su promene pozitivne. Prema podacima JKP „Komrad“ u 2019. godini isporučeno je nešto manje reciklabilnih komponenti u odnosu na 2018. godinu i 2017. godinu, ali u poređenju sa periodom 2015-2016. godina isporučeno je značajno više količine svih kategorija ambalažnog otpada (gotovo duplo više). I pored činjenice da se sva količina ambalažnog otpada ne predaje lokalnom komunalnom preduzeću, promene su svakako pozitivne. Pojava i porast broja individualnih sakupljača ambalažnog otpada uliva nadu da društvo polako uviđa ekonomsku korist od reciklaže ambalažnog otpada.

Sve ovo ukazuje da je neophodno mnogo više pažnje obratiti na promenu ponašanja pojedinaca, jer sa manjom potražnjom proizvoda, biće i manja proizvodnja, a samim tim i manja količina nastalog otpada. Linearna ekonomija treba biti zamenjena cirkularnom u kojoj se dodatna vrednost proizvoda zadržava. Povećanje otkupne vrednosti reciklabilnih sirovina i njihovo pravilno odlaganje imaće takođe pozitivne efekte na smanjenje količine ambalažnog otpada i očuvanje životne sredine. Jedino smanjenom upotrebom prirodnih resursa možemo zdravu planetu sačuvati za buduće generacije.

LITERATURA

- [1] V. Mrkajić, N. Stanisavljevic, X., Wang, L. Tomas, & P. Haro, *Efficiency of packaging waste management in a European Union candidate country*, Resources, Conservation and Recycling, 136, pp. 130-141, 2018.
- [2] E. Yıldız-Geyhan, G. Yılan, G. A. Altun-Çiftçioğlu, & M. A. N. Kadirgan, *Environmental and social life cycle sustainability assessment of different packaging waste collection systems*, Resources, Conservation and Recycling, 143, 119-132, 2019.
- [3] *Nacionalna lista indikatora*, "Sl. glasnik" RS br. 37/2011".
- [4] Agencija za zaštitu životne sredine, www.sepa.gov.rs, Last Assessed: 10/11/2020.
- [5] Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, "Sl. glasnik" RS, br. 36/2009, 95/2018.
- [6] *Pravilnik o obrascima izveštaja o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom*, "Sl. glasnik RS" br. 21/2020.
- [7] Republički zavoda za statistiku, <https://www.stat.gov.rs/>, Last Assessed: 11/11/2020.

UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM OTPADOM DEMOLATION WASTE MANAGEMENT

Jelena Bijeljić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Jovan Mišić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Dušan Radosavljević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Sadržaj - U ovom radu je izložen uticaj građevinskog otpada i otpada od rušenja na životnu sredinu i zdravlje ljudi. U okviru rada analizirane su količine ove vrste otpada, a posebno su razmatrane i prednosti koje bi cirkularno upravljanje građevinskim otpadom moglo da donese.

Ključne reči: Građevinski otpad. Upravljanje otpadom. Generatori otpada.

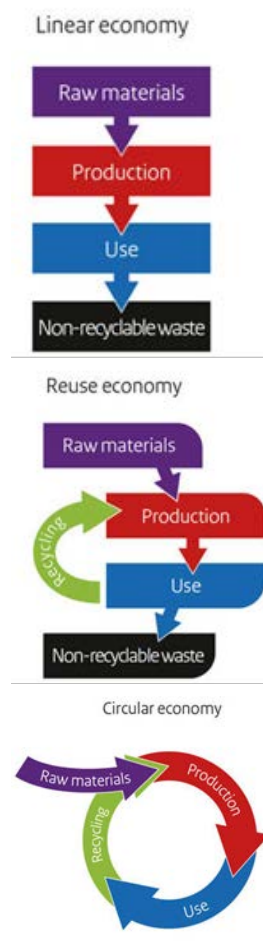
Abstract – The impact of construction and demolition waste on the environment and human health is present in this paper. Also, the waste quantities and benefits of circular management of construction waste could bring were investigated.

Key words: Demolition waste. Waste management. Waste generators.

1. UVOD

Trenutni način života i potreba za modernijim prostorom i opreme, kao posledica stepena urbanizacije i modernizacije životnog prostora i načina razmišljanja ljudi korisnika tih prostora, daju za posledicu kršenje osnovnih načela očuvanja i zaštite životne sredine. Neke od posledica formiranja životnog i radnog prostora koji je moderniji po svom fizičkom izgledu, ali i funkcionalnosti ima za krajnji rezultat stvaranje velike količine otpada za koji se u našoj zemlji još uvek ne primenjuju poznati procesi tretmana i reciklaže [1].

Građevinarstvo, nije privredna grana koja je bila niti će ikada biti naklonjena očuvanju zaštiti životne sredine. Proces reciklaže i tretmana otpada nisu bili zastupljeni u dosadašnjem konceptu linearnog upravljanja otpadom. Ovaj proces nije podrazumevao kruženje materijala i njihovu ponovnu upotrebu, čime bi se koristilo manje osnovnih materija. Novi koncept upravljanja otpadom, poznat kao cirkularna ekonomija, podrazumeva kruženje materije i njenu ponovnu upotrebu, što ima za krajnji cilj smanjenje korišćenja osnovnih prirodnih materijala (energije i vode). Novi koncept upravljanja otpadom, cirkularna ekonomija, podrazumeva novi pristup upravljanju. Kruženje materije i njena ponovna upotreba, prethode smanjuje upotrebe slobodne vode i energije. Komparativna analiza linearne i cirkularne ekonomije prikazana je na Slici 1. Kretanja energije i materije pri konceptu upravljanja proizvodom primenom dosadašnjeg linearnog načina upravljanja podrazumeva odlaganje iskorišćenog materijala na deponiju mešovitog otpada po završetku životnog veka proizvoda. Odlaganje iskorišćenog proizvoda na deponiju podrazumeva i kraj životnog veka materijala i energije uložene u proizvodnju otpadnog proizvoda. [2][3].



Slika 1. Od linearne do cirkularne ekonomije [4].

2. OTPAD OD RUŠENJA

Period industrijske revolucije doprineo je korišćenju dostupnih prirodnih materijala, koji su uz primenu niza proizvodnih procesa dovodili do krajnjih proizvoda, lako dostupnih tržištu. Sam proces organizacije upravljanja bazirao se na principu „take/make, use/dispose“ [5].

Pojam „otpad od rušenja“ podrazumeva svaki postupak prilikom koga se delimično ili u potpunosti mehanički uništavaju konstruktivni delovi nekog objekta. Građevinski otpad nastaje usled:

- Potpunog ili delimičnog rušenja (rekonstrukcija, revitalizacija, adaptacija),
- Izgradnje novih, stambenih i infrastrukturnih objekata,
- Sanacijom postojećih objekata stare gradnje,
- Uklanjanjem viška zemljanog i kamenog materijala nastalog pri izvođenju nivelacije terena i izvođenja pripremnih radova.

Postupci koji prethode ovakvim aktivnostima baziraju se na poboljšanju energetske efikasnosti postojećih objekata ili prenamene/adaptacije prostora. U grupu objekata koji najčešće podležu adaptacijama su objekti iz užeg gradskog jezgra, najčešće objekti opšte javne namene [6].

Građevinski otpad definiše se kao bilo kakav materijal koji je nakon upotrebe od strane ljudi ili tretmana industrijskom proizvodnjom izgubio svoju tržišnu vrednost. [2].

Samo preko 2 milijarde tona otpada generiše se svake godine na području EU, dok se samo 500 miliona tona generiše na prostoru Velike Britanije. U oblasti upravljanja otpadom samo u ovoj zemlji zapošljeno je više od 100 000 ljudi. I ako je upravljanje građevinskim otpadom nepravedno privlači znatno manje pažnje nego upravljanje komunalnim otpadom i drugim vrstama otpada, važno je znati da je građevinski otpad procentualno daleko više zastupljen nego komunalni i industrijski otpad (Slika 2) [7].

Otpad od rušenja jedan je od zapreminski i maseno najprisutnija vrsta otpada u Evropskoj uniji (EU). Statistički podaci EU Environment – a prezentuju podatke da 25% - 30% svih otpada generisanih u EU sadrži opeku, gips, ciglu, metal, plastiku, staklo, metal, azbest i mnoge druge istrošene građevinske materijale koji lako mogu biti reciklirani. Veliki problem u definisanju materijala koji spada pod građevinski otpad predstavlja i sama uza podela tih materijala. Zemljani otpad nastao nivelacijom terena, bilo da je u pitanju izvođenje građevinskih poslova ili samo parterno uređenje, takođe spada u grupu otpada od rušenja.

Otpad od rušenja smatra najpotencijalnijim za recikliranje i ponovnu upotrebu, obzirom da većina materijala u svom sadržaju ima visok sadržaj prirodnih materijala [8].

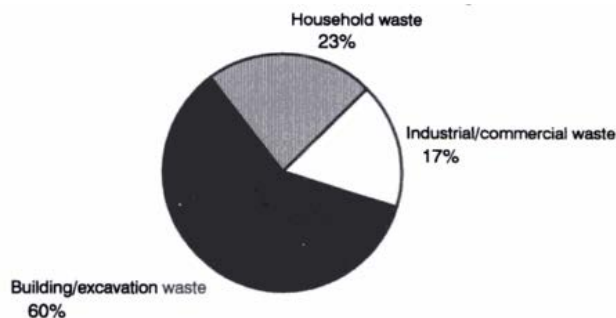
Postupanje sa građevinskog otpada najčešće se sastoji iz:

- Izmeštanje opreme
- Rušenje
- Odlaganje iskoristivog dela otpada
- Deponovanje neiskoristivog otpada.

Pod iskoristivim delom otpada spada onaj otpadni materijal koji se primenom procesa sortiranja (u vidu selektovanja), tretmana (najčešće u vidu usitnjavanja) i ponovnom izradom

proizvoda može vratiti na tržište i biti ponuđen potrošačima [6].

Cilj Evropske uvedene direktive o otpadu (2008/98/EC) je da određenje pravilnog puta efikasnijeg korišćenja prirodnih resursa. Član 11.2 ove direktive propisuje da države potpisnice ovog Zakona preduzimaju preporučene mere za smanjenje neopasnog otpada pri izgradnji i rušenja za 70% do 2020-te godine. Trenutni procenti reciklaže građevinskog otpada u zemljama EU variraju između 10 i 90%. Problem izostavljanje procesa selekcije građevinskog otpada na mestu izvora, su izvesne količine opasnog otpada koji u dodiru sa građevinskim otpadom koji je zapaljiv nosi određene rizike za ugrožavanje životne sredine i ometanje procesa recikliranja [8][9].



Slika 2. Procentualna zastupljenost otpada u svetu [7].

3. UTICAJ GRAĐEVINSKOG MATERIJALA I GRAĐEVINSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU

Svako odlaganje građevinskog otpada na deponiju koja nije projektovana za deponovanje ove vrste otpada nanosi višestruku štetu društvu. U tom slučaju se umesto recikliranja i ponovne upotrebe građevinskih proizvoda (u vidu proizvoda od recikliranog materijala) kod novih objekata koristi novi prirodni materijal iz uglavnom neobnovljivih izvora [6].

Da bi postupak reciklaže bio ekonomski isplativ, ovi postupci moraju biti planski i sistematično sprovedeni tako da budu uključeni naredni postupci:

- mašinsko rušenje,
- priprema otpada (odvajanje i selekcija po vrstama),
- tretman otpada u vidu reciklaže i sprovođenje postupaka tehnologija tretmana (drobljenje, usitnjavanje, prosejavanje i dr.),
- ponovna upotreba materijala (nastalog nakon primene tehnologija tretmana) [6].

Pri proizvodnji najkorišćenijeg građevinskog materijala - cementa dolazi do velike emisije CO₂. Neki statistički podaci dokazuju da približno 7% ukupne emisije CO₂ nastaje kao posledica proizvodnje cementa. Činjenica da je u periodu od 1990. do 1999. godine prosečni porast emisije CO₂ bio 1,3% godišnje umesto sadašnjih 3,3% godišnje čini se katastrofalnom. S toga je važno da se pri odabiru materijala za građenje koriste alternativna rešenja koja imaju za cilj smanjenje štetnog uticaja na okolinu. Pri proizvodnji građevinskog materijala potrebno je detaljno razmotriti sve ulazne i izlazne parametre, potrošenu energiju (Tabela T1), transport ali i štetni uticaj otpada koji nastaje tokom proizvodnje.

Prilikom odabira sirovina za spravljanje građevinskog materijala treba razmotriti:

- upotrebu materijala iz obnovljivih izvora,
- korišćenje materijala čija priprema, ugradnja i održivost ne podstiče emisiju CO₂,
- korišćenje manjih količina materijala,
- ponovnu upotrebu materijala,
- upotrebu recikliranog otpada nastalog tokom spravljenja materijala,
- upotrebu materijala čija je reciklaža moguća [10].

Tabela 1. Potrošnja energije prilikom proizvodnje građevinskih materijala i njihov uticaj na okolinu [10].

Materijal	Energija (GJ/m ³)	Uticaj na okolinu
		Potencijal za globalno zagrevanje (kg/m ³)
Opeka	5,4	342
Keramičke pločice	16	1142
Beton	4,8	156
Staklo	19,2	1365,6
Crep	2,2	288,2
PVC	116	1932
Čelik	200	17840
Drvo	1,65	63,8

4. VRSTE OTPADNOG GRAĐEVINSKOG OTPADNOG MATERIJALA

Zavisno od potreba radova u građevinarstvu mogu se javiti različite vrste otpadnog materijala (Tabela T2).

Drvni otpad koji nastaje u svim fazama pripreme drvnog materijala za potrebe graditeljstva različit je po svom sastavu, kvalitetu i kvantitetu, i kao najpoželjniji izbor u upravljanju ovom vrstom otpada je smanjenje otpadnih sirovina ovog tipa na samom mestu nastanka. Prema standardu o drvnom otpadu, ovaj tip otpada moguće je podeliti po više osnova i to [11]:

- prema mestu korišćenja,
- prema mestu nastanka,
- prema fizičkim i ekonomskim mogućnostima upotrebe,
- prema fizičkim osobinama.

Prema dosadašnjim iskustvima, drvni otpad varira zavisno od kvaliteta ulazne sirovine, opreme za pripremu proizvoda, vrste krajnjeg proizvoda ali i od klasifikacije ulaznih i izlaznih sirovina, iskustva i motivacije zaposlenih.

Prema nekim podacima, u fazi seče šuma kao prvog koraka u proizvodnji građevinskog drvnog materijala i početne faze pripreme proizvoda, ostaje otpad od oko 46% ukupne seče. U fazi primarne prerade gubici su još veći jer kao krajnji proizvod izađe 20 – 70% od ulazne sirovine.

Problem koji nastaje pri selektovanju drvnog otpada u građevinarstvu je da on najčešće nije homogen zbog raznolikosti poslova koje obuhvata ova delatnost. U fazi izgradnje novih objekata otpad nastaje od različitih odsečaka konstruktivnog drveta (kod tesarskih radova), iskorišćenih oplata, pomoćnih skela i td.

Pored potrebe da se u fazi projektovanja izvrši smanjenje drvnog otpada, od velike je važnosti i dodatno obrazovanje radnika i izvođača radova. Drvni otpad koji nastaje pri rušenju i rekonstrukciji starih zgrada takođe je jedan od većih izvora drvnog otpada na deponijama.

Tabela 2. Najčešće vrste otpada koje se javljaju u nekim oblastima građevinarstva [10].

Zemljani radovi/ iskop tla	Niskogradnja	Visokogradnja	Mešani građev. otpad
zemlja (treset), pesak, šljunak, glina, ilovača,	bitumen (asfalt) ili cementom vezani materijal pesak, šljunak, drobljeni kamen	beton, opeka, malter, gips, ekspanzirana glina, plinobeton, klinker, prirodni kamen	drvo, plastika, papir, karton, metal, kablovi, boja, lak, šut

U skorije vreme, mali procenat otpadnog drveta počeo je da se koristi kao dekorativni malč za ulepšavanje javnih površina, ali i sprečavanje nastajanja baštenskog otpada kroz smanjenje rasta korova i drugih neželjenih biljaka [12].

Asfaltni otpad – Asfaltna mešavina sastoji se iz mineralne mešavine i veziva. Mineralno vezivo, u čiji sastav ulaze kameno brašno, pesak i kamena sitnež čine oko 90 – 97% sastava asfaltna mešavine.

Do nedavno se pod održavanjem kolovoznih konstrukcija smatrala izrada novih i habajućih slojeva od asfalta. Verovalo se da se raspolaže neograničenim količinama materijala za izgradnju i održavanje kolovoza. U skorije vreme postalo je jasno da je neophodno težiti sačuvanju resursa dok se ne obezbede dovoljne količine koje bi zadovoljile buduće potrebe korisnika. Pri proizvodnji asfalta 48% energije potroši se za mešanje i vađenje agregata, a 40% za proizvodnju asfalta. Neki od podataka su da je upotrebom recikliranog agregata moguće je smanjiti potrošnju energije za 23% [10][13].

Otpad na bazi gline – Očuvanje prirodnih materijala značajno je za ekološki odgovorno i održivo građenje koje je ujedno i finansijski prihvatljivo. Ponovna upotreba opekarskih proizvoda u iste ili slične svrhe, jedno je od ekološki najprihvatljivijih rešenja. Reciklirani agregat od opeke na bazi gline može se upotrebiti pri proizvodnji novih betonskih proizvoda, kao sirovina za nove proizvode, pri proizvodnji glinene opeke ili crepa, kao materijal za izradu nasipa i tampona i dr.

Današnji princip gradnje zahteva upotrebu ekoloških i jeftinih materijala koji nakon upotrebe nemaju štetan uticaj na okolinu. Ekološki odgovoran i održiv način gradnje podrazumeva postizanje potpuno zatvorenog ciklusa upotrebe materijala. Zatvoreni ciklus u ovom slučaju obuhvata recikliranje materijala i dobijanje novih sirovina za novi proizvod (npr. beton sa recikliranim agregatom), ponovno dobijanje izvornih proizvoda (npr. glinene opeke ili crepa) njihovim rušenjem i termičkom obradom [10][14].

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad imao je za cilj da ukaže na mesta nastanka, vrste, podele i posledice lošeg upravljanja građevinskim otpadom. U narednom period bilo bi od izuzetne važnosti urediti zakonsku regulativu kojom bi se destimulisalo odlaganje građevinskog otpada na deponije. Ovo bi se moglo izvršiti uvođenjem visokih novčanih naknada ali i promovisanjem građevinskih materijala spravljenih od recikliranih materijala. Od koristi bi bilo i podsticanje projekatara da projektuju objekte koji će biti jednostavniji za kasniju demontažu i reciklažu. Ponovnim iskorišćenjem građevinskog otpada povećale bi se količine slobodnog zemljišta dok bi se nagomilani otpad upotrebio. Prioritet u budućnosti trebala bi biti zdravija životna sredina, a građevinski otpad bi uz dobru organizaciju, stručnu primenu i podršku Ministarstva građevinarstva i drugih vladinih organizacija mogao biti vraćen u materijalni promet.

LITERATURA

- [1] Bijeljić. J., Protić M., Regional construction waste management, *6th International conference Transport and logistic – til 2017*, 1990, p. 274.
- [2] Vivian W.Y., Tamb C.M., A review on the viable technology for construction waste recycling, *Resources, Conservation and Recycling*, 2006, p. 209
- [3] <http://www.osce.org/sr/serbia/292311?download=true>
- [4] <https://www.government.nl/topics/circular-economy/from-a-linear-to-a-circular-economy>
- [5] Poon C.S.P, Ann T. WY. Hng, On-site sorting of construction and demolation waste in Hong Kong, *Resources, Conservation and Recycling*, 2001, p. 157
- [6] Statistika okoliša, građevinski otpad i otpad od rušenja okoliša, RD 02, *Radni document* ISSN 1840-474X, Sarajevo, Novembar 2013.
- [7] Ferguson J., Kermode N., Nash C.L., Sketch W.A.L., Huxford R.P., Managing and minimizing construction waste: A practical guid, Institut of civil engineering 1995
- [8] http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm
- [9] Zakon o planiranju i izgradnji
- [10] N. Štirmer "Utjecaj građevinskog materijala na okoliš", Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rado u Požegi, Mart 2012,
- [11] M. Mikić Milosavljević, V. Mihailović „Vrste drvnog otpada, mesta nastanka i mogućnosti njihove primene“, UDK 630*839.8, Stručni rad „Prerada drveta“ br.14
- [12]...<http://www.danfoss.com/Serbia/NewsAndEvents/News/VLT-prevara-otpadno-drvo-u-malc/C1A29DC2-A830-494B-815D-CBB442F88C2C.html> na dan 22.6.2019
- [13] D. Drndarski: "Recikliranje postojećih asfaltnih kolovoza", Institut za puteve A.D. Beograd
- [14] I. Kesegić, D. Bjegović, I. "Upotreba reciklirane opeke kao agregata za beton“, *Građevinar* 61, 2009, 15-22str.



UPRAVLJANJE NEOPASNIM INDUSTRIJSKIM OTPADOM IZ KOMPANIJE KNAUF INSULATION SURDULICA

MANAGEMENT OF NON-HAZARDOUS INDUSTRIAL WASTE FROM KNAUF INSULATION SURDULICA

Anica Milošević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Bratimir Nešić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – odsek Niš,*
Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj – U radu su prikazani rezultati karakterizacije neopasnog industrijskog otpada nakon razvrstavanja u procesima primarne selekcije otpada u kompaniji Knauf Insulation u Surdulici. Karakterizacija obuhvata: uzorkovanje, identifikaciju sa utvrđivanjem kategorije otpada, karakterizaciju u zavisnosti od stepena opasnosti (inertan, neopasan, opasan otpad i određivanje opasnih karakteristika otpada), karakterizaciju predmetnih otpada kao opasnih otpada i utvrđivanje koncentracije opasnih materija, određivanje fizičko-hemijskih karakteristika, određivanje toksikoloških karakteristika i efekata na ljudsko zdravlje, određivanje mogućih uticaja na životnu sredinu kao i druge postupke u skladu sa primenjenom metodologijom i izradu izveštaja o ispitivanju otpada. Proces karakterizacije počinje uzorkovanjem a završava se podnošenjem izveštaja. Informacije o predmetnim neopasnim industrijskim otpadima sa drugih lokacija i sličnih tehnoloških sistema predstavljaju značajne smernice koje usmeravaju ka cilju, pomažu u definisanju aktivnosti i izradi plana i programa postupka karakterizacije ali i bitno utiču na preduzimanje mera i adekvatnu zaštitu učesnika, posebno kada se sumnja da bi predmetni otpadi mogli imati karakteristike opasnog otpada. Osnovni cilj ovog rada je da se na osnovu karakterizacije dođe do zaključka da li su predmetni otpadi opasni ili neopasni i u skladu s tim, da se donese odluka odnosno preporuka, koje metode zbrinjavanja treba primeniti.

Ključne reči: upravljanje, industrijski otpad, životna sredina.

Abstract - The paper presents the results of the characterization of non - hazardous industrial waste after sorting in the processes of primary waste selection in the company Knauf Insulation in Surdulica. Characterization includes: sampling, identification with determination of waste category, characterization depending on the degree of hazard (inert, non-hazardous, hazardous waste and determination of hazardous waste characteristics), characterization of subject waste as hazardous waste and determination of hazardous substances concentration, determination of physicochemical characteristics, determination toxicological characteristics and effects on human health, determination of possible effects on the environment as well as other procedures in accordance with the applied methodology and preparation of reports on waste testing. The characterization process begins with sampling and ends with the submission of a report. Information on the subject non-hazardous industrial waste from other locations and similar technological systems represents important guidelines that direct towards the goal, help define activities and develop a plan and program of the characterization procedure, but also significantly affect the undertaking of measures and adequate protection of participants. The waste in question could have the characteristics of hazardous waste. The main goal of this paper is to come to a conclusion on the basis of characterization whether the waste in question is hazardous or non-hazardous and, accordingly, to make a decision or recommendation, which disposal methods should be applied.

Key words: management, industrial waste, environment.

1. UVOD

Svaki postupak upravljanja otpadom prati korake definisane hijerarhijom upravljanja otpadom. Za svaki predviđeni korak treba poznavati određene parametre i karakteristike otpada radi donošenja konačne odluke o prihvatljivosti odnosno neprihvatljivosti za upotrebu ili

tretman odnosno konačno zbrinjavanje. Zato je potrebno da se identifikuju neophodni podaci o otpadu kroz sledeće aktivnosti: opis situacije na terenu, definisanje zadataka i traženje rešenja, analiza raspoloživih informacija i rad na delovima analize koji nedostaju. U radu je dat opis karakterizacije i upravljanja neopasnim industrijskim otpadom

iz procesa proizvodnje kamene vune u kompaniji Knauf Insulation u Surdulici. Proces proizvodnje kamene vune je poznat je kao proizvodnja s minimalnom količinom otpada. Zbrinjavanje nastalog otpada predviđeno je na način da se isti (otpadna kamena vuna, leteći pepeo i ostali otpad) reciklira i ponovo koristi u proizvodnji kao sekundarna sirovina. Na taj način se smanjuju količine za deponovanje što značajno doprinosi zaštiti životne sredine. Deo otpada koji se ne može upotrebiti u proizvodnom procesu (otpad od šljake, drveta, plastike, raznih folija, papira i sl.) predaje se na zbrinjavanje ovlašćenim kompanijama. Jedna od tih kompanija je i PWW iz Leskovca.

2. O KOMPANIJI KNAUF INSULATION

Kompanija Knauf Insulation je prisutna na srpskom tržištu od 2005. godine kada je uspešno privatizovana fabrika za proizvodnju kamene mineralne vune Vunizol u Surdulici. Od tada do danas uloženo je preko 30 miliona evra investicija i danas ima 130 zaposlenih. Knauf Insulation predstavlja jedno od najcenjenijih imena u svetu termoizolacije, sa 40 fabrika širom sveta koje su iste po standardima i tehnologijama, bez obzira da li posluju u Srbiji ili razvijenim zemljama u EU ili SAD a godišnji promet kompanije premašuje iznos od 1,7 milijardi evra.



Slika 1. *Fabrika "KNAUF INSULATION" Surdulica.*

Zahvaljujući uvođenju tehnologije ECOSE u proizvodnju 2009. godine, fabrika je tržištu ponudila vrhunske održive proizvode na bazi sirovina iz prirode. Dolazeća investicija će obezbediti dodatne količine kamene mineralne vune i zadovoljiti sve veću potražnju za kvalitetnim izolacionim materijalom koji doprinose energetske efikasnosti objekata i štite ih od požara [1].

ECOSE Technology je inovativna tehnologija veziva bez dodatog formaldehida, zasnovana na brzo obnovljivim materijama umesto na hemikalijama na bazi nafte. U proizvodnji veziva sa ECOSE Technology koristi se manje energije nego u proizvodnji tradicionalnog veziva, čime se ostvaruje manji negativni uticaj na životnu sredinu. ECOSE Technology je razvijena za izolaciju primenom staklene i

kamene mineralne vune ali pruža iste potencijalne prednosti i drugim proizvodima gde bi zamena tradicionalnog veziva bila prednost [1].



Slika 2. *Mineralna vuna.*

Pretvaranjem bio-materija u inertni polimer u okviru zaštićenog procesa, ECOSE Technology se koristi za stvaranje izuzetnog čvrstog veziva. Vezivo ECOSE Technology ima istu funkciju kao i vezivo na bazi fenol-formaldehida kod konvencionalnih proizvoda od mineralne vune, ono vezuje vlakna istovremeno obezbeđujući čvrstinu, dugovečnost i elastičnost koje zahteva industrija izolacionih materijala. Ova revolucionarno naučno otkriće eliminiše formaldehid i fenole koji se nalaze u tradicionalnim vezivima koja se koriste u paznim industrijskim procesima [1].



Slika 3. *Kamena vuna.*

Kamena vuna (Slika 3.) je uvrštena među najbolje toplotne izolatore. To je izolacijski materijal mineralnog porekla za toplotnu, zvučnu i protivpožarnu izolaciju u graditeljstvu, industriji i brodogradnji. Kamena vuna ima visoku otpornost na požar, parapropusna je i delimično vodootporna. Otporna je na starenje i raspadanje, kao i na mikroorganizme i insekte. Koristi se u svim spoljnim konstrukcijama za toplotnu zaštitu i pregradnim zidovima za zvučnu zaštitu. Jedino mesto gde se ne preporučuje je za izolaciju podrumskih zidova pod zemljom. Kamen za proizvodnju kamene vune proizvodi se iz eruptivne stene koja prema svojim hemijskim i mineralnim svojstvima ima najmanji sadržaj štetnih elemenata koje je u postupku proizvodnje kamene vune potrebno smanjiti na odgovarajući nivo. Zbog tih prirodnih svojstava stene postiže se maksimalno iskorišćenje u proizvodnji i kvalitetu kamene vune. Kamen za proizvodnju kamene vune isporučuje se u sledećim granulacijama: 4-8 mm za proizvodnju briketa i 60-120 mm kao osnovna frakcija za proizvodnju kamene vune [2].

U procesu proizvodnje mineralne vune koriste se sirovine koje su mešavina prirodnih mineralnih stena magmatskog i sedimentnog porekla. Osnovu čine magmatske stene, poput bazalta, diabaza i andezita, koje u svom sastavu sadrže SiO_2 i to od 40% do 52%. Sedimentne stene kao što su: krečnjak, krečnjak sa primesom dolomita ili gline, dodaju se da bi se ubrzao proces topljenja. Treća komponenta je šljaka koja nastaje kao nusproizvod u procesu proizvodnje gvožđa u visokim pećima [2].

Kao sirovine za proizvodnju kamene vune upotrebljavaju se prirodni i veštački silikatni materijali. Od prirodnih materijala upotrebljava se kamen diabaz i dolomit, a u manjoj meri i bazalt, dok se od veštačkih materijala koriste tzv. briketi koji se dobijaju preradom otpada iz tehnološkog procesa uz dodatak cementa. Glavna hemijska jedinjenja koja ulaze u sastav navedenih sirovina su: oksidi silicijuma, aluminijum, kalcijum, magnezijum i gvožđe. Navedene sirovine transportuju se u kupolnu peć u kojoj se tope na temperaturi od 1500°C . Za proces topljenja sirovina kao energent se koristi koks. Toplota dobijena procesom topljenja u kupolnoj peći kontrolisano se dovodi na točak centrifuge gde uz pomoć visokog protoka dolazi do njenog razvlačnjavanja uz istovremeno potapanje s fenol-formaldehidnom smolom koja se koristi kao vezivo vlakana. Po izlazu iz komore za sušenje plašt kamene vune se hladi u zoni za hlađenje, a nakon toga sprovodi se formatiranje plašta odnosno rezanje po dužini i širini na zadate dimenzije. Nakon pakovanja, proizvod se može skladištiti u zatvorenom ili otvorenom prostoru odakle se otprema na gradilište. Ceo tehnološki proces je automatizovan i konstantno nadgledan [2].

3. KARAKTERIZACIJA OTPADA

Svaki postupak ili proces upravljanja otpadom sledi korake koji su definisani hijerarhijom upravljanja otpadom. Za svaki od predviđenih koraka treba poznavati određene parametre i karakteristike otpada da bi se donela konačna odluka o prihvatljivosti ili neprihvatljivosti za neku upotrebu ili tretman odnosno konačno zbrinjavanje. Iz tog razloga potrebno je da se identifikuju neophodni podaci o otpadu realizacijom sledećih aktivnosti: opis situacije na terenu, definisanje zadataka i traženje rešenja, sagledavanje raspoloživih informacija i rad na delovima analize koji nedostaju [3].

Ispitivane vrste otpada su dobijene razvrstavanjem sakupljenog otpada. Ispitivanje otpada vrše stručne organizacije i druga pravna lica koja su ovlašćena za uzorkovanje i karakterizaciju prema obimu ispitivanja za koja su akreditovana dok karakterizacija otpada predstavlja postupak kojim se utvrđuju fizičko-hemijske, hemijske i biološke osobine i sastav otpada odnosno da li otpad sadrži ili ne jednu ili više opasnih karakteristika. Koraci u postupku ispitivanja otpada su: uzorkovanje, identifikacija, karakterizacija i izrada Izveštaja o ispitivanju otpada [4].

Uzorkovanje otpada obuhvata sledeće informacije: lokacija sa koje je uzet uzorak, GPS koordinate, način i metod uzorkovanja, datum i vreme uzorkovanja i druge podatke o uzorku kao i ime osobe koja je izvršila uzorkovanje. Identifikacija otpada obuhvata sledeće informacije: podatke o podnosiocu zahteva za ispitivanje, klasifikaciju otpada prema poreklu – preliminarni indeksni broj iz Kataloga otpada i opis procesa nastajanja otpada. Karakterizacija otpada obuhvata sledeće informacije: utvrđivanje karaktera otpada u zavisnosti

od stepena opasnosti (inertan, neopasan, opasan), određivanje opasnih karakteristika otpada, određivanje toksikoloških karakteristika i efekata na ljudsko zdravlje i mogućih uticaja na životnu sredinu. Izveštaj o ispitivanju otpada sadrži sledeće informacije: podatke o podnosiocu zahteva i opšte podatke (proizvođač, vlasnik, količina otpada, postupak nastanka otpada), podatke o klasifikaciji otpada (indeksni broj, Q, H, C, Y, R, D), podatke o uzorku i rezultate ispitivanja otpada (lokacija – GPS, metoda, vreme uzorkovanja, uzorkivač, rezultati fizičko-hemijskih, hemijskih i bioloških ispitivanja otpada) [4].



Slika 4. Uzorkovanje na terenu.

Na slici 4, prikazan je postupak uzorkovanja predmetnog otpada na terenu. Proizvodi od kamene vune se u većoj meri recikliraju. Otpadni materijal koji nastaje pri preuređivanju i rušenju se pretvaraju u novu izolaciju. U proseku, 75% ostatka od kamene vune iz same proizvodnje se reciklira, čime se deponije rasterećuju i štedi se u svim segmentima nastanka vune [5].

Proces proizvodnje kamene vune je karakterističan zbog nastajanja minimalne količine otpada. Zbrinjavanje nastalog tehnološkog otpada predviđeno je na način da se isti (otpadna kamena vuna, leteći pepeo i ostali otpad) reciklira i ponovo koristi u proizvodnji kao sekundarna sirovina. Deo otpada koji se ne može upotrebiti u proizvodnom procesu (otpad od šljake, drveta, plastike, raznih folija, papira i sl.) daje se na zbrinjavanje ovlašćenim kompanijama [1].

4. ANALIZA REZULTATA

Na zahtev kompanije, tokom 2019. godine vršeno je ispitivanje otpada iz proizvodnje kamene vune: smeša neprerađenog dela istopljene mase kamena - šljake, vlakana kamene vune iz procesa, neusaglašenih proizvoda kamene vune i ostataka od sečenja proizvoda kamene vune, indeksnog broja 06 13 99 / 2 03 04 / 20 01 99, iz kataloga otpada prema Pravilniku, u vlasništvu generatora otpada, kompanije Knauf Insulation d.o.o. Fabrika kamene vune, iz Surdulice, zatečenog a lokaciji kompanije u Surdulici, u ukupnoj količini od 6000 tona. U okviru Izveštaja o ispitivanju otpada [6], dat je posebno opis tehnološkog postupka generisanja otpada. Otpad je nastao u procesu proizvodnje kamene vune i mešanjem na privremenom skladištu otpada. Šljaka nastaje prilikom pada istopljene mase kamena na centrifuge koji se ne ispreda u vlakna kamene vune. Otpadna vlakna kamene vune iz procesa nastaju kao posledica pada vlakana neistaloženog filca kamene vune i vlakana istaloženih u filtere usled strujanja vazduha ventilatora. Neusaglašeni proizvodi kamene vune se generišu

usled neodgovarajuće specifikacije proizvoda, dok ostaci od sečenja nastaju pri sečenju ploča od kamene vune. Pri transportu i rukovanju sa otpadom sprečiti raznošenje vlakana, vlaženjem ili na drugi propisan način. Otpad nije opasan, ali nije ni inertan prema Direktivi 1999/31/EC i 2003/33/EC [7]. Kompanija je takođe podnela zahtev za analiza sadržaja radionuklida u dostavljenom uzorku [1]. Ispitivanje je izvršeno tehnikom niskofonske gamaspektrometrije na poluprovodničkom HPGe detektoru po metodi ASTM C102-98 i AOAC 955.50. Rezultati analize [8] pokazuju da je sadržaj radionuklida u ispitivanom uzorku ispod granica radioaktivne kontaminacije propisanih za industrijski otpadni materijal [9] pa ispitivani uzorak u pogledu radioaktivne kontaminacije zadovoljava uslove za odlaganje u životnu sredinu.

5. ZAKLJUČAK

Analizom postojećeg stanja u Kompaniji „KNAUF INSULATION“ u Surdulici utvrđeno je da Kompanija sa svim vrstama otpada upravlja u skladu sa zakonom. U narednom periodu u Kompaniji „KNAUF INSULATION“ će posebna pažnja biti posvećena prevenciji stvaranja otpada i redukciji kao i ponovnoj upotrebi odnosno ponovnom korišćenju proizvoda za istu ili drugu namenu. Planom su obuhvaćene sve one aktivnosti čijim obavljanjem dolazi ili može doći do proizvodnje otpada ili zagađenja životne sredine. Smanjenje zagađenja životne sredine je bitan cilj održivog upravljanja otpadom. Reciklaža spada u utilizacione metode koje za cilj imaju maksimalno iskorišćenje energije i sirovina iz otpada. Većina zemalja odlučuje se za reciklažu, jer u njima pored eliminacije otpada vide i ekonomsku računicu. Reciklažom se čuvaju sirovine i energija. Od odbačenih i beskorisnih proizvoda dobijaju se sirovine koje bi se u drugačijoj situaciji morale dobijati iz prirodnih izvora. Rast populacije i generisanje sve većih količina otpada čini da deponije postanu sve brojnije i sve više degradiraju životnu sredinu. Deponije zauzimaju velike

površine obradivog zemljišta, prerastaju u nekontrolisana smetlišta sa visokim rizikom od udesnih situacija i zahtevaju ogromne troškove sanacije i rekultivacije. Da bi se otpadom nastavilo upravljati na odgovarajući način, neophodno je učešće i svest o posledicama za životnu sredinu i zdravlje ljudi svih zaposlenih. Neophodno je kontinuirano raditi na unapređenju znanja i svesti zaposlenih o upravljanju otpadom.

LITERATURA

- [1] <https://www.knaufinsulation.rs/>.
- [2] <https://gradjevinarstvo.rs/tekstovi/9079/820/reciklirana-mineralna-vuna-za-bolji-malter>.
- [3] Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada,, *Službeni glasnik*, RS br. 56/10.
- [4] Redžić N., Đorđević Lj., Dukić I., Misajlovski N., Mihailović L., Katalog otpada, "Uputstvo za određivanje indeksnog broja", *Agencija za zaštitu životne sredine*, Beograd, 2010.
- [5] <https://www.rockwool.rs/>
- [6] Izveštaj o ispitivanju otpada 11-508, *Zavod za javno zdravlje*, Beograd, 2019.
- [7] Council Decision of 19 December 2002, establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 2 of and Annex II do Directive 1999/31/EC, 2003/33/EC.
- [8] Izveštaj o ispitivanju br. 060612-27, *Institut za nuklearne nauke Vinča*, Laboratorija za hemijsku dinamiku i permanentno obrazovanje, Beograd, 2019.
- [9] Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije životne sredine i o načinu sprovođenja dekontaminacije", član 24, *Službeni list SRJ*, 9/99.



MONITORING KOLIČINE KOMUNALNOG OTPADA U GRADU VRANJU U KONTEKSTU ODRŽIVOG RAZVOJA I ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

MONITORING THE MUNICIPAL WASTE QUANTITY IN THE VRANJE CITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Jovana Džoljić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filiovića 20, Vranje.*
Ljiljana Đorđević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filiovića 20, Vranje*

Sadržaj - Nastajanje otpada posledica je svih antropogenih aktivnosti stanovništva svake države i može se lako dovesti u vezu sa nacionalnom ekonomijom. Urbanizacija, razvoj ekonomije, sve bolji životni standard i životni stil ljudi prouzrokovali su nagli porast količine proizvedenog otpada širom sveta [1]. Važnost praćenja ukupne količine proizvedenog otpada, po vrstama i delatnostima u kojima nastaju, prepoznata je i u Nacionalnoj listi indikatora Republike Srbije. Na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja poslednjih godina javlja se veći pritisak na životnu sredinu zbog nepravilnog odlaganja otpada i nastanka smetlišta. U radu je analiziran trend monitoringa količine deponovanog komunalnog otpada na sanitarnoj deponiji „Meteris“ u periodu 2015-2019. godine. Rezultati monitoringa dovedeni su u vezu sa bruto domaćim proizvodom, kao pokazateljem životnog standarda stanovnika Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja. Na osnovu rezultata analize date su i preporuke za smanjenje pritiska na životnu sredinu u cilju njene zaštite, ali i zaštite zdravlja stanovništva.

Ključne reči: Komunalni otpad. BDP. Životni standard. Vranje. Kompostiranje.

Abstract - Waste generation is a result of all anthropogenic activities of each country population and can easily be linked to the national economy. Urbanization, economic development, improving living standards and people's lifestyles have caused a sharp increase in the amount of waste produced worldwide [1]. The importance of monitoring the total amount of produced waste, by types and activities in which they are generated, is also recognized in the National List of Indicators of the Republic of Serbia. In the territory of the City of Vranje and the city municipality of Vranjska Banja, in recent years there has been greater pressure on the environment due to improper waste disposal and the creation of landfills. The paper analyzes the trend of monitoring the amount of municipal waste deposited at the sanitary landfill "Meteris" in the period 2015-2019 years. The results of monitoring were linked to the gross domestic product, as an indicator of the living standard of the city inhabitants of Vranje and Vranjska Banja. Based on the results of the analysis, recommendations are given for reducing the pressure on the environment in order to protect it, but also to protect the health of the population.

Key words: Municipal waste. GDP. Living standard. Vranje. Composting.

1. UVOD

Današnja civilizacija, zadovoljavanjem životnih potreba stanovništva, proizvodi sve više otpada i ni jedan pokazatelj ne ukazuje na skorbu promenu ovog trenda. Nastajanje otpada posledica je antropogenih aktivnosti stanovništva svake države, i može lako dovesti u vezu sa nacionalnom ekonomijom. Urbanizacija, razvoj ekonomije, sve bolji životni standard i životni stil ljudi prouzrokovali su nagli porast količine proizvedenog otpada širom sveta [1]. Podaci Svetske banke ukazuju da bi nagla urbanizacija, rast populacije i ekonomski razvoj u svetu u narednih 30 godina mogla da utiče na povećanje proizvedene količina otpada za 70%. U zemljama u razvoju, početkom 90-tih godina XX veka, po glavi stanovnika u proseku je nastajalo 100-330 kg

čvrstog otpada godišnje, u Evropskoj uniji taj broj je iznosio 414 kg, a u Severnoj Americi 720 kg. Danas, u svim zemljama sveta, dolazi do povećanja, kako u apsolutnoj količini proizvedenog otpada, tako i u količini otpada koji nastaje po osobi. Prema statističkim podacima, po glavi stanovnika generisno je 492 kg otpada u 2018. godini na teritoriji EU, odnosno 220 miliona tona [2].

Prateći svetske trendove u cilju efikasnijeg praćenja stanja životne sredine, u R. Srbiji uvedena je Nacionalna lista indikatora (NLI) [3] koja obuhvata nekoliko tematskih oblasti među kojima se nalazi i otpad. Važnost praćenja ukupne količine proizvedenog otpada, po vrstama i delatnostima u kojima nastaju, prepoznata je i u NLI Republike Srbije.

Na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja poslednjih godina javlja se veći pritisak na životnu sredinu zbog nepravilnog odlaganja sve veće količine otpada. Takođe, nastanak smetlišta na prirodnim prostorima posledica je neodgovornog i nesavesnog ponašanja građana. Na teritoriji Grada, poslove sakupljanja, odnošenja smeća i odlaganja na sanitarnu deponiju „Meteris“ obavlja javno komunalno preduzeće „Komrad“ iz Vranja. U skladu sa NLI, u ovom radu akcenat je stavljen na praćenje količine deponovanog komunalnog otpada u periodu 2015-2019. godine na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja. Takođe, u radu će biti prikazana i povezanost životnog standarda stanovnika i količine proizvedenog otpada u prethodnom petogodišnjem periodu.

2. ŽIVOTNI STANDARD I PROIZVODNJA KOMUNALNOG OTPADA

Danas se u svetu velika pažnja posvećuje upravljanju otpadom u cilju bolje zaštite životne sredine. Veliki broj studija se bavi ovom temom i sve buduće procene stvaranja komunalnog otpada zasnivaju se na praćenju ekonomskih faktora. Pojedini autori zastupaju teoriju da ekonomski rast promoviše nastajanje otpada i time pogoršava ekološke probleme. Drugi pak tvrde da je direktna veza između ekonomskog rasta i generisanja otpada u ekonomskom sistemu i propadanje životne sredine previše pojednostavljena i da je uzročnost indirektna, na šta utiču politika i društveno-ekonomski kontekst.

Životni standard se najčešće izražava kao udeo potrošnje i akumulacije u neto društvenom proizvodu (NDP), kao indeks bruto domaći proizvoda (BDP) po stanovniku i kao prosečno trajanje života. Poslednjih godina rezultati studija pokazali su da je nivo potrošnje važan faktor koji utiče na količinu komunalnog otpada. Mnogi istraživači su sprovedi studije odnosa između proizvodnje komunalnog čvrstog otpada (KČO) i socio-ekonomskih i demografskih faktora, kao što su BDP, porodični ili raspoloživi dohodak po glavi stanovnika, izdaci u potrošnji i sl. Neka istraživanja su otkrila da stopa rasta tercijarne industrije (saobraćaj, trgovina, turizam, ugostiteljstvo, zanatstvo, bankarstvo i komunalna privreda), u smislu ukupnog BDP-a i raspoloživog dohotka po stanovniku, utiče indirektno i pozitivno pored nastajanja KČO i na na emisiju ugljenika iz KČO. Takođe, čest je zaključak da sa ekonomskim razvojem i poboljšanjem životnog standarda dolazi do povećanja potrošnje hrane i odeće što direktno prouzrokuje rast obima proizvodnje otpada. Sa druge strane gustina naseljenosti određene oblasti i stopa nezaposlenosti smanjuju proizvodnju KČO.

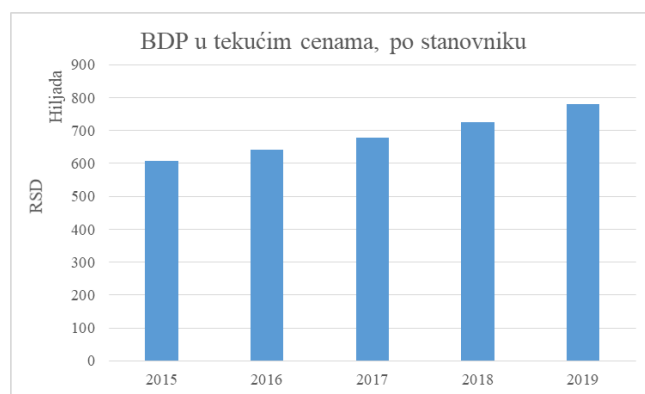
Prema statistici Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD), od 2000. godine BDP je varirao značajnije, ali je gotovo uvek pokazivao pozitivan trend, a posebno nakon krize u 2008. godini. Istraživanje OECD-a pokazalo je da postoji jaka zavisnost između nastanka komunalnog otpada i BDP-a. Rezultati istraživanja u Kini [4] pokazali su da svakodnevni troškovi domaćinstava i rast industrije imaju suprotne pravce rasta količine otpada u provincijama visokog i niskog nivoa razvijenosti. Otkriveno je da provincije u razvoju generišu više komunalnog čvrstog otpada nego razvijene regije. Učestalost obedovanja van kuće takođe utiče na količinu nastalog komunalnog otpada. Domaćinstva sa višim prihodima proizvode manje kućnog otpada od porodica sa nižim prihodima [5]. Kada su u pitanju prihodi domaćinstva, otkriveno je da se sa porastom porodičnog

dohotka povećavaju stope potrošnje, što zauzvrat dovodi do većeg stvaranja čvrstog otpada [6].

2.1. Životni standard u Srbiji

Prema definiciji životni standard obuhvata usluge i dobra pomoću kojih se postižu zadovoljavajući materijalni, radni i društveni uslovi života, kao i slobodno kretanje i slobodna razmena standardnih potreba ljudi i dobara. Jednostavno rečeno, veći prihodi po stanovniku, veći je životni standard. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku Srbije (RZS) u 2019. godini iznosio je, u tekućim cenama, 5 417 725 mil. dinara. U odnosu na prethodnu godinu, BDP je nominalno veći za 6,8%, a realno za 4,2%.

Prema podacima RZS [7], BDP je u periodu 2015-2019. godine imao pozitivan trend promene (Slika 1).



Slika 1. Promene BDP-a u Srbiji u periodu 2015-2019. god.

3. METODOLOGIJA

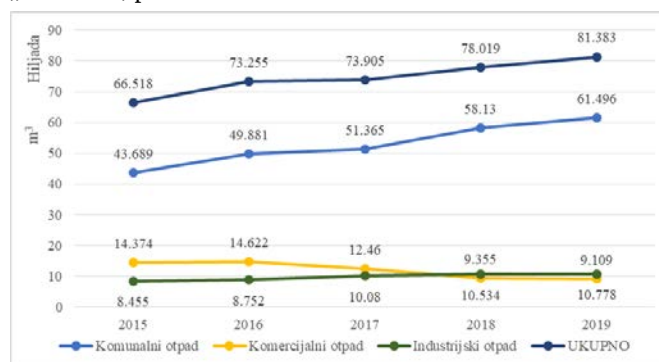
Metodologija korišćena u radu obuhvata analizu postojećih statističkih podataka o količini deponovanog komunalnog otpada kojima raspolaže JKP „Komrad“ za prethodni petogodišnji period.

Analiza rezultata ustanoviće trend promena uskladištene količine otpada na teritoriji Grada Vranja, s obzirom na činjenicu da se komunalni otpad sa teritorije Grada Vranja i Vranjske Banje odlaže na sanitarnoj deponiji „Meteris“.

Dobijeni rezultati biće dovedeni u vezu sa demografskim podacima stanovništva Republičkog zavoda za statistiku, ali i sa ekonomskim parametrima.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati analize podataka o monitoringu količine deponovanog komunalnog otpada, kojima raspolaže JKP „Komrad“, prikazani su na slici 2.

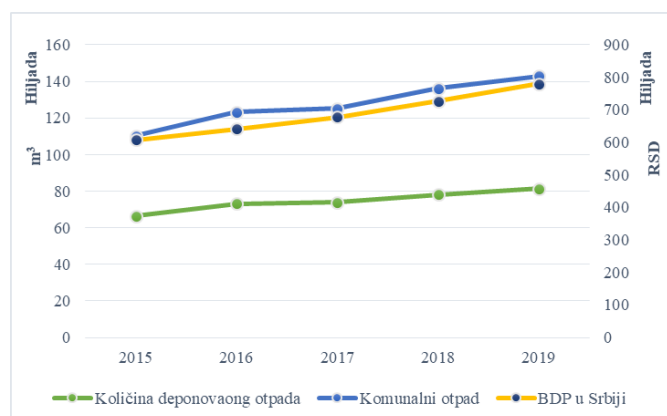


Slika 2. Promene količine komunalnog otpada u periodu 2015-2019. god.

Rezultati analize ukazuju na nesumnjiv pozitivan trend ukupne količine otpada koji se skladišti na deponiji „Meteris“ od 66 518 m³ u 2015. godini do 81 383 m³ u 2019. godini. Porast količine deponovanog otpada može se objasniti činjenicama da je na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja uočen porast broja stanovnika u analiziranom periodu, koji je praćen i porastom broja domaćinstava koja su obuhvaćena prihvatom otpada. Takođe, saniranjem određenog broja „divljih deponija“ značajna količina otpada, koji je godinama gomilana, je uklonjena iz prirode i prebačena na deponiju „Meteris“.

Rezultati analize pokazuju porast količine komunalnog otpada u analiziranom periodu. S obzirom na činjenicu da značajan udeo u komunalnom otpadu predstavlja organska materija (više od 50%), u cilju smanjenja nastanka ove vrste otpada potrebno je sprovesti dodatne aktivnosti. Treba jačati svest građana o benefitima procesa kompostiranja, kao jednog od mogućih rešenja. Podaci zemalja članica Evropske Unije ukazuju da porast broja stanovnika koji kompostiraju direktno utiče na smanjenje količine deponovanog komunalnog otpada.

Rezultati analize trenda promene BDP-a u Srbiji i trenda promena količine otpada prikazani su na Slici 3.



Slika 3. Promene količine deponovanog komunalnog otpada i BDP-a u Srbiji u periodu 2015-2019. god.

Dovodeći u vezu BDP u Srbiji, kao ekonomski faktor, i količinu deponovanog komunalnog otpada na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja može se uočiti pozitivna korelacija. Porast BDP-a u periodu 2015-2018. godine prati i porast i ukupne količine nastalog otpada, a posebno komunalnog otpada. Ovo nesumnjivo ukazuje da su potrošačke navike ljudi jedan od glavnih uzroka nastajanja sve veće količine otpada u Srbiji.

Zajedno sa porastom životnog standarda, bilo bi dobro nastaviti i sa ulaganjem i u mehanizaciju komunalnog preduzeća koja bi olakšala transport otpada iz urbanih sredina do sanitarne deponije ali ujedno i smanjila aerozagađenje. Takođe, bilo bi poželjno nastaviti sa aktivnostima promocije i edukacije stanovništva o značaju uvođenja kompostiranja i pravilnog načina odlaganja otpada u svakodnevni život. Jačanje svesti građana o posledicama zagađenja životne sredine koje je uzrokovano nepravilnim odlaganjem otpada nesumnjivo može uticati na smanjenje količine nastalog otpada, pre svega komunalnog.

5. ZAKLJUČAK

Neprekidni rast gradskih naselja i promena strukture i načina života građana utiče da nastaje sve veća količina otpada. Nepravilno odlaganje otpada utiče negativno na sve sfere životne sredine (vodu, vazduh, zemljište). Najveći razlog za brigu je taj što zagađujuće materije iz otpada dospevaju u medijume životne sredine i preko biljaka i ulaze u lanac ishrane. Ulaskom zagađujućih materija u lanac ishrane, ukoliko se u organizmima ne razgrade i imobilišu, one direktno ugrožavaju sva živa bića, samim tim i čoveka. Zbog toga je u interesu čovečanstva da se smanji količina nastalog otpada i time smanje negativni efekti na životnu sredinu, čime se ujedno i smanjuje rizik po zdravlje ljudi.

Kada je u pitanju predviđanje budućih količina proizvedenog otpada, danas to nije teško zamisliti zbog veoma razvijene tehnike i tehnologije. Koristeći veštačke neuronske mreže, sivi sistem i model vremenskih serija može se doći do dugoročnog predviđanja količine nastalog komunalnog otpada. Mnogi istraživači sprovedli su studije odnosa proizvodnje komunalnog čvrstog otpada i socio-ekonomskih i demografskih faktora, kao što su BDP, porodični ili raspoloživi dohodak po glavi stanovnika, izdaci u potrošnji i sl. i došli do zaključka da oni mogu u značajnoj meri uticati na promenu količine nastalog komunalnog otpada.

Grad Vranje i gradska opština Vranjska Banja jedine na jugu Srbije imaju savremenu sanitarnu deponiju, pa ipak, činjenica je da se sav otpad ne odloži tamo. Jasno razumevanje mehanizma stvaranja komunalnog otpada i tačno predviđanje njegove količine, osnovni su preduslovi za razvoj strategija za upravljanje otpadom.

Analiza podataka o ukupnoj količini deponovanog otpada sa teritorije Grada Vranja i Vranjske Banje u prethodnom petogodišnjem periodu pokazuje pozitivan trend rasta, od 66 518 m³ u 2015. godini do 81 383 m³ u 2019. godini. Ukoliko se analiziraju vrste otpada, uočava se značajno povećanje količine komunalnog otpada u pomenutom periodu. S tim u vezi potrebno je početi sa aktivnostima koje bi uticale i doprinele smanjenju njegove količine. Prvenstveno bi trebalo nastaviti sa jačanjem svesti građana o benefitima procesa kompostiranja, kao jednog od mogućih rešenja.

Rast količine deponovanog otpada prati i porast broja stanovnika, kao i porast broja domaćinstava koja su obuhvaćena prihvatom otpada. Porast BDP-a, kao pokazatelj životnog standarda stanovništva, u periodu 2015-2018. godine Srbiji prati i porast ukupne količine nastalog otpada, a posebno komunalnog otpada na teritoriji Grada Vranja i gradske opštine Vranjska Banja. Tako se nameće zaključak da zajedno sa porastom BDP-a i poboljšanjem životnog standarda u Srbiji raste i količina nastalog i deponovanog otpada, posebno komunalnog.

S obzirom na činjenicu da je danas u potpunosti preovladala ideja da otpad ne treba uništavati, već ga treba koristiti i težiti ekološki prihvatljivim rešenjima za dalji tretman otpada. Na sanitarnoj deponiji „Meteris“ izdvajaju se reciklabilne sirovine, npr. plastika i papir se sabijaju i daju dalje operaterima za reciklažu. I pored toga, procenat ponovne upotrebe, reciklaže i korišćenja otpada je veoma nizak. Neophodno je unaprediti postojeći sistem i omogućiti veće iskorišćenje otpada bilo kao reciklabilne sirovine, bilo kao sirovine za dobijanje energije. Pre svega, neophodno je

nastaviti sa edukacijom građana o pravilnom načinu odlaganja otpada. Kompostiranje, kao jedno od prihvatljivih ekoloških metoda za tretman otpada, treba više promovisati kako bi se veći procenat stanovništva uključio.

Srbija, kao zemlja u razvoju, nesumnjivo će težiti stvaranju boljih uslova za život stanovnika. S toga je očekivano da će i u budućnosti, sa porastom životnog standarda ljudi rasti i količina deponovanog otpada u Gradu Vranju i gradskoj opštini Vranjska Banja. Zbog toga treba uložiti više napora kako bi se paralelno sa razvojem jačala i svest stanovnika o neophodnosti smanjenja količine otpada koji se skladišti. Motivacija i stimulisanje građana u cilju promene ustaljenih obrazaca ponašanja je posebno važna, naročito prilikom planiranja upravljanja otpadom, jer bez podrške javnosti svaki sistem je neodrživ.

LITERATURA

- [1] T. Karak, R. M. Bhagat, & P. Bhattacharyya, *Municipal solid waste generation, composition, and management: The world scenario*, Critical Reviews in Environmental Science and Technology. Taylor & Francis Group. 42(15), pp. 1509-1630, 2012.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2011.569871>
- [2] Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200318-1>, Last Assessed: 12/11/2020
- [3] *Nacionalna lista indikatora*, (NLI, „Sl. glasnik RS“ br. 37/11).
- [4] J. Liu, Q. Li, W. Gu & C. Wang, *The Impact of consumption patterns on the generation of municipal solid waste in China: evidences from provincial data*, International journal of environmental research and public health, 16(10), pp. 1717, 2019.
<https://doi.org/10.3390/ijerph16101717>.
- [5] P. T. T. Trang, H. Q. Dong, D. Q. Toan, N. T. X. Hanh, & N. T. Thu, *The effects of socio-economic factors on household solid waste generation and composition: a case study in Thu Dau Mot, Vietnam*, Energy Procedia, 107, pp. 253-258, 2017, doi: 10.1016/j.egypro.2016.12.144.
- [6] T. V. Ramachandra, H. A. Bharath, G. Kulkarni & S. S. Han, *Municipal solid waste: Generation, composition and GHG emissions in Bangalore*, India, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 82, pp. 1122-1136, 2018. doi: 10.1016/j.rser.2017.09.085.
- [7] Republički zavod za statistiku,
<https://data.stat.gov.rs/Home/Result/09020101?languageCode=sr-Cyrl#>, Last Assessed: 11/11/2020.



OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE KAO OSNOVA ODRŽIVOG EKONOMSKOG EKOLOŠKOG I PROSTORNOG RAZVOJA SRBIJE I REGIONA

RENEWABLE ENERGY SOURCES AS A BASIS FOR SUSTAINABLE ECONOMIC ECOLOGICAL AND SPATIAL DEVELOPMENT OF SERBIA AND THE REGION

Marija Mihajlović, student Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Aleksandra Medvedeva 14, Niš.

Dušan Dimitrijević, student Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,
Filipa Filiovića 20, Vranje.

Ljiljana Stošić Mihajlović Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,
Filipa Filiovića 20, Vranje.

Sadržaj - Obnovljivi izvori energije su ključna komponenta održivog ekonomskog, ekološkog i prostornog razvoja, koja omogućava racionalne ekonomske, ekološke i prostorne efekte. Razvijene zemlje su shvatile značaj smanjenja emisije od sagorevanja energenata tokom procesa stvaranja energije i neophodnost traženja alternativnih izvora energije. Podrška razvoju korišćenja obnovljivih izvora energije postaje veoma važan cilj u okviru Evropske unije. U ovom radu sadašnje stanje i perspektive korišćenja obnovljivih izvora energije su označeni kao glavni alat za unapređenje njihovog razvoja i korišćenja. Srbija nije izolovani privredni sistem, niti izolovano ostrvo u univerzumu, ona je deo međunarodnog prostora i saradnje, a po mnogim pozitivnim pokazateljima lider je u regionu kome pripada. U ovom radu biće reči o neophodnom uravnoteženom razvoju ekonomije zasnovane na obnovljivim izvorima energije kako bi se osigurala bezbedna i zdrava životna sredina i za generacije koje dolaze.

Ključne reči: Obnovljivi izvori energije. Ekonomski i ekološki razvoj. Prostorni razvoj. Energetska efikasnost.

Abstract - Renewable energy sources are a key component of sustainable economic, environmental and spatial development, which enables rational economic, environmental and spatial effects. Developed countries have realized the importance of reducing emissions from energy combustion during the energy generation process and the need to look for alternative energy sources. Supporting the development of the use of renewable energy sources is becoming a very important goal within the European Union. In this paper, the current state and perspectives of the use of renewable energy sources are marked as the main tool for improving their development and use. Serbia is not an isolated economic system, nor an isolated island in the universe, it is part of the international space and cooperation, and according to many positive indicators, it is the leader in the region to which it belongs. This paper will discuss the necessary balanced development of an economy based on renewable energy sources in order to ensure a safe and healthy environment for future generations.

Key words: Renewable energy. Economic and environmental development. Spatial development. Energy efficiency.

1. UVOD

Obnovljivi izvori energije predstavljaju sektor sa najvećim potencijalom za razvoj. Koncept 3E (Energija, Ekologija, Ekonomija) danas je široko prihvaćen, tako da ima multidimenzionalni karakter. Suštin koncepta se iscrpljuje u stavu da bez energije iz čistih i obnovljivih izvora koji ne zagađuju životnu sredinu u ni jednoj fazi od proizvodnje, preko prenosa do potrošnje energije, u ekonomskim procesima.

Obnovljivi izvori energije (OIE) predstavljaju neiscrpane izvore energije iz prirode koji se obnavljaju u određenom vremenskom intervalu, u celosti ili delimično.[1] OIE se eksploatišu s ciljem proizvodnje električne, toplotne i me-

haničke energije, a njihova značajna održiva karakteristika jeste neškodljivost za okolinu, sa smanjenom ili redukovanom emisijom CO₂ u procesu proizvodnje energije.

Republika Srbija raspolaže obnovljivim izvorima energije Sunca, vode, vetra, geotermalne energije i biomase.

Najznačajniji potencijal obnovljivih izvora energije u Srbiji je energija iz biomase i procenjuje se na 3,405 miliona ten (tona ekvivalenta nafte), a u ukupnom potencijalu OIE biomasa učestvuje sa 60,3%. Trenutno najveći stepen iskorišćenja energije iz obnovljivih izvora u Srbiji je iz energije velikih hidrotokova, čiji ukupan bruto potencijal vode koje otiču u vodotocima na teritoriji Republike Srbije iznosi oko 25.000 GWh godišnje.

2. POSTOJEĆE STANJE I OPREDELJENJA U SRBIJI

Republika Srbija se, kao zemlja kandidat za članstvo u Evropskoj uniji, obavezala na prihvatanje evropskog klimatsko-energetskog paketa koji podrazumeva i Direktivu 2009/28/EZ opodsticanju upotrebe energije iz obnovljivih izvora. [2]

Fond za zaštitu životne sredine i energetske efikasnost kroz svoje programe sufinansira i nabavku sistema za korišćenje obnovljivih izvora energije, uglavnom kroz programe energetske obnove (sistemi za korišćenje obnovljivih izvora energije su opravdan trošak u programima obnove porodičnih, stambenih i nestambenih zgrada) ili kao poseban program namenjen uređenju prostora i izgradnji.

Obnovljivi izvori energije predstavljaju sektor sa najvećim potencijalom za ekonomski razvoj. Dekarbonizacija energetskog sektora nije obaveza koja proizilazi iz procesa pregovaranja o pristupu Evropskoj uniji (EU), već je neminovnost koja je potrebna našoj ekonomiji. Neophodno je naći rešenje koje će osigurati ekonomski razvoj koji, istovremeno podrazumeva čistu životnu sredinu, ali i zdravlje i kvalitet života građana. Većina država Zapadnog Balkana i dalje razvijaju planove gradnje novih postrojenja na uglj, dok države Zapadne Evrope najavljuju potpunu nezavisnost energetske proizvodnje od uglja.

U EU su još početkom godine i formalno usvojeni ciljevi za smanjenje emisija CO₂ za 40 %, povećanje energetske efikasnosti na 32 % i udela obnovljivih izvora energije od 32 %. Ovi ciljevi su u zemljama Zapadnog Balkana definisani kroz usvajanje Nacionalnih planova za energiju i klimu i konačno usvojeni na sastanku Energetske zajednice u novembru ove godine.

Republika Srbija je fokusirana na razvoj i unapređenje energetike i valorizaciju energetske potencijale, u cilju bržeg rasta i razvoja srpske ekonomije. Samo zdrava i jaka energetika garantuju i jaku ekonomiju. Postizanje energetske nezavisnosti čini jedan od osnovnih zadataka, kao jednog od glavnih stubova nezavisnosti svake zemlje, process tranzicije ka održivim sistemima je dodatna šansa za Srbiju, jer raspolaže velikim potencijalima OIE.

Međutim, činjenica je da je učešće proizvodnje električne energije iz solarnih elektrana trenutno zanemarljivo, ali da se ulažu napor i finansijski podsticaji u razvoj solarnih i vetroelektrana jer geografski položaj Srbije pruža potencijal za eksploataciju ovih obnovljivih energetske resursa.

3. PLANOWI ZA REALIZACIJU KONCEPTA 3E U SRBIJI

U ekonomskoj strukturi nacionalne ekonomije, sigurno je da su rudarstvo i energetika od velike važnosti za dalji privredni rast Srbije i mogu imati bitnu ulogu u povećanju BDP-a, i u skladu sa tim, za pohvalu je prihvatanje Deklaracije o zelenoj agendi za Zapadni Balkan, jer je cilj da ovaj sektor postane zeleni.

Za Srbiju su zelena agenda, ulaganje u nove tehnologije i zelenu energetiku ključ za razvoj zelene ekonomije, i posebno kada je reč o energetske efikasnosti, važno je da se usaglasila zakonski okvir sa EU regulativama i uspostavimo održiv način finansiranja ove oblasti.

Kao što smo u transportu uspeli da postanemo tranzitni koridor, po svemu sudeći biće učinjeno sve da Srbija bude i energetski koridor i nezaobilazna ruta u prenosu energije, s obzirom na to da su u ovom sektoru velike mogućnosti, a da je cilj da se obezbedi dovoljno struje, gasa i derivata toplotne energije. Naime, reč je o nekoliko važnih investicija u sektoru rudarstva i energetike. To su, izgradnja tri hidroelektrane na Drini, vrednih pola milijarde evra, izgradnja gasovoda Niš–Dimitrovgrad i Transbalkanskog koridora, sve u cilju da se izgradi dovoljno kapaciteta za proizvodnju električne energije koja nije na uglj. To se u energetici zove tranzicija, da proizvodnja električne energije bude zelena i da što manje utiče na životnu sredinu. Republika Srbija se opredelila da sve hidroelektrane koje se budu gradile predstavljaju deo zelene energije i to nisu samo mini hidroelektrane, tu su i geotermalna, solarna i energija biomase u nameri da se ostvari kogeneraciju u proizvodnji električne i toplotne energije, ali i da se podstakne energetska efikasnost uz veće korišćenje obnovljivih izvora energije.

Šire posmatrano u prostornom konceptu, ceo region mora biti zeleniji i energetski stabilniji i važno je da svi rade više na zelenoj agendi. To je važno i za Republiku Srpsku i za Bosnu i Hercegovinu. Drina je reka na kojoj mogu da se naprave ove hidroelektrane, a izgradnja prve od tri, "Buk Bjela", počće 2021. godine.

Potpisivanje Sofijske deklaracije o "Zelenoj agendi" za Zapadni Balkan, 10. novembra 2020. godine, zemlje regiona obavezale su se da će sprovoditi mere u oblasti sprečavanja klimatskih promena i zagađenja, razvoja energije mobilnosti i cirkularne ekonomije kao i razvoja biodiverzita, održive poljoprivrede i proizvodnje hrane. Prvi konkretni koraci će biti podsticanje takse na emisiju CO₂, razvoj tržišnih modela za korišćenje obnovljivih izvora energije, kao i postupno ukidanje subvencija za uglj.

Neke od mera koje će se primenjivati su usklađivanje sa zakonom EU čiji je cilj klimatski neutralna Evropa do 2050. godine, definisanje energetske i klimatske ciljeva do 2030. u skladu sa pravnim okvirom Energetske zajednice i pravnom tekovinom EU, kao i razvoj i primena nacionalnih energetske i klimatske planova sa jasnim merama za smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte. Nastaviće se usklađivanje sa sistemom za trgovanje emisijama EU (EU ETS), kao i uvođenje drugih modela za oporezivanje emisija, kako bi se promovisala dekarbonizacija u regionu.

Koraci ka primeni "Zelene agende" uključuju i saradnju u pripremi procene socio-ekonomskog uticaja dekarbonizacije na svaku zemlju i na nivou regiona u cilju pravedne tranzicije, razvoj energetske efikasnosti i njeno poboljšanje u svim sektorima kao i povećanje udela obnovljivih izvora energije i obezbeđivanje neophodnih uslova za investiranje.

EU je ovim jasno naglasila svoju posvećenost Zapadnom Balkanu dodeljivanjem devet milijardi grantova, što bi trebalo da povećala investicije za 20 milijardi evra. Sa ekonomskog aspekta je važno napomenuti da je na Samitu u Sofiji, 10. novembra, pored Deklaracije o "Zelenoj agendi" za Zapadni Balkan potpisana je i Deklaracija o zajedničkom regionalnom tržištu, tzv. Balkanski mini-Šengen koja treba da doprinese ekonomskom rastu ali i ekološkom razvoju regiona.

4. UNIVERZALNOST PROBLEMA I REŠENJA

Klimatske promene nas podsećaju da, uprkos brzom razvoju nauke, tehnike i tehnologije i dalje zavisimo od prirode, odnosno prirodnih resursa i prirodnih ciklusa.

Evropski zeleni dogovor [3] predviđa sveobuhvatnu podršku za podizanje kvaliteta životne sredine, održivo upravljanje prirodnim resursima i borbu protiv klimatskih promena. Takođe, pored očuvanja biljnih i životinjskih vrsta, ovakav koncept zaštite prirode ima značajnu ulogu u smanjenju rizika od klimatskih promena kao i da pomognu u ublažavanju efekata klimatskih promena sa ciljem boljeg prilagođavanja.

Ujedinjene nacije su 29.09.2020. godine proglasile Dekadu obnove ekosistema 2021-2030, koja je jedinstvena prilika da se pojačaju naponi na obnovi uz otvaranje radnih mesta i borbu protiv klimatskih promena u okviru Agende 2030 i Ciljeva održivog razvoja [4]. Naime, na Samitu Ujedinjenih nacija o održivom razvoju koji je održan od 25. do 27. septembra Generalna skupština Ujedinjenih nacija usvojila je Agendu za održivi razvoj do 2030. godine, zajedno sa novim setom globalnih ciljeva koji predstavljaju nastavak Milenijumskih ciljeva i nastoje da ostvare ono što ovi nisu uspjeli. Milenijumski ciljevi razvoja koji su usvojeni 2000. godine i koji ističu ove godine prevashodno su se nosili sa siromaštvom, obrazovanjem i zdravljem u najsiromašnijim državama. Ciljevi održivog razvoja takođe se bave ovim problemima, ali i globalnom nejednakošću, ekološkim problemima i problemom pristupa tehnologiji.

Novih globalnih ciljeva ukupno je 17, a oni sadrže i 169 podciljeva. Sledi kraći prikaz usvojenih ciljeva [4].

1. *Suzbiti siromaštvo u svim formama u svim delovima sveta.* Ovo je ambiciozan cilj i njime se nastoji da se osigura da niko na svetu ne živi sa manje od 1,25 dolara na dan.

2. *Suzbiti glad, osigurati dovoljne količine hrane i poboljšati ishranu, kao i promovisati održivu poljoprivredu.* Ovaj cilj sadrži i poziv da se udvostruči poljoprivredna proizvodnja malih farmara.

3. *Osigurati zdrav život i promovisati dobrobit za sve uzraste.* Podcilj jeste smanjenje stope umiranja majki pri porođaju sa 200 na 70 na svakih 100.000 porođaja.

4. *Osigurati inkluzivno i kvalitetno obrazovanje i promovisati doživotno učenje.* Ovaj cilj sadrži i poziv za univerzalni pristup osnovnoškolskom obrazovanju, ali i izražava stav da svi učenici treba da imaju besplatan pristup obrazovanju sve do kraja srednje škole.

5. *Postići rodnu ravnopravnost i osnažiti sve žene i devojčice.* Ovim ciljem nastoji se zaustaviti diskriminacija i nasilje prema ženama, ali i poziva da se iskoreni primoravanje dece na brak i žensko genitalno sakaćenje.

6. *Osigurati dostupnost i održivi menadžement vode i sanitacije za sve.* Ovaj cilj ukazuje da svi treba da imaju pristup toaletima i čistoj pijaćoj vodi, ali i poziva na zaštitu i obnovu prirodnih vodenih resursa u narednih pet godina.

7. *Obezbediti svima pristup energetske izvorima.* Ovaj cilj poziva na univerzalan pristup električnoj energiji i poziva na obimnije stvaranje obnovljive energije.

8. *Promocija održivog i inkluzivnog ekonomskog razvoja, pune i produktivne zaposlenosti i pristojnog posla za sve.* Deo ovoga cilja je ambiciozni rast od 7% godišnje u najsiromašnijim državama.

9. *Izgradnja izdržljive infrastrukture, promocija inkluzivne i održive industrijalizacije i negovanje inovacija.* Ovaj cilj poziva povećanu tehnološku pomoć razvijenih zemalja siromašnijim zemljama kako bi modernizovale puteve, brane, elektro-mreže i drugu infrastrukturu.

10. *Smanjenje nejednakosti u okvirima jedne države i između različitih država.*

11. *Omogućavanje da gradovi i druge ljudske naseobine budu inkluzivne, bezbedne, otporne i održive.*

12. *Osiguranje održive konzumacije i proizvodnih obrazaca.* Ovaj cilj naglašava važnost smanjenja količine hrane koja se baca i postavlja za cilj smanjenje te količine za polovinu do 2030. godine.

13. *Pokretanje hitne akcije borbe protiv klimatskih promena i njenih uticaja.*

14. *Očuvanje i održiva upotreba okeana, mora i morskih resursa za održivi razvoj.*

15. *Promocija, obnova i održiva upotreba ekosistema, održiva upotreba šuma, borba protiv deforestacije i zaustavljanje zagađivanja zemljišta i biodiverzitetskih gubitaka.*

16. *Promocija miroljubivih i inkluzivnih društava za održivi razvoj, obezbeđivanje pristupa pravdi za sve i izgradnja efektivnih i inkluzivnih institucija na svim nivoima.* Ovaj cilj poziva i na zaustavljanje korupcije i nasilja.

17. *Oснаživanje sredstava primene i oživljavanje globalnog partnerstva za održivi razvoj.* Ovaj deo sadrži i poziv bogatim državama da pruže više pomoći siromašnijim državama i da pomognu manje razvijenim državama u razvoju.

5. ZELENA EKONOMIJA I ENERGETSKA EFIKASNOST GRAĐEVINSKIH OBJEKATA

U građevinskim objektima se troši oko 40% od ukupne potrošnje energije, stoga je izuzetno važna njihova energetska efikasnost tj. osiguravanje minimalne potrošnje energije da bi se postigla optimalna ugodnost boravka i korišćenja građevinskih objekata. Potrošnja energije u zgradi zavisi od karakteristika zgrade (obliku i konstrukcijski materijali), energetskih sistema u njoj (sistem grijanja, hlađenja, električnih uređaja i rasvete koji se u njoj koriste), ali i od klimatskih uslova podneblja na kojem se nalazi.

Zgrade u Srbiji većinom su građene pre 1990. godine i nemaju odgovarajuću toplotnu zaštitu. Čak oko 83% zgrada ne zadovoljava ni tehničke propise iz 1987. i imaju velike gubitke toplote, uz prosečnu potrošnju energije za grejanje od 150 do 200 kWh/m², što ih svrstava u energetske razred E! Povećana potrošnja energije podrazumeva i veće emisije CO₂ u atmosferu tako da je neophodno preduzeti potrebne mere kako bi se smanjila njihova nepotrebna potrošnja i racionalizacija korišćenja dostupnih energenata [5].

Energetska efikasnost u zgradama uključuje niz različitih područja mogućnosti uštede toplotne i električne energije, uz

racionalnu primenu fosilnih goriva te primjenu obnovljivih izvora energije u zgradama, gdje god je to funkcionalno izvedivo i ekonomski opravdano. Toplotna zaštita zgrada jedna je od najvažnijih tema, zbog velikog potencijala energetske uštede. Naime, poboljšanjem toplotno-izolacijskih karakteristika zgrade, moguće je postići smanjenje ukupnih gubitaka toplote građevine za prosečno od 30 - 60%.

Mere energetske efikasnosti u zgradarstvu:

- energetski pregled zgrade i energetski certifikat, koji pokazuje energetske stanje pojedine zgrade ili njenog dela;
- povećanje toplotne zaštite zgrade (postavljanje toplotne izolacije i energetske efikasne stolarije);
- povećanje efikasnosti grejanja, hlađenja, ventilacije;
- povećanje efikasnosti rasvete i električnih uređaja;
- korišćenje obnovljivih izvora energije.

Primenom mera povećanja energetske efikasnosti u zgradi se smanjuje potrošnja energije, ali i povećava ugodnost boravka u prostoru i trajnost zgrade. Odabir mera, naravno, zavisi od energetske stanja i vrsti zgrade, načina njenog korišćenja i lokaciji, a idealno je primeniti više mera kako bi se osigurao njihov sinergijski učinak i kako bi uštede u potrošnji energije bile što značajnije.

6. ZAKLJUČAK

Ozelenjavanje ekonomije mora biti urgentna tema svake nacionalne politike. Pojmove "zelena" ili "ekološka" ekonomija, ne treba promatrati u uskom smislu kao da je reč o jednom delu ekonomije, koji se bavi "zelenim" temama (uređaji za zaštitu okoline, otpada, obnovljivi izvori energije). Reč je o tome da sva ekonomska aktivnost (usmerena na zadovoljavanje ljudskih potreba, ili samo na zarađivanje novca), mora biti uklopljena u širi okvir koji nam daje znanja o ekonomiji. Uvek moramo poštovati ekološka načela u postupanju s okolinom, prirodom, resursima. Osnova je potreba dugoročne ekološke održivosti. Kad završi jedan ciklus proizvodnje i potrošnje, moraju se ponoviti uslovi koji omogućavaju sledeći. To nije stanje, nego stalni proces. Bitna su dva načela: u postupanju s materijom "cirkularna ekonomija" (ekonomija zatvorenog kruga), tj. da se ne smanjuju zalihe obnovljive materije. U postupanju s energijom - ideal je koristiti samo obnovljive izvore. Drugo načelo je održavanje bioraznolikosti kao osnova postupanja prema živim bićima i, kao posebno, eliminiranje ljudskog uticaja na globalno zagrevanje i klimatske promene.

Tehnologije koje su u skladu s ekološko-ekonomskim načelima, za razliku od tradicionalnih koje su se razvile od osnovne tendencije u industrijskoj civilizaciji, imaju tendenciju da budu decentralizovane, kao i sve aktivnosti čovečanstva koja utiču na okolinu i resurse. Na primer, umesto nekoliko desetina velikih elektrana koje zadovoljavaju potrebe miliona potrošača električne energije, postavlja se mnogo malih elektrana, kao i toplotnih pumpi i dr. Preferira se sortiranje otpada u svakom domaćinstvu. U poljoprivredi, preferira se veća bioraznolikost i lokalnost, tj. analizira se lokalno zemljište i drugi uslovi, pa se tome prilagođava proizvodnja umesto da se koristi samo nekoliko hibrida, pa se okolina (tle, zaštita od štetočina, i dr.) prilagođava njima. To olakšava i lokalno upravljanje, a time i participaciju javnosti u donošenju odluka. Postoji takođe potreba da svaki građanin razume zašto treba da razvrstava otpad, zašto je korisno postavljati mnogo jaču toplotnu izolaciju zgrada i koristiti druga načela solarne arhitekture, kako se mogu koristiti kućne solarne elektrane i sl. Ekološke politike se ne donose kao niz mera koje donose vlade i parlamenti, a da običan čovek ne mora o tome brinuti. Primer dobre prakse u tom smeru su energetske zadruge (kao i poljoprivredne zadruge), koje u Nemačkoj imaju više od 10 miliona članova i poseduju na destine hiljada instaliranih megavata elektrana. Ljudi u Nemačkoj (još više Danskoj) razumeju zašto plaćaju visoku cenu za potrošenu električnu energiju (jer je to usmereno na potrebnu transformaciju energetike, ("Energiewende", o čemu je odluka donesena godine 2000., s planovima do 2050.). Takođe, prema ličnom vlasništvu i udelu u zadrugama, veliki deo tog novca opet odlazi njima, i na bazi već postojećih primera dobre svetske i evropske prakse Srbija kao lider u region kome pripada mora da ima vodeću ulogu u doslednom razvoju koncepta 3E.

LITERATURA

- [1] https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_energetici.html (datum pristupa: 10.11.2020.).
- [2] <http://eur-lex.europa.eu/> (datum pristupa: 10.11.2020.).
- [3] EU info mreža, (datum pristupa: 10.11.2020.)
<https://www.energetskiportal.rs/?s=Evropski+zeleni+dogovor>.
- [4] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (datum pristupa: 11.11.2020.).
- [5] Stošić Mihajlović Lj., (2015), *Obnovljivi izvori energije*. VŠPSS, Vranje.



ANALIZA KONOIDNIH POVRŠI I NJIHOVA PRIMENA U ARHITEKTURI

KINDS OF CONOIDS ANALYSIS AND APPLICATIONS IN ARCHITECTURE

Milica Cvetković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija-Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*
Ana Mitrović, *“Atelje AD”, Jug Bogdanova 17, Niš*

Sadržaj – Konoidne površi, kao specijalna vrsta pravolinijskih površi, veoma su česte u građevinskoj tehnici, pogotovo kao smeđe krovne konstrukcije. Konoidni krov predstavlja površ sa dvostrukom krivinom. Zbog svog vizuelnog efekta, kao i lakoće izrade i mogućnosti korišćenja netradicionalnih materijala, konoidni krov je veoma popularan u modernom dizajnu. U ovom radu razmatrane su konoidne površi sa geometrijskog i konstrukcijskog aspekta. Sa geometrijskog aspekta, to je geometrijska površ za koju je moguće odrediti polje rotacije, translacije i beskonačno malog savijanja i ispitati krutost. Sa konstrukcijskog aspekta, konoidi su tanke ljuske koje se koriste za prostorne krovne konstrukcije.

Ključne reči: Pravolinijske površi. Konoidne površi. Ljuske. Beskonačno malo savijanje.

Abstract - Conoid surfaces, as a special kind of ruled surfaces, are very common in construction techniques, especially as a freeform roof constructions. The conoid roof is a double curved surface. Due to its visual effects, ease of production and the possibility of using non-traditional materials, the conoid roof is very popular in modern design. In this work we consider conoid surface from geometrical and constructional point of view. In geometrical sense it is geometrical surface on which it is possible to determine rotational, translational and bending field and also check the rigidity. In the constructional meaning conoids are thin shells which are used for spatial roof structures.

Key words: Ruled surface. Conoid surface. Shell structure. Infinitesimal bending.

1. UVOD

Razmatrajući raznolikost matematičkih površi, kao posebna vrsta izdvajaju se pravolinijske površi. Pravolinijske površi predstavljaju važnu klasu površi koje sadrže prave linije.

Motivacija za proučavanje nekih specijalnih vrsta pravolinijskih površi potiče od njihovih velikih primena u inženjerstvu, proizvodnji, arhitekturi, pa čak i u modernoj umetnosti. Njihove karakteristike čine ih idealnim kako za modelovanje površi, tako i za kompjutersku grafiku i animaciju. Jednostavnost proizvodnje i veoma bogat spektar oblika, glavni su razlog za primenu ovih površi kako u krovnim konstrukcijama, tako i u građevinarstvu uopšte i sve više u modernoj arhitekturi.

U modernom projektovanju veoma važan element predstavlja postizanje maksimalno umetničkog i specijalnog efekta uz minimalno ulaganje. Uticaj geometrijskih formi na snagu i funkcionalnost konstrukcije, kao i ekonomski aspekt, opravdava zahtev za analizu oblika i specijalnih vrsta pravolinijskih površi.

Konoidne površi, kao podvrsta pravolinijskih površi, veoma su česte u građevinskoj tehnici, pogotovo kao smeđe krovne konstrukcije. Konoidni krov predstavlja površ sa dvostrukom krivinom. Zbog svog vizuelnog efekta, kao i

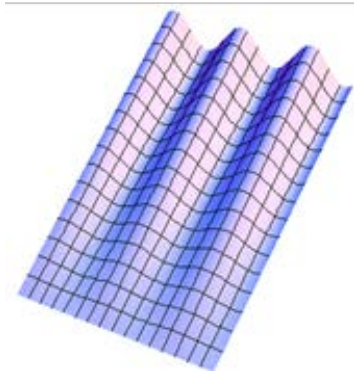
lakoće izrade i mogućnosti korišćenja netradicionalnih materijala, konoidni krov je veoma popularan u modernom dizajnu. Konoidne površi u krovnim konstrukcijama, kao i njihovo modelovanje analizirano je u radovima [1], [2] i [3].

2. OSNOVNE VRSTE KONOIDNIH POVRŠI

Pored osnovnih vrsta konoidnih površi koje imaju najširu primenu, daćemo najpre definiciju pravolinijske površi.

Definicija 2.1. [4] Pravolinijska površ M iz R^3 je površ koja sadrži bar jednu jednoparametarsku familiju pravih. Takva pravolinijska površ ima parametrizaciju $x: U \rightarrow M$ u obliku: $x(u, v) = \alpha(u) + v\chi(u)$, gde su α i χ krive u R^3 i $\alpha' \neq 0$. Tada je x nosač pravolinijske površi, krivu α nazivamo direktrisom ili bazičnom krivom, a χ nazivamo generatrisom. Pravci pravolinijske površi su prave $v \rightarrow \alpha(u) + v\chi(u)$.

Pravolinijska površ se naziva konoid, ako se može generisati pomeranjem prave linije paralelno nekoj ravni, presecajući fiksiranu pravu-osu konoida i fiksiranom direktrisom. Na Sl. 1 je primer konoida čija je direktrisa sinusoida.



Slika 1. Sinusoidni konoid.

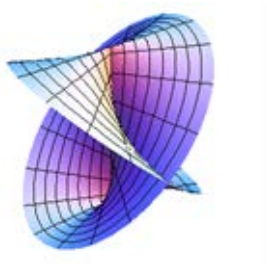
Ako je generatrisa $\chi(u) = \vec{i} \cos u + \vec{j} \sin u$, jednačina konoida je:

$$\mathbf{r}(u, v) = v(\vec{i} \cos u + \vec{j} \sin u) + f(u)\vec{q}, \quad (1)$$

gde je $\vec{q}$ vektor ose konoida.

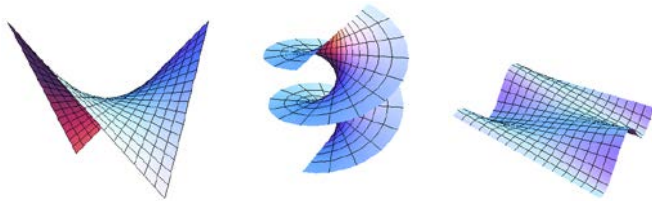
Za konoid kažemo da je desni konoid (Sl. 2), ako je osa normalna na ravan i na pravac konoida. U slučaju da je XY-ravan paralelnosti i Z-osa – osa konoida, parametarska jednačina desnog konoida je:

$$\mathbf{r}(u, v) = v(\vec{i} \cos u + \vec{j} \sin u) + f(u)\vec{k}, \quad (2)$$



Slika 2. Desni konoid.

Najpoznatije vrste konoidnih površi su hiperbolički paraboloid, Pluckerov konoid, helikoid, sinusoidalni konoid-poznatiji kao Gaudijeva površ i dr., (Sl. 3).



Slika 3. Hiperbolički paraboloid, helikoid, Gaudijeva površ.

3. BESKONAČNO MALE DEFORMACIJE POVRŠI

Infinitezimalne deformacije, ispitivanje krutosti, kao i varijacije geometrijskih veličina usled beskonačno malog savijanja površi, razmatrano je u radovima [5-8].

Definicija 3.1. Neka je:

$$\mathbf{S} : \mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v), \quad (3)$$

vektorska jednačina regularne površi $\mathbf{S}$ i neka je $\mathbf{S}$ uključena u familiju površi:

$$\mathbf{S}_t : \mathbf{r}(u, v, t) = \mathbf{r}(u, v) + t \mathbf{z}(u, v), \quad (4)$$

gde je $t \in \mathbf{R}$, $t \rightarrow 0$, $\mathbf{z} \in C^m$ ($m \geq 3$), neprekidna diferencijabilna vektorska funkcija, definisana u tačkama površi $\mathbf{S}$. Familija površi $\mathbf{S}_t$ data jednačinom (4) je polje infinitezimalnih deformacija površi $\mathbf{S}$.

Površ $\mathbf{S}_t$, $t \in \mathbf{R}$, $t \rightarrow 0$, su infinitezimalne deformacije površi $\mathbf{S}$, ako je razlika:

$$ds_t^2 - ds^2 = o(t). \quad (5)$$

Ovo znači da je varijacija dužine luka krive na površi jednaka 0, tj. da je dužina luka krive stacionarna pri beskonačno malim deformacijama. Uglovi između krivih na površi se ne menjaju, kao i ostali elementi koji zavise od koeficijenta prve kvadratne forme.

Površ je kruta ako dopušta samo trivijalna polja deformacija. Polje deformacija je trivijalno ako je oblika:

$$\mathbf{z} = \mathbf{a} \times \mathbf{r} + \mathbf{b}, \quad \mathbf{a}, \mathbf{b} - \text{konstantni vektori.} \quad (6)$$

U radu [9] određeno je polje infinitezimalnih deformacija $\mathbf{z}(u, v)$, kao integral jednačine:

$$d\mathbf{z} = \mathbf{y} \times d\mathbf{r} = (\mathbf{y} \times \mathbf{r}_u) du + (\mathbf{y} \times \mathbf{r}_v) dv. \quad (7)$$

4. KONSTRUKCIJSKI ASPEKT KONOIDNIH POVRŠI

Konoid ima veoma važnu ulogu u prostornoj geometriji i široku primenu u građevinarstvu. Prva konoidna ljuska pojavila se u Francuskoj kada su bila poznate uglavnom rotacione i cilindrične. Koriste se uglavnom za takozvane testeraste krovove za pokrivanje industrijskih hala. Testerasti krovovi nastaju povezivanjem istih elemenata na različite načine. Ova vrsta krova pruža veliku količinu dnevne svetlosti koja ulazi kroz vertikalnu staklenu površinu.

Dizajn testerastog krova može se izvesti na različite načine kombinovanjem celih konoida ili kombinovanjem njihovih delova.



Slika 4. Testerasti krov sa ravnim žlebom konoida.

Na Sl. 4 prikazan je niz konoida jedan za drugim, koji čine testerasti krov sa pravim žlebom (olukom). Visina elementa ljuske je uglavnom 1/5 širine ljuske.

Testerasti krov može biti izveden i kao niz konoidnih sektora sa zakrivljenim žlebovima (olucima), što omogućava dobru drenažu (Sl. 5).



Slika 5. Testerasti krov sa zakrivljenim žlebom konoida.

U statičkom smislu, efekat konoidnih površi je dobar, ali nedostatak ovog oblika je neravnomerno osvetljenje radnih mesta.

Druga vrsta testerastog krova koja se često pojavljuje prikazana je na Sl. 6. Sektori konoida postavljeni su jedan prema drugom. Ove školjke imaju veliku nosivost.



Slika 6. Testerasti krov sa naspramnim konoidima.

Konoid takođe predstavlja deo moderne arhitekture, i ne samo kao element krova. Koristi se kao estetski element fasade. Biro „Pei Cobb Freed & Partners“ ga je koristio u projektu *Maieron Simphoni Center* u Dalasu, (Sl. 7), (izgrađen 1989. godine) i zgrada Suda u Bostonu, (Sl. 8), (izgrađena 1998. godine). Konoidno staklo daje osećaj slobode i veze između unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora.



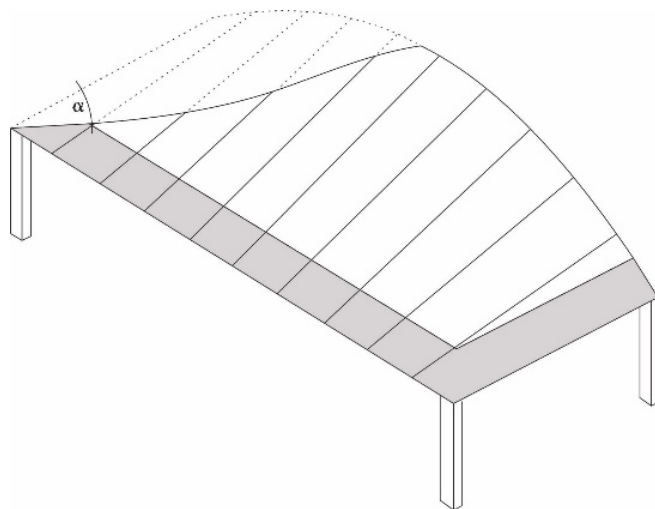
Slika 7. Maieron Simphoni Center u Dalasu [10].



Slika 8. Zgrada Suda u Bostonu [11].

Neke od čestih primena konoidnih površi u građevinarstvu su u slučaju potpornih zidova, rezervoara za vodu, za skladišta za goriva i kod visokih zidova. Konoidne šljuske su pogodne za zidove koji moraju da prihvate pritisak nekog materijala. Ova konstrukcija ima prednost jer se krutost ljuske povećava sa pritiskom materijala.

To što su konoidne površi sa dvostrukom krivinom povoljno utiče na sigurnost izvijanja. Zbog svog oblika, konoidne površi se ponašaju kao membrane. Upravo je ta činjenica omogućila proizvodnju montažnih ljuski debljine samo 0,03m, što nije bilo moguće postići cilindričnim ljuskama. Tipično za konoidnu ljusku je različit način prenosa tereta, (Sl. 9.).



Slika 9. Konoidna ljuska.

U osenčenim delovima površi na Sl. 9 poprečne sile i momenti uzrokovani prekidom na ivici uzrokuju veću debljinu ljuske (obično 0,10-0,12m) nego u ostalim oblastima prednapregnutim membranskim silama (uglavnom 0,06-0,08 m). Kao rezultat toga povećava se mrtvo opterećenje. To se događa zbog negativne zakrivljenosti, sa skoro horizontalnom tangentalnom linijom na uglu, uzrokujući značajnu silu smicanja u jednom području.

Poslednjih godina projektovanje ljuski vrši se metodom konačnih elemenata koja omogućava proračun tankozidnih prostornih struktura bilo kog oblika.

Realizacija konoidnih ljuski je relativno jednostavna jer se svi elementi oplata mogu postaviti u pravcu ispravnih vladajućih linija. Upotreba kompozitnih materijala rezultirala je smanjenjem težine i povećanjem performansi.

5. ZAKLJUČAK

Konoidni krov je iskrivljena ravan sa dvostrukom krivinom poput stranice konusa. Predstavlja veoma popularan dizajn u modernoj arhitekturi zbog svoje vizuelne drame i gipkosti, kao i tipično netradicionalnih građevinskih materijala koje dozvoljava. Površni u obliku konoida često se vide u inženjerstvu i arhitekturi. Očigledna jednostavnost i oskudnost dizajna konoidnog krova dodatno doprinosi vizuelnom efektu.

Deo vizuelne drame konoidnog krova dolazi iz njegovog tankog profila u odnosu na njegovu veličinu. Ova tankoća postiže se upotrebom niza laganih modernih građevinskih materijala koji uključuju oblikovani liveni beton sa dodatkom agregata ili bez njega, poliester ojačan staklenim vlaknima, tanka zakrivljena metalna rebra, najlon sa vinilnim ili PVC oblogama i plastiku ojačanu vlaknima. Konoidna linija krova može se videti u privatnim modernim kućama, velikim javnim objektima, kao i na brojnim prostorima za različite javne nastupe.

Složene strukture slobodnog oblika jedan su od najupečatljivijih trendova u savremenoj arhitekturi. Tamo gde oblikovanje metala može stvoriti bilo koji razuman oblik karoserije automobila, mnogo je manje jasno kako zapravo konstruisati komplikovani geometrijski oblik u arhitektonskom dizajnu. Najnovija istraživanja pokazuju da upotreba geometrije i računske matematike daje veliki potencijal za unapređenje oblasti arhitekture slobodnog oblika. Rezultat toga je novo istraživačko područje, nazvano Arhitektonska geometrija, koje se trenutno pojavljuje na granici diferencijalne geometrije, računske matematike i arhitektonskog dizajna/inženjerstva.

LITERATURA

[1] Lj.Velimirović, G. Radivojević, "On Conoid Surfaces in Function of Space Roof Construction", Annuaire de l'Université d'Architecture, de Génie Civil et de Géodésie-Sofia, pp.43–52, 2000-2001.

[2] Lj.Velimirović, M.Stanković, G. Radivojević, *Modeling Conoid Surfaces*, Facta Universitatis - Series Architecture and Civil Engineering Vol. 2, No 4, pp.261–266, 2002.

[3] Lj.Velimirovic, M. Cvetkovic, M.Ciric, N.Velimirovic, *Gaudi Surfaces*, Proceedings of the 25th International Scientific Conference for Geometry and Engineering Graphics "moNGeometrija2010", (Beograd), Serbia, June 24-27, pp. 668-677, 2010.

[4] A. Gray, *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica*, CRC Press LLC, Boca Raton, 1998.

[5] Lj. Velimirović, M. Cvetković, M. Ćirić, N. Velimirović, "Variation of shape operator under infinitesimal bending of surface", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 225, pp. 480-486, 2013.

[6] M. Cvetković, "Curvature based functions variations", *FACTA UNIVERSITATIS (Niš)*, Ser.Math.Inform. 28, No 1, pp. 51-63, 2013.

[7] Lj. Velimirović, M. Ćirić, M. Cvetković, "Change of the Willmore energy under infinitesimal bending of membranes", *Computers and mathematics with applications*, Vol. 59, No 12, pp. 3679-3686, 2010.

[8] Lj. Velimirović, M. Cvetković, "Gaudi surfaces and curvature based functional variations", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 228, pp. 377-383, 2014.

[9] M Zlatanović, M. Cvetković, N. Velimirović, "Analysis of Kinds of Conoid at Small Deformations", *Pollack Periodica - An International Journal for Engineering and Information Sciences*, Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology, University of Pécs, Hungary, Vol. 7, No Suppl, pp.163-171, 2012.

[10] http://www.3marah.com/vb/uploaded/6_1209668914.jpg

[11] <http://www.bostonharborwalk.com/dbuploads/courthouse1.jpg>

**UTICAJ I ZNAČAJ PAH JEDINJENJA NA PLODNO ZEMLJIŠTE U OKOLNIM
SELIMA GRADA VRANJE U PERIODU IZGRADNJE AUTOPUTA E-75**
**INFLUENCE AND SIGNIFICANCE OF PAH COMPOUNDS ON FERTILE LAND IN
SURROUNDING VILLAGES OF THE TOWN OF VRANJE DURING THE PERIOD OF
CONSTRUCTION OF THE HIGHWAY E-75**

*Jelena Marković, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,
Filipa Filipovića br. 20, Vranje.*

*Tijana Micić, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje,
Filipa Filipovića br. 20, Vranje.*

Sadržaj – U ovom radu prikazan je uticaj POPs odnosno PAH jedinjenja na zemljište koje se nalazi u blizini izgradnje autoputa E-75 koji je tokom ispitivanja 2014.-2015.godine bio u izgradnji. Lokacije sa kojih su uzimani uzorci zemljišta su sela Ranutovac i Suvi Dol u blizini Grada Vranje. Metode za ispitivanje su gasna hromatografija (GC), gasna hromatografija je tehnika koja se najčešće koristi u kombinaciji sa masenom spektrometrijom (MS). Zbir koncentracija pojedinih jedinjenja iz grupe PAH-ova u analiziranim uzorcima poljoprivrednog zemljišta kreću se u rasponu od 0.004 $\mu\text{g/kg}$ do 0.621 $\mu\text{g/kg}$. Nađene količine PAH-ova u zemljištu su niže od maksimalno dozvoljenih po nemačkim kriterijumima za zemljište. To pokazuje da zemljište ne spada u kategoriju najzagađenijih i da može da se koristi za potrebe poljoprivredne proizvodnje.

Ključne reči: POPs jedinjenja, PAH jedinjenja, metode, zemljište

Abstract - This paper presents the impact of POPs or PAH compounds on land located near the construction of the E-75 highway, which was under construction during the 2014-2015 survey.. The locations from which the soil samples were taken are the villages of Ranutovac and Suvi Do near the City of Vranje. Test methods are gas chromatography (GC), a technique most commonly used in combination with mass spectrometry (MS). The sum of concentrations of individual compounds from the group of PAHs in the analyzed samples of agricultural land ranges from 0.004 $\mu\text{g/kg}$ to 0.621 $\mu\text{g/kg}$. The quantities of PAHs found in the soil are lower than the maximum allowed according to the German soil criteria. This shows that the land does not belong to the category of the most polluted and that it can be used for the needs of agricultural production.

Keywords: POPs compounds, PAH compounds, methods, soil

1. UVOD

Ispitivanja zemljišta su iz godine u godinu sve učestalija i intenzivnija. Razlog tome je promena klimatskih faktora, zagađenje životne sredine, učestalije poplave, erozija. Ljudi iz predostrožnosti sve češće donose zemljište na ispitivanje kako bi bili sigurni da li je to zemljište pogodno za gajanje kulture koju oni žele. U zemljištu se od POPs jedinjenja, pod dejstvom velikog % izduvnih gasova, nalaze PAH jedinjenja, koja su relativno slabo rastvorna u vodi, ali se lako rastvaraju u nepolarnim rastvaračima i lipidima. PAH – ovi u čvrstom agregatnom stanju su bele, žute, blede zelene boje, a neki od njih su i bezbojni. PAH- jedinjenja su karakteristična, jako su opasna ako se nađu u telu čoveka jer izazivaju veoma teške bolesti smrtonosne po čoveka. U ovom radu ispitivanje PAH jedinjenja rađena su na zemljištu koje je uzimano sa lokacija koje su se nalazile pored auto puta E-75, koji je za vreme istraživanja bio u izgradnji 2014-2015.god.

Lokacije Suvi Dol, Ranutovac i Korbevac su lokacije koje se nalaze duž puta gde se gradi auto put E-75. S obzirom da je frekvencija saobraćaja u okolini povećana, postoji mogućnost od zagađenja životne sredine, a samim tim i plodnih njiva (oranica) u ovim mestima. Na kvalitet zemljišta značajnu ulogu imaju i štetni metali i gasovi koji se javljaju kao posledica aktuelne izgradnje autoputa E-75 koja je u ovom regionu Srbije povećana. Prigradska i gradska zemljišta su najčešće antropogena i zagađena usled blizine frekventnih saobraćajnica, industrijskih postrojanja i sagorevanja fosilnih goriva [10].

2. HEMIJSKA JEDINJENJA

2.1. POPs jedinjenja

Perezistantni organski polutanti POPs, predstavljaju grupu hemijskih jedinjenja različitog porekla i sličnih fizičko-hemijskih karakteristika (isparljivost, difuzija kroz atmosferu

na velike udaljenosti, perzistentnost u životnu sredinu). Ova jedinjenja su otporna na fotohemijску, biološku i hemijsku degradaciju. Imaju visok napon pare zbog čega su isparljivi. Karakteriše ih niska rastvorljivost u vodi i visoka rastvorljivost u lipidima koji su uzrok visoke bioakumulacije u masnim tkivima svih živih bića. POPs se atmosferskim transportom, kretanjem vode kao i putem sedimenata transportuje na velike razdaljine. Pojedini polutanti iz grupe POPs još uvek kontaminiraju životnu sredinu, iako je upotreba POPs-a ograničena zbog spore i otežane degradacije u prirodnim uslovima, visoke bioakumulativnosti i toksičnosti. [6].

POPs obuhvataju 3 grupe organskih jedinjenja:

- pesticide - DDT
- industrijske hemikalije - PCB
- sporedne produkte procesa proizvodnje i sagorevanja gasova iz automobila i fabričkih dimnjaka – PAH, dioksini i furani

POPs jedinjenja vode poreklo iz antropogenih izvora zagađenja (proizvodnja i korišćenje organskih hemikalija, industrijskih postrojenja, otpadne vode, procesi sagorevanja otpada, izduvni gasovi automobila, nafte, sagorevanje drveta). Vreme poluživota POPs jedinjenja je različita u različitim sredinama. Za zemljište vreme poluživota ovih jedinjenja je veća od šest meseci. Brzina raspadanja POPs jedinjenja u najvećoj meri zavisi od hemijske strukture i karakteristika same supstance kao i od njene distribucije u različitim delovima životne sredine. [7]

Veliki broj naučnih ispitivanja i praktičnih analiza, ukazuju na štetnost upotrebe POPs, što je i uzrokovalo definisanje i usvajanje velikog broja konvencija i zakonskih regulativa, koje treba da regulišu proizvodnju, primenu i ispuštanje ove grupe polutanata u životnu sredinu. Sporazum je potpisan 2002.god. od strane 90 zemalja sveta u okviru Stokholmske konvencije donet je od strane Programa Ujedinjenih nacija za zaštitu životne sredine (UNEP). Ova Stokholmska konvencija zabranjuje proizvodnju, korišćenje, uvoz i izvoz jedinjenja koji pripadaju POPs grupi zbog negativnog uticaja na životnu sredinu i čoveka.

2.2. PAH jedinjenja

Policiklični aromatični ugljovodonici su jedinjenja organskog porekla, koja u strukturi sadže dva ili više kondenzovanih prstenova. Uglavnom su sastavljeni iz ugljenika i vodonika, međutim, kod derivate PAH – ova, atomi ugljenika mogu biti zamenjeni atomima kiseonika, sumpora i azota čineći tako heterociklična jedinjenja. PAH–ovi koji sadrže pet ili više od pet aromatičnih prstenova se nazivaju „teškim” PAH-ovima (heavy PAHs), dok oni sa manje od pet prstenova su „lakih” PAH–ovi (light PAHs). Obe grupe su nepolarna jedinjenja izrazito lipofilnog karaktera, s tim što su „teški” PAH–ovi stabilniji i toksičniji od „lakih”. Agencija za zaštitu životne sredine (eng. Environmental Protection Agency, EPA) definisala je 16 prioriternih jedinjenja iz grupe PAH–ova koji se najčešće nalaze u uzorcima zemljišta, vazduha i vode, pa je i potreba za njihovom kvantifikacijom najpotrebnija [3].

PAH-ovi su jedinjenja relativno slabo rastvorna u vodi, ali se lako rastvaraju u nepolarnim rastvaračima i lipidima.

PAH–ovi u čvrstom agregatnom stanju su bele, žute, blede zelene boje, a neki od njih su i bezbojni. PAH-ovi imaju karakteristične UV spektre, otporni su na fotorazgradnju i imaju sposobnost fluorescencije. Zajedničke osobine svih PAH-ova su visoka tačka ključanja, niska vrednost napona pare i veoma mala rastvorljivost u vodi. PAH–ovi su rastvorljivi u mnogim organskim rastvaračima. Rastvorljivost u vodi se smanjuje sa povećanjem molekulske mase. PAH–ovi su hemijski inertna jedinjenja, i reakcije koje su karakteristične za njih su elektrofilna supstitucija i adicija.

Antropogenim putem PAH–ovi mogu da nastanu iz izduvnih gasova automobila i ovaj izvor emisije predstavlja najznačajniji izvor emisije PAH-ova u urbanim sredinama. Dizel motori imaju količinski veće čestične emisije u odnosu na vozila sa benzinskim motorima. Pored saobraćaja, važan izvor emisije PAH–ova je industrijska aktivnost kao što je primarna proizvodnja aluminijuma, produkcija koksa, spaljivanje otpada, proizvodnja cementa, rafinerije nafte, petrohemijska industrija, industrija bitumena i asfalta, proizvodnja guma i električne energije u termoelektranama. Jedinjenja iz grupe PAH-ova se u ambijentalnom vazduhu nalaze u čestičnoj frakciji, sorbovani na suspendovane čestice, dok se u gasnoj frakciji nalaze kao slobodna gasovita jedinjenja. [11] Na urbanim i industrijskim lokalitetima, PAH-ov se gotovo u potpunosti emituje ljudskom delatnošću i osnovni su nusprodukti nepotpunog sagorevanja organske materije. Bilo posredstvom antropogenog faktora ili prirodnim putem, formirani PAH-ovi se akumuliraju u vodi, vazduhu i zemljištu, a kroz lanac ishrane dospevaju do čoveka.

3. METODE ODREĐIVANJA POPs JEDINJENJA

3.1. Gasna hromatografija – masena spektrometrija (GC-MS)

Gasna hromatografija (GC) je tehnika koja se najčešće koristi u kombinaciji sa masenom spektrometrijom (MS). Kompleksne smeše se mogu veoma lako razdvojiti gasnom hromatografijom, a MS se koristi za identifikaciju individualnih komponenata, jer maseni spektar daje informacije o njihovoj strukturi. Pojedinačne komponente smeše se pojavljuju na gasnom hromatogramu u vidu zasebnih pikova. Retenciono vreme može poslužiti kao veličina za kvalitativno definisanje, ali ovo nije pouzdan način, pa se nikako ne sme koristiti za određivanje sastava nepoznatih i ranije neidentifikovanih jedinjenja [1].

Ono što je veoma bitno za GC – MS je da obe tehnike koriste približno istu količinu uzorka u gasovitom stanju (manje od 1 ng). Nedostatak se ogleda u ograničenju po pitanju upotrebe. GC – MS mogu se analizirati samo komponente čiji je napon pare veći od 10-10 mbar, a maseni spektri izomernih komponenti se ne razlikuju. Drugi nedostatak se često prevazilazi hromatografskim razdvajanjem izomera [12].

GC se može direktno vezati za MS, što predstavlja kontinualni postupak vezivanja. Postoji više modela interfejsa koji povezuju ova dva instrumenta. U diskontinualnom postupku komponente se prvo razdvajaju pomoću GC, zatim se kondenzacijom u kapilarnoj cevi na izlazu izdvajaju, a potom se svaki uzorak unosi zasebno u MS. Kada se MS direktno vezuje za GC, postoji problem u razlici pritisa. Na izlazu iz GC pritisak iznosi oko 1 bar, a MS radi pri visokom

vakuumu, pritiska od 10^{-4} do 10^{-6} mbar. [6] Danas je pojava viška gasa nosača prevaziđena, jer se koriste kapilarne kolone kod kojih je protok gasa nosača relativno mali. U sistemu GC – MS koriste se različiti sistemi za injektovanje, kolone, gasovi nosači, jonski izvori i maseni analizatori. Tokom analize dobija se veliki broj podataka, koji se ne mogu obraditi ručno, pa je neophodno povezivanje instrumenata sa računarskim sistemom [1].

4. DISKUSIJA I REZULTATI

U tabelama 1 i 2 prikazani su rezultati ispitivanja prisustva perzistentnih organskih polutanata (POPs) u zemljištu na teritoriji grada Vranja. Odabrane lokacije se nalaze pored saobraćajnica koje su poznate kao izvori POPs jedinjenja u koja pored ostalih spadaju i pesticidi, policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) i polihlorisani bifenili (PCB), [9]. Maksimalno dozvoljena količina benzo-pirena u zemljištu za poljoprivrednu proizvodnju i gajenje povrća je $0,8 \mu\text{g/kg}$ a.s.z., a polihlorisanih bifenila u livadskom zemljištu $0,3 \mu\text{g/kg}$ a.s.z.

Tabela 1. MDK za benzo-piren u zemljištu namenom poljoprivrednoj proizvodnji.

ZEMLJIŠTE→BILJKA	
Plodne njive dubine od 0-20 cm	
Supstanca	($\mu\text{g/kg}$ a.s.z.)
BaP	0,8
Livade, dubine od 0-40 cm	
PCB(6)*	0,3

* izražen kao zbir 6 karakterističnih predstavnika (Bal 28, Bal 52, Bal 101, Bal 138, Bal 153, Bal 180)

Nalaz organskih jedinjenja u zemljištu (tabela 2) u ovim koncentracijama navodi na zaključak da je proces akumulacije štetnih materija započeo te da je potrebno definisati izvore kontaminacije i nastaviti dalji monitoring sadržaja organskih jedinjenja u tom zemljištu. Upozoravajuće vrednosti su vezane za sadržaj organske materije (humus) u zemljištu koja može prirodno biti nosilac drugih organskih jedinjenja pa se ovakve koncentracije ne zovu zagađenjem nego je to prirodan nivo prisustva organskih jedinjenja u zemljištu sa visokim sadržajem humusa.

Tabela 2. Upozoravajuće vrednosti sadržaja organskih jedinjenja u zemljištu, na lokacijama koje se nalaze duž puta gde se gradi autoput E-75.

Lokacija	Zemljište	PCB (6)	BaP	PAH (16)*
(μg/kg a.s.z.)				
Suvi Dol	humus > 7 %	0,20	2,0	20
	humus < 7 %	0,03	0,3	30
Ranutovac	humus > 7 %	0,04	4,0	40
	humus < 7 %	0,02	2,0	20
Korbevac	humus > 7 %	0,03	3,0	30
	humus < 7 %	0,01	1,0	10

Ukupan sadržaj PAH-ova u poljoprivrednom zemljištu uzorkovanom u blizini asfaltne baze u selu Ranutovc iznosi $0.007 \mu\text{g/kg}$ a.s.z. U uzorcima poljoprivrednog zemljišta na ove tri lokacije (tabela 2), detektovano je prisustvo tri jedinjenja iz grupe PAH-ova i to fluorantena, pirena i benzo (ghi) perilena u malim količinama, ali nije detektovan ni jedan od 6 predstavnika PCB-a. U uzorcima zemljišta detektovano je prisustvo i endosulfana ($0.016 \mu\text{g/kg}$), dieldrina ($0.007 \mu\text{g/kg}$), endrin aldehida ($0.059 \mu\text{g/kg}$) i DDT ($0.004 \mu\text{g/kg}$). Izmereni sadržaj DDT je daleko niži od nacionalne predložene vrednosti od $0,1 \text{ mg/kg}$, to znači da proces degradacije osnovnog jedinjenja još uvek nije dominantan. [8]. Sadržaj DDT-a i metabolita u analiziranim uzorcima zemljišta je u prihvatljivim granicama i kreće se u rasponu 0.003 do $0.008 \mu\text{g/kg}$. Prisustvo HCH metabolita je detektovano samo u dva uzorka zemljišta i to u veoma niskim koncentracijama, višestruko nižim od predložene nacionalne vrednosti od $0,05 \text{ mg/kg}$. Sve izmerene koncentracije organskih kontaminanata u uzorcima poljoprivrednog zemljišta u blizini frekventnih saobraćajnica su daleko ispod MDK vrednosti nemačkog zakona o zemljištu (BodSchV, 12.07.1999), što može da se kaže da je dobro po životnu sredinu. U disertaciji [2] "Concentration level, pattern and toxic potential of PAHs in traffic soil of Delhi, India" koncentracija PAH-ova na lokalitetima oko saobraćajnica kreće se u rasponu od $1062 \mu\text{g/kg}$ do $9652 \mu\text{g/kg}$ sa prosečnom vrednošću od $4694 \pm 3028 \mu\text{g/kg}$. [4] Ostaci lindana i njegovih metabolita su detektovani. Zbir koncentracija pojedinih jedinjenja iz grupe PAH-ova u analiziranim uzorcima poljoprivrednog zemljišta kreću se u rasponu od $0.004 \mu\text{g/kg}$ do $0.621 \mu\text{g/kg}$. Nađene količine PAH-ova u zemljištu su niže od maksimalno dozvoljenih po nemačkim kriterijumima za zemljište.

5. ZAKLJUČAK

U zemljištu uzorkovanom u blizini asfaltne baze u Ranutovcu nije detektovan ni jedan od 6 predstavnika PCB-a, ali je zato u analiziranom uzorku poljoprivrednog zemljišta detektovano prisustvo endosulfana ($0.016 \mu\text{g/kg}$), dieldrina ($0.007 \mu\text{g/kg}$), endrin aldehida ($0.059 \mu\text{g/kg}$) i DDT ($0.004 \mu\text{g/kg}$). Izmereni sadržaj DDT je daleko niži od nacionalne predložene vrednosti od $0,1 \text{ mg/kg}$, to znači da proces degradacije osnovnog jedinjenja još uvek nije dominantan. Zbir koncentracija pojedinih jedinjenja iz grupe PAH-ova u analiziranim uzorcima poljoprivrednog zemljišta kreću se u rasponu od $0.004 \mu\text{g/kg}$ do $0.621 \mu\text{g/kg}$. Nađene količine PAH-ova u zemljištu su niže od maksimalno dozvoljenih po nemačkim kriterijumima za zemljište.

LITERATURA

- [1] Antonović D.G., Gasna hromatografija, Tehnološko metalorurški fakultet, Univerzitet u Beogradu disertaciji, 2010.
- [2] Agarwal T., Concentration level, pattern and toxic potential of PAHs in traffic soil of Delhi, India, Journal of Hazardous Materials Vol. 171, pp. 894–900, 2009.
- [3] Barankova Z., Dobrovodska, M., Štefunkova, D., Babicova, D., Moyzeova, M., Petrović, F., Participation of local people on indentifying the landscape values and future development in historical agricultural landscapes, Ekol., Bratislava 30 (2), 216-228, 2011.

- [4] Barakat A. O., Khairy M., Aukaily I., Persistent organo-chlorine pesticide and PCB residues in surface sediments of Lake Qarun, a protected area of Egypt. *Chemosphere*, 90, 9, 2467–2476, 2013.
- [5] Campbell, B., Open-pollinated seed exchange: renewed Ozark tradition as agricultural biodiversity conservation. *Journal of sustainable agriculture*, 36, 500–522, 2012.
- [6] Castro-Jimenez J., Mariani G., Vives I., Skejo H., Umlauf G., Zaldivar J. M., Dueri S., Messiaen G., Laugier T., Atmospheric concentrations, occurrence and deposition of persistent organic pollutants (POPs) in a Mediterranean coastal site (Etang de Thau, France). *Environmental Pollution*, 159, 7, 1948–1956, 2011.
- [7] Davies B.E., Conway D., Holt: Lead pollution of London soils: a potential restriction on their use for growing vegetables. *J. Agric. Sci. Camb.* 93: 749-752, 1979.
- [8] Feng, B. Y. Yu, D. M. Ge, M. H. Wong, X. C. Wang and Z. H. Cao, Organo-chlorine pesticide (DDT and HCH) residues in the Taihu Lake Region and its movement in soil–water system: I. Field survey of DDT and HCH residues in ecosystem of the region, *Chemosphere*, Volume 50, Issue 6, February, Pages 683-687, 2003.
- [9] Garcia, C. Ake, B. Clement, H. J. Huebner, K. C. Donnelly and S. L. Shalat: Initial results of environmental monitoring in the Texas Rio Grande Valley. *Environment International*, Volume 26, Issues 7-8, June Pages 465-474, 2001.
- [10] Purves: Contamination of urban soils with copper, boron and lead. *Plant and Soil* 26 (2), 380-382, 1967.
- [11] Sobczyk W, Sustainable development of rural areas Problemy ekorozwoju – Problems of sustainable development, vol. 9, no 1, 119-126, 2014.
- [12] Spitler T.M., Feder W.A., A study of soil contamination and plant lead uptake in Boston urban gardens. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10, 1195-1210, 1979.



PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U UVOĐENJU AUTOMATIZOVANOG MONITORINGA KVALITETA VODE ZA PIĆE U REALNOM VREMENU U SRPSKIM SVETINJAMA NA KOSOVU I METOHIJI

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE INTRODUCTION OF AUTOMATED REAL-TIME MONITORING OF DRINKING WATER QUALITY IN THE SERBIAN SACRED PLACES OF KOSOVO AND METOHIJA

Irena Tasić, *Visoka škola akademskih studija "Dositej", Nušićeva 12a, Beograd.*

Srđan Tasić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filiovića 20, Vranje.*

Vukašin Tasić, *student Matematički fakultet, Studentski trg 16, Beograd.*

Sadržaj – Na prostoru Autonomne pokrajine Kosovo i Metohija (KiM) se nalaze brojni objekti srpskog kulturnog, verskog i duhovnog nasleđa. Među najznačajnijim su Pečka patrijaršija i manastiri Visoki Dečani i Gračanica koji se na UNESCO-voj listi svetske baštine nalaze u opasnosti i to zbog nestabilne bezbednosne situacije koja vlada u pokrajini. Iz tog razloga sasvim je opravdana potreba za redovnim monitoringom kvaliteta vode za piće kojima se snabdevaju ovi objekti. Automatizovan monitoring kvaliteta vode za piće u realnom vremenu se već koristi u pojedinim državama EU i predstavlja dobro i pouzdano rešenje. Primenom SCADA sistema omogućio bi se automatizovani monitoring kontrole kvaliteta vode u realnom vremenu što je opravdano iz više razloga: zbog mogućih nezgoda ali i eventualnog pokušaja terorističkog delovanja.

Ključne reči: Pravoslavne svetinje na KiM. On-line monitoring u realnom vremenu. SCADA sistem. Akcident.

Abstract - Numerous sacred places of Serbian cultural, religious and spiritual heritage are located in the territory of the Autonomous Province of Kosovo and Metohija (KiM). Among the most important are the Patriarchate of Peć and the monasteries Visoki Dečani and Gračanica, which are also on the UNESCO's List of World Heritage in Danger, due to the unstable situation regarding safety in the province. Therefore, the need for regular monitoring of the drinking water quality is completely justified. Automated real-time monitoring of drinking water quality is already being used in some EU countries and it represents a good and reliable solution. The application of the SCADA system would enable real-time automated monitoring of water quality control, which is justified for several reasons: because of possible accidents as well as examples of attempted terrorist activities.

Key words: Orthodox sacred places of KiM. Real-time on-line monitoring. SCADA system. Accident.

1. INTRODUCTION

The aim of this paper is to present the existing monitoring of drinking water quality in Serbian heritage in Kosovo and Metohija, the Patriarchate of Peć and the monasteries Visoki Dečani and Gračanica, as well as to propose a new, modern design technology solution for monitoring the drinking water quality in real time. Given that these facilities, which represent the Serbian cultural, religious and spiritual heritage, are located on the territory of the Autonomous Province of Kosovo and Metohija, the need for regular monitoring of the drinking water quality is completely justified.

Automated real-time monitoring of drinking water quality is already being used in some EU countries where it has proven to be a good and reliable solution since it enables

simultaneous delivery of analysis results to several institution, for example, the ISA spectrophotometer is used in the water treatment plant [8] as well as for environmental measurement in Blankese/Hamburg on the Elba river [9].

The water quality measurement data messages can be transmitted via networks and mobile telephony systems, while the software enables their visualization and control via the SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system, which collects this information and controls water quality at all levels.

Automated real-time monitoring of drinking water quality is part of a monograph dealing with information technologies in the function of protecting monuments of Serbian history and culture in Kosovo and Metohija in the Pec Patriarchate and the monasteries of Visoki Decani and Gracanica.

2. THE STATE OF MONITORING THE DRINKING WATER QUALITY IN SERBIAN SACRED PLACES OF KOSOVO AND METOHİJA

"The Autonomous Province of Kosovo and Metohija (AP KiM) is an area with limited water resources. Of the total population, 44% of the population has access to the water supply network, mainly in urban areas. In rural areas, that number is significantly lower (less than 9%) and mostly well and spring water is used, the correctness of which is not controlled, which is the cause of numerous health problems. Only 28% of the population, mostly in urban areas, has access to the sewerage network. There are no municipal wastewater treatment plants, and a small number of existing industrial wastewater treatment plants are not operating." These data are listed in the Strategy for Sustainable Survival and Return to Kosovo and Metohija published in the "Official Gazette of the RS", No. 32 on the 14th of May 2010 [11]. In this regard, the question arises as to what kind of drinking water is used by the inhabitants of the Serbian heritage in Kosovo and Metohija, with special reference to the Patriarchate of Peć and the monasteries Visoki Dečani and Gračanica. Owing to the high degree of endangerment, these sacred places are on the UNESCO's List of World Heritage in Danger, due to the unstable security situation in the province. Visoki Decani was put on this list in 2004, and two years later the monasteries Gračanica and the Patriarchate of Peć [13] were added as well. After the NATO aggression on FR Yugoslavia in 1999 and the arrival of the international peacekeeping force KFOR in Kosovo and Metohija, Albanian extremists destroyed or severely damaged over 100 Orthodox churches and monasteries. Some Serbian Orthodox monasteries manage to survive only due to the courage and sacrifice of the monks and the military protection of the international peacekeeping forces. Visits to monasteries are possible only with the military escort of KFOR [16].

Taking into account the overall safety situation, as well as the constant interruptions in the water supply of our sacred places [15], in the environment in which they are located, it is clear that the drinking water quality is of high risk. For that very reason, it is necessary to conduct regular control of drinking water used in the Patriarchate of Peć and the monasteries Visoki Dečani and Gračanica.

3. ACCIDENTAL WATER POLLUTION AND TERRORISM

Accidental pollution can be the result of earthquakes, floods, landslides, significant pollution of water from point sources and diffuse pollution sources, increased nitrate concentrations due to pollution sources from agriculture, pollution of aquifers used for water supply, deposition of sediment in the reservoir, the change of the underground water regime, uncontrolled exploitation of sand and gravel from alluvial deposits, excessive exploitation of groundwater sources, erosion of unprotected tailing dumps, etc. [10]. According to the European Union Directive, an accident is the occurrence of a large emission of hazardous substances, fire or explosion resulting from unplanned events within an industrial activity, which endangers people and the environment, immediately or after a certain time, within or outside the company, including one or more hazardous substances [14].

3.1. Terrorism and drinking water

The prevalence of hazardous substances in the world is increasing every day and to date about 14 million different hazardous substances are known [12]. There is also a large number of dangerous substances that are in everyday commercial use and that can be misused so as to endanger human life and health. A special problem is represented by chemical substances that are colorless, odorless, ie without any properties that enable their facilitated detection before they cause large-scale consequences.

Accidental pollution also includes a modern form of terrorism called environmental (nuclear, chemical and biological terrorism), which is an increasingly real threat. With these forms of terrorism, city water supply systems can be an effective means of distributing hazardous materials, which is an important critical point of national security. A terrorist attack can happen at any time and in any place of the water supply system, and it does not have to be related only to the large systems. It can also happen to "small" consumers such as residents and guardians of Orthodox sacred places in Kosovo and Metohija. Perhaps they would be the target of terrorists rather than some larger systems.

In recent years, terrorist groups have shown great interest in procuring dangerous substances, which can be obtained in various ways: by stealing from official institutions; by buying on the black market; by obtaining them from governments that are friendly to the terrorist groups and by their own production in equipped or improvised laboratories. The extremism of terrorist groups, as well as the subversive actions of certain countries, affect the increased degree of risk that such substances can be abused [3].

4. AUTOMATED REAL-TIME MONITORING OF DRINKING WATER QUALITY

Automated real-time monitoring of drinking water quality has proven to be a good preventive and reliable solution for simultaneous delivery of analysis results to several institutions responsible for taking care of drinking water quality and for dealing with accidents.

4.1. SCADA system

The SCADA system collects data from sensors and instruments which are located at remote stations and then transmits and displays this data at the central station, for monitoring or control purposes. The collected data is usually analyzed on one or more computers in the central station. In practice, the system can monitor and manage up to one hundred thousand input-output values. In developed countries, this system is used in urban water supply systems and in industrial processes such as electricity generation and distribution, but it is also increasingly used in everyday life.

The primary purpose of using the SCADA system is to warn of changes in water quality. Its functions are: data acquisition, event monitoring and processing, process management, event chronology and analysis, process visualization, calculations, reports and additional functions, at the request of the user.

The SCADA system is a software package that manages hardware via a PLC (Programmable Logic Controller) or

some other commercial module. For example, this central system can control an entire water factory [2] or a system that covers a large area (and at a distance of several kilometers). Most of the control of one station is done automatically by the PLC. PLCs are specialized computers whose operating system enables the simple and real-time processing of a large amount of data and then the transfer of processing results to the executive authorities. The last in the hierarchy of supervision is man, so the emphasis is on quality supervision i.e. process supervision.

There are several common ways of communication in a SCADA system: using a network (optical or copper cables), public telecommunications network or radio connection. In any case, a modem is required for communication. Some SCADA systems can use a combination of radio and telephone lines for communication as well as satellite systems. The SCADA system consists of one or more MTUs (Master Terminal Unit) or workstations on which the appropriate software is installed. In many applications, the MTU is required to communicate with other computers in the system [4]. In newer SCADA systems, these communications take place using LAN (Local Area Network) networks. In this way, it is possible to monitor and control the SCADA system from any computer connected to the LAN.

4.1. Automated monitoring of water quality exemplified by „go systemelektronik“

Automated real-time monitoring of water quality „GO systemelektronik“ GmbH [6] is an efficient and long-term solution for online water quality monitoring. The system consists of multiple sensors, smart modules, smart transducers, immersion UV / Vis spectrophotometers (ISA), control systems, online analysers and software (Figure 1).

The presented automatic system can control 17 parameters in water, as follows: ammonium ion, color, biological oxygen demand (BOD), electrical conductivity, phenols, chemical oxygen demand (COD), nitrates, orthophosphates, ozone, pH value, dissolved oxygen, dissolved organic carbon (DOC), redox potential (ORP), SAC254 / UV254, temperature, turbidity (FNU), total organic carbon (TOC), and total suspended solids (TSS). The system also contains the so-called "Contamination alarm" that is activated when some of the known but also unknown parameters reach and / or exceed the critical limit. The alarm is activated at any significant deviation from the normal water composition. This is especially important because in this way any deviation that would probably go unnoticed by classical periodic laboratory analyzes is identified and alarmed. The system is modular and scalable so it can contain hundreds of sensors and actuators that can be reliably monitored and automatically controlled. In this system, signals from the sensor are transmitted to transducers and the so-called "Smart Modules" in which the exact values of the measurement of the given parameters are generated. The system is open so that it is available to a larger number of different users, which leads to more precise conclusions and better solutions. All relevant transmission technologies are supported, including fieldbuses, networks, fixed and mobile telephone systems and satellite connections, along with a wide range of protocols and services (World-wide remote access). All this enables seamless integration with existing IT systems without additional investment.

Control and distribution of data is performed via the Internet where a fixed IP address is not required. Cloud service (Figure 1) "BlueGate" consists of BlueSense, BlueBox, BlueMon and ISA spectrophotometer [7].

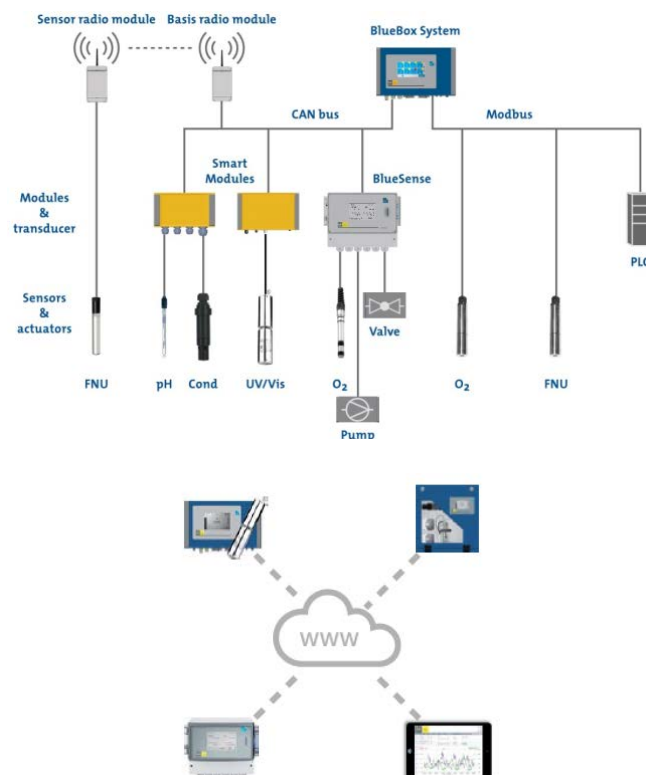


Figure 1. GO systemelektronik: Sensor and actuator network; Cloud service "BlueGate".

The described system of automated monitoring would be especially useful for the Serbian heritage in Kosovo and Metohija, both because of possible accidents and because of examples of attempted terrorist acts. It is enough to install sensors for each monastery, which will be connected to at least one computer in the monastery and connect them all to one common network. In this way, it is possible to monitor and control the SCADA system from any computer connected to the network.

5. CONCLUSION

Automated real-time monitoring of drinking water quality is already being used in some EU countries where it has proven to be a good preventive and reliable solution because it enables simultaneous delivery of analysis results to several institutions responsible for taking care of drinking water quality and for dealing with accidents.

The potential danger of nuclear terrorism is best illustrated by the fact that if only a few grams of plutonium are injected into a water supply tank, that water will become highly radioactive, i.e. it will be unusable for drinking and will pose a serious risk to human lives [1]. The attempted chemical terrorism is illustrated in the example from 1986, when a white racist Christian group procured 113 liters of cyanide in order to poison the water supply system in several larger cities in the USA [5]. Automated real-time monitoring of drinking water quality has proven to be a good preventive and reliable solution in practice. The water quality measurement data

and event messages can be transmitted via networks and mobile telephony systems, while the software enables their visualization and control via the SCADA system. The primary purpose of using the SCADA system is to warn of changes in water quality by having the system collect water quality data from a sensor and then transmitting and displaying that data at the central station.

Automated real-time monitoring of water quality "GO systemelektronik" GmbH which is already used in some EU countries, has proven to be a good and reliable solution for online water quality monitoring. The system contains the so-called "Contamination alarm" which is activated at any significant deviation from the normal water composition. The alarm works by sending a message via SMS and / or sending an e-mail. This is especially important because in this way any deviation that would probably go unnoticed by classical periodic laboratory analyzes is identified and alarmed. The system is modular and scalable so it can contain hundreds of sensors and actuators that can be reliably monitored and automatically controlled. There is a browser application for PC, tablet and smartphone. The described system of automated monitoring would be especially useful for the Serbian heritage in Kosovo and Metohija, both because of possible accidents and examples of attempted terrorist acts.

REFERENCES

- [1] Biočanin, R. R. (2004), *Zaštita životne sredine u slučaju nuklearnih udesa i terorizma*, Vojno delo, (56)1, 124-145.
- [2] Bogdanović, A. (2012), *Sistemi daljinskog nadzora i upravljanja (SCADA system)*, Master rad, Departman za posleddiplomske studije – Inženjerski menadžment, Univerzitet Singidunum.
- [3] Cvetković, V. (2014), Upravljanje u terorističkim vanrednim situacijama izazvanim upotrebom opasnih materija, Zbornik radova, XIV Naučna konferencija "Sigurnost urbanih sredina", 16th Maj 2014, Fakultet za kriminalistiku, kriminologiju i sigurnosne studije, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 63-72.
- [4] Đelić, A. (2012) Primena inteligentnih sistema u energetici. Master rad. Departman za posleddiplomske studije – Savremene informacione tehnologije, Univerzitet Singidunum.
- [5] Gaćinović, R. (2012). Models of modern terrorism. NBP – Journal of criminalistics and law, 1(17), 1-17.
- [6] GO Systemelektronik GmbH (2018a). Produktkatalog [on line] Dostupno na: https://www.go-sys.de/daten/www.go-sys.de/pdf/de/produkt_katalog.pdf
- [7] GO Systemelektronik GmbH (2018b). Bluegate Cloud Service [on line] Dostupno na: <https://www.go-sys.de/en/bluegate/>
- [8] GO Systemelektronik GmbH (2018c). Monitoring of the drinking water supply in Malta, Dostupno na: <https://www.go-sys.de/en/applications/drinking-water/>
- [9] GO Systemelektronik GmbH (2018d). Environmentalmeasuring station on the river Elbe in Hamburg-Blankenese, Dostupno na: <https://www.go-sys.de/en/applications/environmental-measuring/>
- [10] Narodna skupština RS (2010). Odluka o utvrđivanju nacionalnog programa zaštite životne sredine. Beograd: Službeni glasnik RS br. 12/2010.
- [11] Narodna skupština RS (2010a). Strategija održivog opstanka i povratka na Kosovo i Metohiju. Beograd. Službeni glasnik RS br. 32/2010.
- [12] Radić, V. (2011). Opasne materije. Pan-plast, Beograd.
- [13] Srpska Pravoslavna crkva (2018). Svetska baština Srbije [on line] 24. Januar, Preuzeto sa: http://www.spc.rs/sr/svetska_bashtina_srbije
- [14] Šepić, M. (2013). Tehničko-tehnološki aspekti prevencije i suzbijanja terorizma. Doktorska disertacija, Univerzitet Singidunum, Beograd, Republika Srbija.
- [15] Telegraf (2018). Spasena Pećka patrijaršija: Tačno ispod manastira izbio veliki gejzir, voda letela 6 metara u visinu [on line] Preuzeto sa: <https://www.telegraf.rs/vesti/srbija/2947207-spasena-pecka-patrijarsija-tacno-ispred-manastira-izbio-veliki-gejzir-voda-letela-6-metara-u-visinu-video>
- [16] Turistička organizacija Srbije, (2019). Srednjovekovni spomenici na Kosovu [on line] Preuzeto sa: <http://www.serbia.travel/kultura/unesco-liste/svetska-kulturna-bastina/srednjovekovni-spomenici-na-kosovu.389.html>.



MATEMATIČKO MODELOVANJE I GEOGEBRA U INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU

MATHEMATICAL MODELING AND GEOGEBRA IN ENGINEERING EDUCATION

Valentina Kostić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*

Tanja Sekulić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića 23, Zrenjanin.*

Aleksandar Spasić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot.*

Sadržaj - U radu je prikazan inovativan metodski pristup izučavanju problema kretanja koji se zasniva na principima matematičkog modelovanja i primeni računarskih tehnologija. Problemi kretanja prikazani u radu modelovani su u softveru GeoGebra i dizajnirani su za primenu u nastavi matematike i fizike na nivou srednjih i visokih škola. Primena predstavljenog metodskog pristupa je naročito razmatrana sa aspekta obrazovanja inženjera.

Ključne reči: Matematičko modelovanje. GeoGebra. Obrazovanje inženjera. Problemi kretanja.

Abstract - In this paper is presented an innovative methodological approach to the study of motion problems based on the principles of mathematical modeling and application of computer technologies. The movement problems presented in the paper are modeled in GeoGebra software and are designed for application in the teaching of mathematics and physics at the high school and college level. The application of the presented methodological approach is especially considered from the aspect of engineer education.

Key words: Mathematical modeling. GeoGebra. Engineering education. Motion problems.

1. INTRODUCTION

Engineers have always represented a pillar of development of any society that strives towards further improvement and enhancement. Taking into account the importance of the role that engineers play in the development of modern society, it is essential that the education of future engineers is at the highest possible level. The perspective of engineering education tends towards functional knowledge as its main goal, which means preparing students to use their knowledge in a professional environment and to apply it on solving problems from various fields of engineering [1].

In engineering, no matter its branch, mathematics has one of the most important roles because it represents the universal language of communication in science and engineering [2]. Because the understanding of mathematical theories and their implementation is of vital importance for engineering, special attention must be given to the mathematical education of future engineers [3]. Recent trends in engineering education aim at improving mathematical skills of students, and significant efforts have been made towards implementing new educational strategies in teaching mathematics [4].

The constant growth of new technologies imposes the need for active presence of computer technologies in all fields of engineering education and the students and teachers have to be introduced to all the possibilities of their application [5]. Computer technologies and mathematical modeling

have a significant role in engineering education. Future engineers depend upon the experience of working with examples from real practice, which is often very hard to realize because of laboratory restrictions, expenses and safety problems. In this paper, we propose a new approach to teaching mathematics in engineering, based on use of mathematical modeling supported by computer technologies using the dynamical software *GeoGebra*.

2. MATHEMATICAL MODELING AND GEOGEBRA

The main features of mathematical modeling are that it aims to describe the real world and its interactions through mathematics. Due to such characteristics, mathematical modeling is often used in engineering for describing and analyzing objects and for experimenting and predicting their behavior [6]. The process of teaching and integration of mathematical modeling often starts within a mathematics course, and later expands through other disciplines and sciences. The effects of teaching mathematics with mathematical modeling are positive concerning students' understanding of mathematical concepts and its use on solving problems from real world situations [7].

The mathematical modeling process has several phases, during which the real world situation is being translated into its mathematical representation. The number of the modeling phases depends on the author of the modeling cycle. The most used is *Galbraith-Stillman* mathematical modeling cycle [8], consisting of seven phases. This modeling cycle is

widely used in mathematics education and teaching practice, because of its phases which allow for problems to be analyzed and structured in logical steps. Figure 1 illustrates the mathematical modeling cycle that was used in the study, as well as all its phases and transitions.

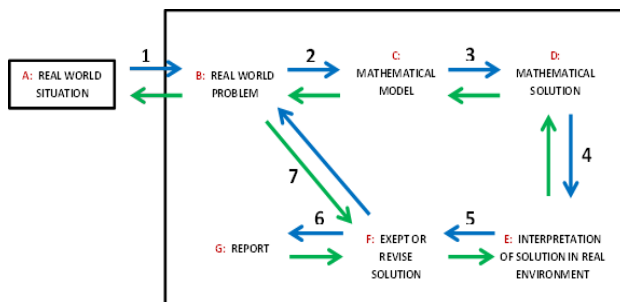


Figure 1. Galbraith–Stillman mathematical modeling cycle.

Due to the complexity of the process of mathematical modeling, there is a general attitude that it should be realized with the application of computer technologies. The use of computers would certainly contribute to the development of students' modeling competencies because computers provide the abilities for connecting different representations (algebraic, graphical, numerical) and for manipulation with functions in a dynamic environment, which has been identified as the most important aspect of the modeling process [9]. The use of different forms of representations are especially important in engineering education because it develops high level of understanding a wide range of concepts.

GeoGebra is dynamic mathematical software mostly used for teaching and learning mathematics. *GeoGebra* is an open source software under the General Public License and freely available at www.geogebra.org. It can be either downloaded by installers for multiple platforms or launched directly from the Internet using *GeoGebra Web Start*. The main purpose of *GeoGebra* is to help students gain a better understanding of mathematics. *GeoGebra* is an excellent tool for using as mathematical modeling support because of its dynamic nature and ability for presenting mathematical and other concepts and processes [10]. It also fosters mathematical experiments and discoveries which is essential in engineering education.

3. THE MATHEMATICAL MODELING IN PRACTICE - PROBLEMS OF UNIFORM MOVEMENT MODELED IN GEOGEBRA

In this paper we present application of the mathematical modeling realized with the help of computers in the engineering education. For the model we have used the motion problem because of its interdisciplinary nature which can be used for teaching in different fields of mathematics, especially in differential calculus and definite integrals, but also in teaching physics and mechanics, more precisely, kinematics, which highly extends the scope of application of this mathematical model in engineering education.

The mathematical model of the motion problem was realized in *GeoGebra*. The reason for choosing *GeoGebra* software for realization of the mathematical model used in this study is that *GeoGebra* can support and display all the phases of mathematical modeling, starting from the real situation by using its dynamic effects, through mathematical description of the problem and its algebraic representation, to the final solution and mathematical model with which it can be further manipulated.

We designed *GeoGebra* teaching materials and we used them for modeling the motion problems (available at www.geogebra.org). The ways of implementation and application of these teaching materials in the classroom are adapted so that students: 1) use different representations for illustration and for solving problems; 2) can recognize the concept of a linear function and its application to new situations and problems in a real context; 3) apply the graphical representation of linear functions in motion models. The *GeoGebra* interactive dynamic worksheet is a visual simulation of the motion of two bodies in opposite directions (Figure 2). The content of this teaching material is organized within eight sections.

Section 1. This section allows to enter numerical values of the input data given in the problem. The user can change the values of the specified parameters that are dynamically linked to other sections. In this way, the *GeoGebra* model can generate a large number of tasks with different numerical data, as well as their corresponding multiple representations and final solutions.

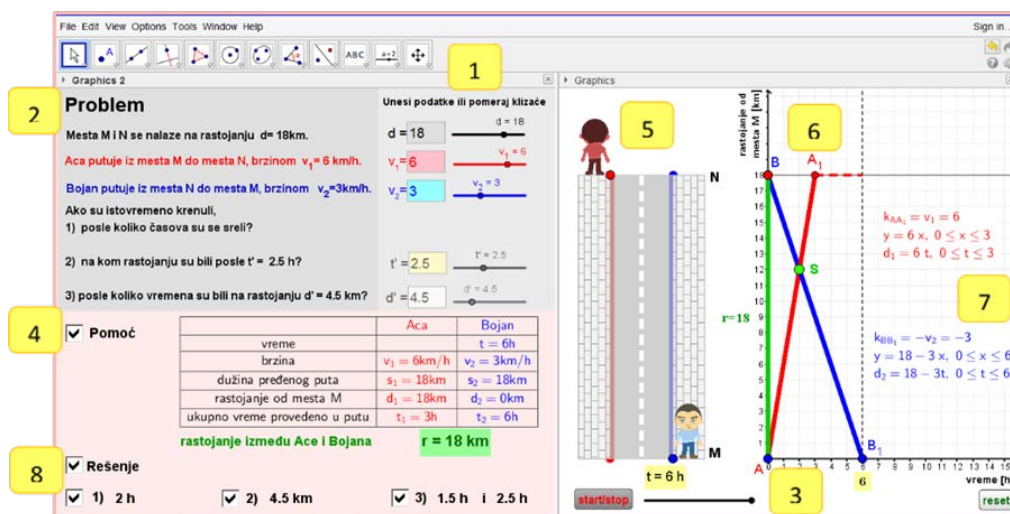


Figure 2. Layout of dynamical worksheet - Problem 1.

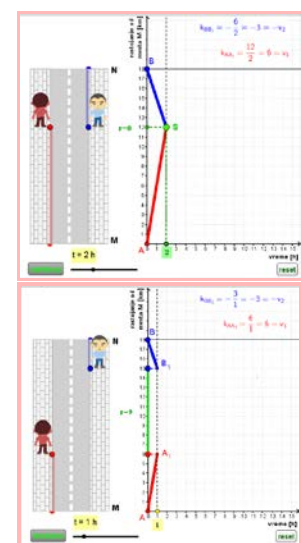


Figure 3. Animation.

Section 2. In this section the problem is introduced:

Problem 1: Locations M and N are located at a distance $d=18\text{ km}$. Bojan is traveling from place M to place N, velocity $v_1=6\text{ km/h}$. Aca travels from place N to place M, velocity $v_2=3\text{ km/h}$. If they start at the same time,

- 1) After how many hours will they met?
- 2) After what time they were at a distance $d_1=4\text{ km}$?
- 3) At what distance they were after $t_1=2.5\text{ h}$?

Section 3. Navigation (start, stop, display of the situation in different time intervals ...) in simulation is done by moving the slider during t and using the control buttons "start / stop", and "reset". Moving the slider for the time t , figures of Aca and Bojan are moving with the appropriate speed and in the coordinate plane appears trace of plotted graphs of their distance from the point M, depending on the time (Figure 3).

Section 4. By selecting the "Help" option, students get a tabular presentation with verbal and numerical representations that describe the movements of Aca and Bojan.

Section 5. Presentation of the situation from the real world in the form of a simulation of the movements of Aca and Bojan, which represents a concrete visual representation of the problem.

Section 6. This problem was modeled graphically, using linear functions, because the distance from point M is in a linear dependence on time. Time was applied onto x -axis, and the distance from point M onto the y -axis. Aca's distance from point M is given by function $y = 6x$, $0 \leq y \leq 18$ and Bojan's distance from point M by function $y = 18 - 3x$, $0 \leq y \leq 18$. Function graphs are abstract visual representation of the problem.

Section 7. In this section, algebraic representations of the distance function Aca (Bojan) from the point M depending on time are given, as well as formulas that connect the slope of the line AA_1 (BB_1) and the velocity v_1 (v_2). Algebraic representations are presented in two ways, with standard notations used in mathematics (x, y, k) and notations used in physics (t, d, v).

Section 8. Checking the "Solution" box, the answers to the questions asked are displayed and thus students receive a feedback on the success of solving the problem.

The *GeoGebra* simulation, described in the previous section, can be used when teaching is performed in a computer classroom where students work individually or in pairs, in a classroom with a single computer and projector, or for students to study interactive material at home (on a computer, tablet, smartphone). The experiences that students gain through individually research in the *GeoGebra* environment and detailed consideration of problems from different aspects, represent a cognitive basis for introducing students to solving more complex and demanding tasks. An example of such a task is given below.

Problem 2. Aca and Bojan start moving uniformly in a straight line at the same time. Aca travels from place M to place N, and Bojan from place N to place M. After they meet, Aca continues to move for another 4 h, and Bojan for 9 h. How many hours did Aca travel, and how many did Bojan travel?

The *GeoGebra* model of Problem 2 (Figure 4) is didactically-methodically designed in order to provide students with the opportunity to independently explore the relationships and connections between physical quantities that describe uniform motion and mathematical concepts presented by multiple representations.

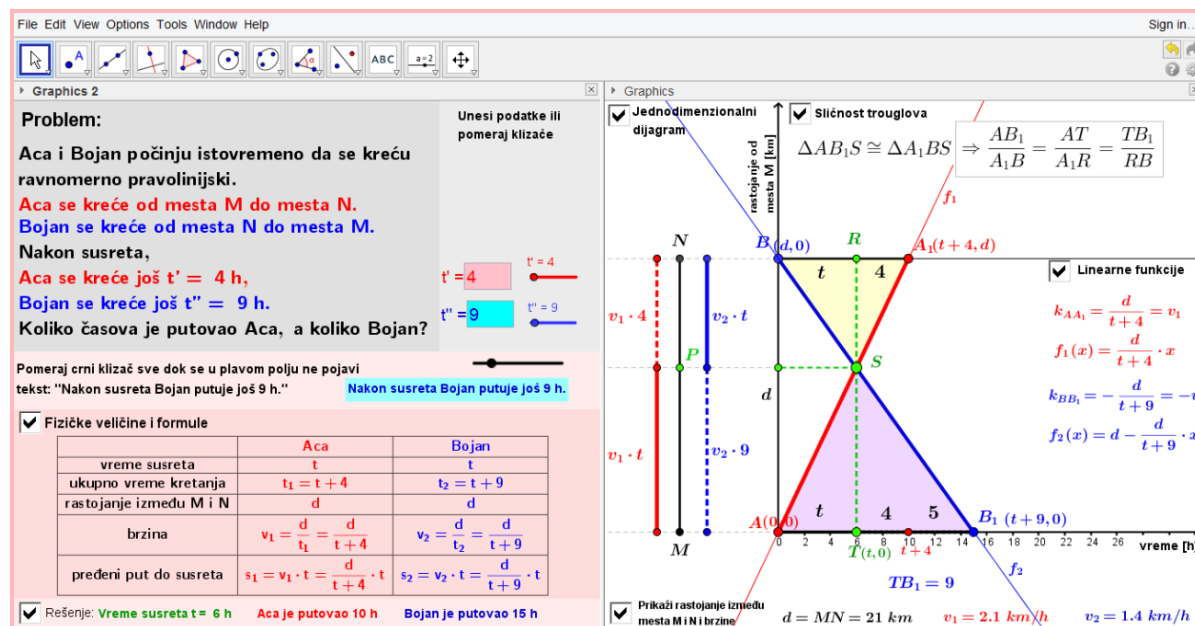


Figure 4. Layout of dynamical worksheet - Problem 2.

The idea of the worksheet for Problem 2 is to obtain the different representations of the problem in order to encourage the students to solve the task in different ways using: diagrams - Model 1 and Model 2; graphical and algebraic repre-

sentations of linear functions - Model 3; graphical representations of linear functions and similarity of triangles - Model 4; algebraic representation - Model 5 (Figure 5).

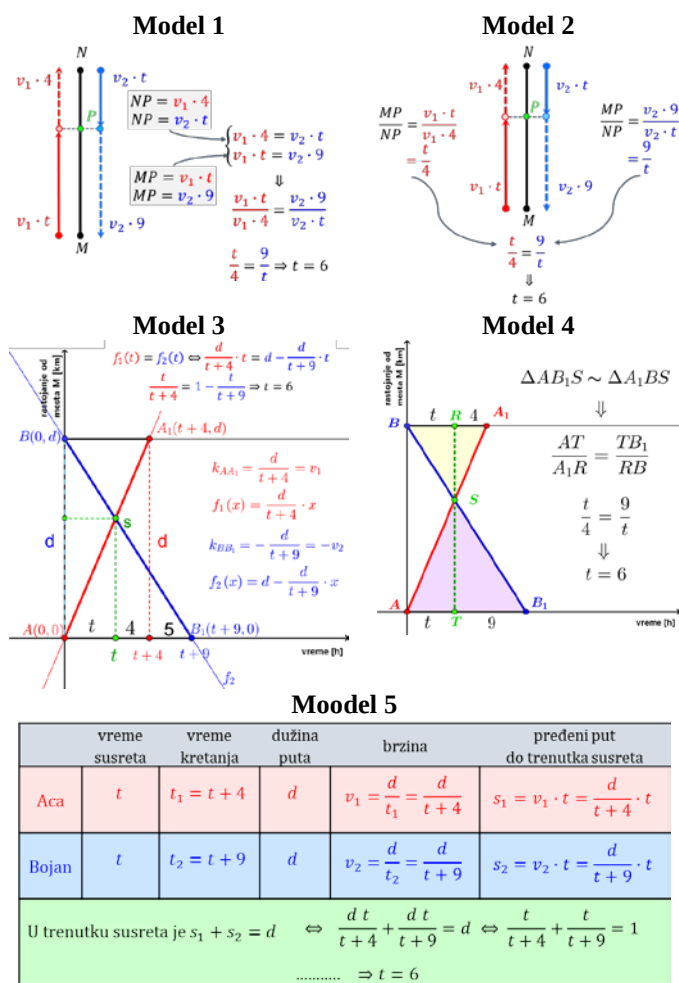


Figure 5. Mathematical models.

All presented models and the *GeoGebra* materials were designed by the authors of this paper and are implemented and used for teaching mathematics at the high school level and at the college level, especially for students of applied sciences in the field of engineering.

4. CONCLUSION

Teaching and learning mathematics by applying mathematical modeling and *GeoGebra* dynamic software, demonstrates great potential for application in engineering education [11]. The main goal of the innovative teaching method we proposed is creation of environment for students to gain the conceptual knowledge and ability of problems solving. This is especially important because students have to learn how to create and use algebraic and visual representations in order to improve their skills for solving real life problems [12].

The authors of the paper share their positive experiences with the application of the presented materials created in *GeoGebra* according to the principles of mathematical modeling and, considering their characteristics, recommend them for application at the level of college and high school education.

The teaching materials presented in this paper were constructed in accordance with the requirements of modern engineering education and were prepared for direct application in

teaching practice supported by computer technologies and they can be also helpful to both, to teachers and students.

REFERENCES

- [1] Schuster, K., Richert, A. and Jeschke, S., New Perspectives for Engineering Education – About the Potential of Mixed Reality for Learning and Teaching Processes, In Proc. of 122nd Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington, Paper ID #13135, 2015.
- [2] Blockley, D. and Woodman, N., "Civil/structural engineers and maths: The changing relationship", *The Structural Engineer*, 80(7), pp. 14-15, 2002,
- [3] Mustoe, L., "Foreword to maths for engineering and science", *LTSN MathsTEAM*, 2, 2003.
- [4] Carr, M., Bowe, B. and Ní Fhlóinn, E., "Core skills assessment to improve mathematical competency", *European Journal of Engineering Education*, 38(6), pp. 608-619, 2013.
- [5] Lavicza, Z., "Integrating technology into mathematics teaching at the university level", *ZDM: The international journal on mathematics education*, 42(1), pp. 105-119, 2010.
- [6] Quarteroni, A., "Mathematical Models in Science and Engineering", *Notices of the AMS*, 56 (1), pp. 10-19, 2009.
- [7] Hamson, M. J., "The place of mathematical modeling in mathematics education", In: Lamon, S. J., Parker, W. A. and Houston, K. (eds): *Mathematical modeling: A way of life. ICTMA 11*, Chichester: Horwood Publishing, pp. 216-226, 2003.
- [8] Galbraith, P. and Stillman, G., "A Framework for Identifying Student Blockages during Transitions in the Modelling Process", *ZDM: The international journal on mathematics education*, 38(2), pp. 143-162, 2006.
- [9] Pead, Daniel, Bill Ralph, and Eric Muller. "Uses of technologies in learning mathematics through modeling.", In *Modelling and applications in mathematics education*. Springer, Boston, MA, pp. 309-318, 2007.
- [10] Karadag Z. and McDougall D., "Dynamic worksheets: visual learning with the guidance of Polya", *MSOR Connections* 9 (2), pp. 13-16, 2009.
- [11] Sekulic, T., Takaci, Dj., Strboja, M., & Kostic, V., "Influence of Mathematical Modeling in GeoGebra Environment on Learning Derivative", *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 27 (2), pp. 61-82, 2020.
- [12] Kostic, V., Stankov-Jovanovic, V., Sekulic, T., & Takaci, Dj., "Visualization of problem solving related to the quantitative composition of solutions in the dynamic GeoGebra environment", *Chemistry Education Research and Practice*, 17, pp. 120-138, 2016.



POSTUPAK SPROVOĐENJA PARETO METODE U DRVNOJ INDUSTRIJI

PROCEDURE FOR IMPLEMENTATION OF PARETO METHOD IN WOOD INDUSTRY

Damjan Stanojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu prikazan je postupak sprovođenja Pareto metode u jednom privrednom subjektu u oblasti drvne industrije. Pareto analiza se vrlo brzo prihvata i razume, a opet daje dovoljno dobru analizu problema obezbeđenja kvaliteta proizvoda. Vrlo je pogodna jer postepeno uvodi korisnike u alate kvaliteta i omogućava im da razmišljaju na širi način. U konkretnom slučaju izvršena je pareto analiza po broju nastajanja grešaka bez obzira u kojim se organizacionim jedinicama one javljaju.

Ključne reči: Pareto, greška, dijagram.

Abstract - This paper presents the procedure of implementing the Pareto method in one business entity in the field of wood industry. Pareto analysis is very quickly accepted and understood, and yet gives a good enough analysis of the problem of product quality assurance. It is very convenient because it gradually introduces users to quality tools and allows them to think in a broader way. In the specific case, a Pareto analysis was performed according to the number of errors, regardless of the organizational units in which they occur.

Key words: Pareto, error, diagram.

1. UVOD

Pareto analiza se koristi u svim oblastima sistema kvaliteta gde je moguće identifikovati grešku, troškove koji nastaju usled tih grešaka i gde je moguće preduzeti korektivne aktivnosti za otklanjanje tih grešaka. U praksi se ova analiza može primenjivati:

- U marketingu, gde se od klijenata prikupljaju podaci o nedostacima svoje ponude, utvrđuje koliko je izgubljeno novaca zbog smanjene potražnje ili gubitka tržišta i predviđa obim ulaganja da bi se zadovoljili zahtevi klijenata;
- U razvoju / proizvodnji, gde se uočavaju greške na proizvodu, konstatuje koji su gubici nastali usled tih grešaka, i predviđaju korektivne aktivnosti, ulaganja, kojima će se te greške otkloniti.

Pareto analiza se zasniva na vrlo jednostavnom pravilu koje gotovo uvek važi u praksi: "Distribucija realnih vrednosti (npr. troškova) uvek je takva da srazmerno mali broj stavki nosi većinu ukupne vrednosti". To praktično znači da iako postoji veliki broj grešaka koje izazivaju neke troškove, većina tih troškova je koncentrisana u malom broju tih grešaka.

U skladu sa tim postulatom postavlja se princip, kao što je na primer 70/30 (ili 80/20), koji kaže da je 70 (80)% ukupne vrednosti koncentrisano u 30 (20)% stavki. Ovim postulatom podrazumeva se da se rešavanjem 30 (20)% stavki rešava 70 (80)% problema. Naravno, svi ovi postulati u praksi mogu da

odstupaju od primera do primera, ali se ipak mogu prihvatiti kao neka globalna pravila i dobra polazna osnova.

2. SPROVOĐENJE PARETO ANALIZE

Pareto analiza se sprovodi u sedam koraka:

1. Pravi se lista svih grešaka koje mogu nastati.
2. Kontinualno se u određenom vremenskom periodu prati broj pojavljivanja tih grešaka, a ako su dostupni, i troškovi vezani za te greške.
3. Pravi se Pareto analiza grešaka po broju pojavljivanja da bi se ustanovilo koje se greške najčešće javljaju.
4. U dužem vremenskom periodu (dovoljnom da se može dati validna procena) prate se troškovi nastali usled tih grešaka.
5. Pravi se Pareto analiza grešaka po nastalim troškovima da bi se uočilo koje greške su odnele najviše troškova (gubitaka).
6. Za greške koje su odnele najviše troškova predviđaju se korektivne aktivnosti za njihovo smanjivanje ili otklanjanje. Takođe se daje okvirna procena potrebnih ulaganja, verovatnoća uspeha otklanjanja greške i dužina perioda implementacije.
7. Pravi se analiza korektivnih aktivnosti po prioritetima. Analiza će istaći one korektivne aktivnosti koje su najisplativije.

Pre početka sprovođenja Pareto analize potrebno je definisati parametre koji utiču na samu analizu. Za Pareto analizu moguće je izabrati određeni skup podataka koji zadovoljavaju definisane uslove. To znači da će Pareto analiza u obzir uzeti samo one greške koje zadovoljavaju postavljene uslove.

grešku unose u Listu grešaka i unosi ostale podatke za identifikaciju greške (šifru, vrstu, tip, primenu).

Tehnolog kvaliteta kontinualno u određenom vremenskom periodu prikuplja podatke o broju pojavljivanja određenih grešaka, a ako su dostupni, i troškove vezane za te greške. Podaci se prikupljaju na propisanim obrascima:

Za F-ku nameštaja

- list neusaglašenih elemenata - QZ0100-5003
- evidencija popravljenih elemenata - QZ0100-5007

Za F-ku dekorativnih tkanina

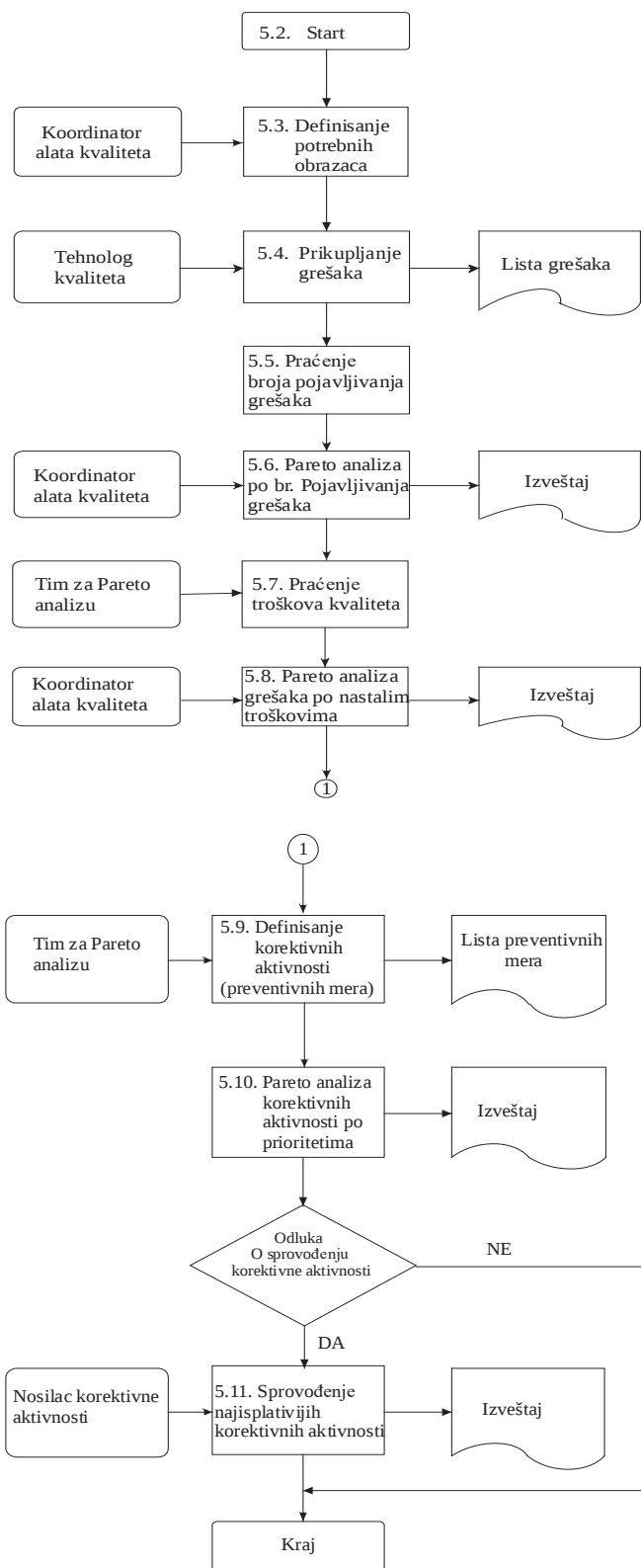
- dnevni izveštaj o kvalitetu - QZ0211-5016

Za F-ku tapetarskih proizvoda

- pregled grešaka na fazi šivenja - QZ0141-5008
- pregled grešaka na fazi sklapanja - QZ0147-5012
- dnevni učinak (presvlačenje) - QZ0147-5009
- završno kontrolisanje, pregled nastalih grešaka - QZ0147-5031

Prikupljene podatke, tehnolog kvaliteta, ubacuje u bazu podataka *Gubici usled grešaka*

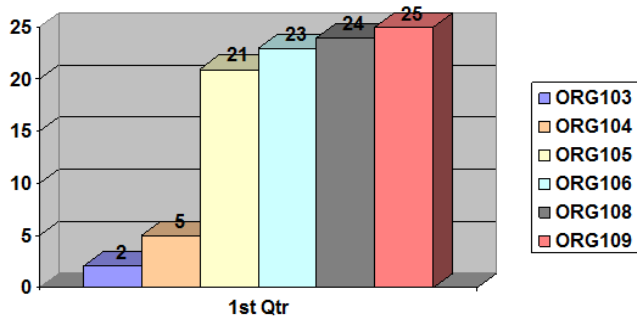
	Br. evidentiranih grešaka	Br. evidentiranih grešaka	Troškovi otklanjanja greš.	Troškovi otklanjanja u %
ORG103	54	1,99	35,05 €	0,81
ORG104	122	4,51	182,99 €	4,25
ORG105	578	21,34	1004,51 €	23,35
ORG106	615	22,64	716,20 €	16,65
ORG108	642	23,71	894,31 €	20,78
ORG109	699	25,81	1469,73 €	34,16
Ukupno	2710	100,00	4305,79 €	100,00



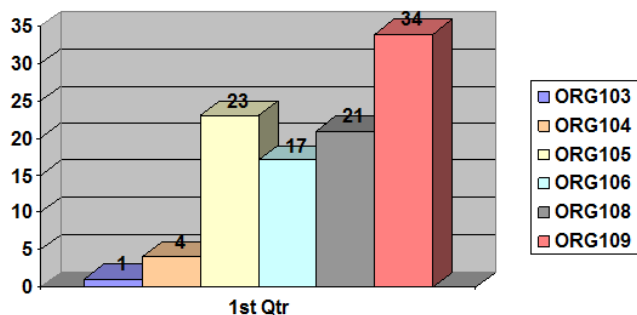
Slika 1. Opis procedure - Dijagram.

Koordinator alata kvaliteta sa tehnologom kvaliteta izrađuje listu svih grešaka koje mogu da nastanu. Svaku

BROJEVIDENTIRANIH GREŠAKA U %



TROŠKOVI OTKLANJANJA EVIDENTIRANIH GREŠAKA U %



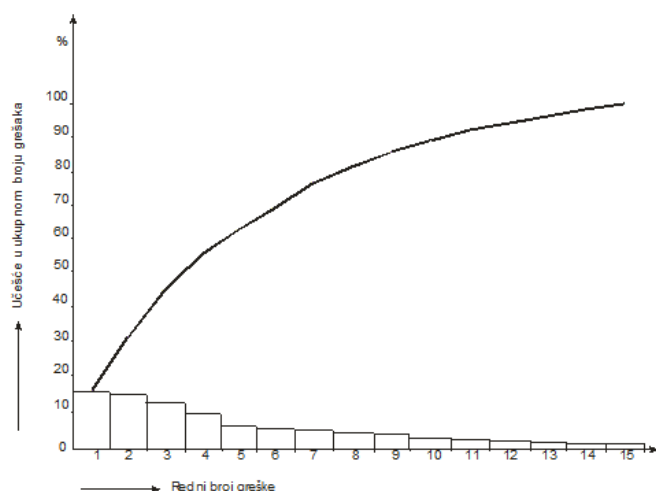
Slika 2. Dijagrami evidentiranih grešaka.

Tabela 1. Tabela evidentiranih grešaka sa šifrom, nazivom i ukupnim brojem pojavljivanja.

redni broj	šifra greške	naziv greške	primena	tip	ukupno	učesće u ukupnom broju grešaka u %
1	G106001	Okrzane ivice	element	G	402	16,27
2	G109005	Ošteć. na površini	element	G	372	15,06
3	G108008	Prebrušen element	element	G	313	12,67
4	G105023	Velika poroznost furira	Furnir	K	234	9,47
5	G105003	Fuge i šupljine	ploča	G	175	7,09
6	G105019	Utinuta folija	folija	G	167	6,76
7	G108009	Ogrebotine na površini	element	G	165	6,08
8	G109003	Prebrušavanje elementa	element	G	120	4,86
9	G108005	Oštećenje na elementu	element	G	116	4,70
10	G106007	Loše lepljenje rubova	element	G	95	3,85
11	G108018	Lepilo na površini	element	G	85	3,44
12	G104003	Nedovoljan elekat špricanja	profil	G	68	2,75
13	G109013	Nema laka	element	G	56	2,27
14	G103005	Greška materijala	element	K	54	2,19
15	G109002	Risevi i neravnine	element	G	48	1,95
Ukupno					2470	100,00

Na osnovu prethodno pripremljenih podataka moguće je oblikovati Pareto dijagram tako da se na ordinatu nanosi učesće pojedinih grešaka u ukupnom broju grešaka u %, a na apscisu greške koje su predstavljene rednim brojevima. Zbog jednostavnosti postupka direktno je oblikovana kumulativna linija.

Kumulativna linija omogućava utvrđivanje područja značajnosti pojedinih grešaka u posmatranom primeru. Suština metode Pareto dijagrama je upravo u analizi izgleda kumulativne linije i izdvajanju područja prema stepenu značajnosti uticaja – prirasta posmatrane veličine – mere koja je uzeta za kriterijum za analizu. U ovom slučaju to je broj grešaka.



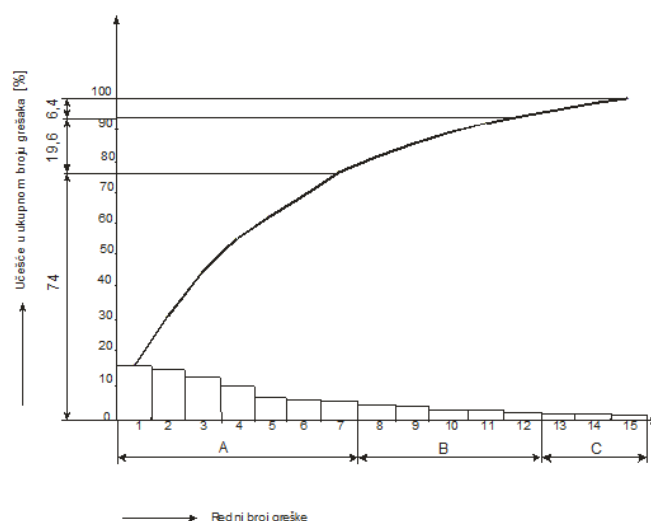
Slika 3. Pareto dijagram po broju pojavljivanja grešaka.

Na slici 4 moguće je uočiti tri područja i to:

Područje A – područje pojave najvećeg broja grešaka, to su greške od rednog broja 1 zaključno sa rednim brojem 7. Te greške čine 74% ukupnog broja grešaka

Područje B – područje značajnog uticaja. U to područje spadaju greške od rednog broja 8 zaključno sa rednim brojem 12. Te greške čine 19,6% ukupnog broja grešaka.

Područje C – područje malog uticaja. Tu spadaju greške sa rednim brojem 13,14 i 15 i one čine 6,4% ukupnog broja grešaka.



Slika 4. Pareto dijagram po broju pojavljivanja grešaka sa A,B,C područjima

3. ZAKLJUČAK

U konkretnom slučaju izvršena je pareto analiza grešaka po broju nastajanja bez obzira u kojim se organizacionim jedinicama one javljaju. Oblast A koju čine greške od rednog broja 1 zaključno sa rednim brojem 7 obuhvata 74% nastalih grešaka.

Ova Pareto analiza ukazuje da bi korektivne aktivnosti trebalo sprovesti u organizacionom delu 106, odnosno u mašinskoj obradi ploča, zbog najvećeg broja pojavljivanja greške "okrzane ivice" (402 slučaja). Zatim u organizacionom delu 109 (402), brušenje i poliranje, gde se javljaju oštećenja na površini (372 slučaja). Zatim kod nanošenja premaza gde se javlja 313 grešaka. Te greške su tipa G-glavne greške. Takođe treba izvršiti korektivne aktivnosti u pogledu eliminisanja poroznosti furnira jer je to greška tipa A-kritična greška, a javlja se 234 puta. Kod obrade ploča postoje još greške fuge i šupljine sa ukupnim pojavljivanjem 175 odnosno 167 puta.

LITERATURA

- [1] D. Stanojević; *Upravljanje kvalitetom*, Vranje 2009.
- [2] D. Đorđević; D. Čočkalović; *Upravljanje kvalitetom*, Zrenjanin, 2004.
- [3] Istraživački i tehnološki centar, *Metode i tehnike unapređenja kvaliteta*, tom 1 Novi Sad 1998.
- [4] Ž. Adamović, S. Stefanović, *Procedure za sprovođenje kontrole i način prikupljanja dobijenih podataka na tehničkim sistemima*, "XVIII Jugoslovenska konferencija sa međunarodnim učesćem" BUKA I VIBRACIJE " str. 56. zbornik rezimea, 17-18 Oktobar 2002., Fakultet zaštite na radu, Niš.
- [5] D. Stanojević, S. Stefanović, B. Stanisavljević, D. Ilić, *Act Of Implementation Of Toyota System*, Paper 10., page 54 – 58., *International Journal of process Management – New Technologies (JPMNT)* ISSN: 2334-7449, Volume 1 Issue 2, April, 2013.



MERE ZAŠTITE DRVETA PRE I TOKOM INDUSTRIJSKE PRERADE WOOD PROTECTION MEASURES BEFORE AND DURING INDUSTRIAL PROCESSING

Tijana Milanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Gordana Bogdanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Damjan Stanojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu govori se o uticaju promenljivih ekoloških faktora i njegovim direktnim uticajima na životnu sredinu. Realizacija svakog faktora ponaosob zavisi od mnogih elemenata, kako međusobnih odnosa ekoloških elemenata, tako i uticaja čoveka na elemente sredine. S obzirom da nam priroda daje idealne uslove za život, trebamo težiti da ti uslovi ne gube ravnotežu i da na bilo koji način uspemo da se istoj odužimo. Međutim, sve veći uticaj globalnog zagrevanja, neprimetno utiče na pojedine komponente u životnoj sredini, praveći štetu do nivoa uništavanja. Zbog toga moramo ozbiljno shvatiti opomenu ekološke sredine i pokušati na sve načine zaštititi život oko sebe. Drvo je prirodna svojina, koja pripada svima i koja se koristi u svakodnevnim životnim navikama i potrebama. Drvenaste biljne vrste su od izuzetne važnosti za čovečanstvo, jer se koriste u mnogim delatnostima. Upotreba drveta je u industriji, u proizvodnji nameštaja i enterijera, u građevini, u arhitekturi, u domaćinstvima, itd. Zbog toga je zaštita drveta od izuzetne važnosti u ekološkom, a takođe i u ekonomskom pogledu. Cilj zaštite biljaka drvenaste građe je u tome da se pronađe što jednostavnija i u ekonomskom pogledu jeftinija forma zaštite drveta, a da efikasnost bude velika.

Ključne reči: zaštita, drvo, ekologija, industrijska proizvodnja.

Abstract - This paper discusses the impact of changing environmental factors and its direct impact on the environment. The realization of each factor individually depends on many elements, both the mutual relations of ecological elements and the influence of man on the elements of the environment. Since nature gives us ideal conditions for life, we should strive so that these conditions do not lose their balance and that we manage to repay it in any way. However, the growing impact of global warming, imperceptibly affects individual components in the environment, causing damage to the level of destruction. That is why we must take the warning of the ecological environment seriously and try in every way to protect the life around us. Wood is a natural property, which belongs to everyone and which is used in everyday life habits and needs. Woody plant species are extremely important to humanity, because they are used in many activities. The use of wood is in industry, in the production of furniture and interiors, in construction, in architecture, in households, etc. That is why the protection of wood is extremely important in ecological, as well as in economic terms. The goal of wood plant protection is to find the simplest and economically cheapest form of wood protection possible, and to be very efficient.

Key words: Protection, Wood, Ecology, industrial production.

1. UVOD

Biljne drvenaste vrste predstavljaju prirodne materijale, koji se mogu koristiti i ponovo obnoviti. Stablo drveta se sečom i različitim procesima obrade i prerade može koristiti u svakodnevnim potrebama čoveka. Drvo je osnovna sirovina koja se upotrebljava u drvnoj industriji.

Cilj industrijske proizvodnje predmeta od drveta je maksimalno iskorišćavanje zdrave mase drveta, pod određenim karakteristikama i uslovima. Zbog toga je izuzetno važna pravilna zaštita drveta. Na poprečnom preseku stabla se mogu uočiti različiti elementi koji ga grade i omogućavaju prolaz kako hranljivih materija, tako vode i vazduha.

Ćelije koje čine drvene komponente su: traheje i traheide, parenhim i drvena vlakna. Naravno, pored ovih osnovnih drvnih elemenata, nalaze se i ćelije i organele koje su zadužene za protok vode i hranljivih supstanci. Najveći procenat zauzima drvena komponenta celuloza. U nešto manjoj razmeri nalazi se materija lignin i različite polioze. Dok u najmanjem procentu, mada opet u zavisnosti od biljne drvenaste vrste zastupljena je smola i mineralne materije. Glavne osobine drveta su nehomogenost, hidroskopsnost i anizotropnost [1].

2. MERE ZAŠTITE DRVETA U ŠUMAMA

Pravilna zaštita drvenastih vrsta sastoji se od nekoliko komponenata (principa), koje zajedno, kasnije, daju idealne uslove za industrijsku proizvodnju i eksploataciju. Te komponente su sigurnost, ekonomičnost i efikasnost. S obzirom da je drvo obnovljiv materijal, nije neiscrpan prirodni resurs, pa se zato mora posvetiti velika pažnja u očuvanju, zaštiti i pravilnom rukovanju prilikom seče i obrade.

Zbog toga idealno i sigurno rešenje je pravilna zaštita drveta i zadovoljenje principa sigurnosti, ekonomičnosti i efikasnosti:

- Princip sigurnosti obezbeđuje bezbednost sprovođenja principa tokom opasnosti kojima mogu biti izloženi prilikom realizacije i sprovođenja mera zaštite drveta, kao i tokom obrade i prerade otrovnim i nepatogenim materijalom. Važno je korišćenje isključivo preparata u cilju zaštite drvenastih biljnih vrsta, koji su propisani od strane Ministarstva za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu. Obavezna je deklaracija o biološkoj efikasnosti i fizičko/hemijskim osobinama, kao i toksikološka ocena preparata.
- Princip ekonomičnosti je izuzetno važna komponenta zaštite drvenastih vrsta. Ovaj princip obuhvata zaštitu kulturnih dobara i umetničkih predmeta od neprocenjive vrednosti. S obzirom, da sve više tržište diktira tempo proizvodnje, kvalitet i cenu sortimenata, cilj je da se obezbede što bolji uslovi za rast i razvoj drveta i stvori zaštita od štetnog uticaja mikroorganizama i patogene [2].
- Princip efikasnosti se bazira na pravim i sigurnim potezima prilikom rukovanja drvenastim strukturama. Zaštitom drveta treba da se bavi stručno lice, koje sa sigurnošću može pristupiti merama zaštite. Lice koje dobro poznaje bioekološke karakteristike patogena i štetočina i procese tehnoloških obrada i prerade drveta tokom prerade. Poželjno je voditi računa kada može doći do eventualnih opasnosti po drvenastu biljku koja je ili treba da bude u procesu proizvodnje. Od velikog značaja je efikasno reagovanje u cilju sprečavanja šteta, poput praćenja kalendara razvića insekata i gljiva, kao i pravilna primena preparata koji se koriste u zaštiti drveta. Treba težiti pronalaženju najjeftinijih, a pritom najefikasnijih principa zaštite drveta [3].

3. MERE ZAŠTITE DRVETA I ČUVANJA PRE OBRADU

Kada su ispoštovane sve mere prilikom gajenja određenih drvenastih vrsta pogodnih za industrijsku proizvodnju, potrebno je pristupiti merama pravilnog skladištenja i rukovanja drvenim materijalima. Mere se mogu primenjivati u svrhu preventive, zbog nepredviđenih okolnosti ili se primenjuju kao represivne mere. Ovde se može svrstati, na prvom mestu, održavanje higijene stovarišta na kojima se skladišti drveni materijal; pregled materijala pre samog skladištenja i odlaganja; česta kontrola i pregled drvnog materijala i sortimenata; pravilno sušenje, čuvanje i skidanje kore drveta; tehnička ispravnost gradnje (stovarišta) na kojima se čuvaju drveni materijali [4].



Slika 1. Stovarište trupaca sa sistemom za orošavanje.

Drvo na pilanskim stovarištima je u stanju vlažnosti koja veoma odgovara razvoju truleži i lignikolnim gljivama, pa je zbog toga na ovim stovarištima broj štetočina najveći. Zbog toga se moraju preduzeti sve adekvatne mere zaštite radi sprečavanja pojave truleži, gljiva i oboljenja, pa i insekata, kako bi se sprečili finansijski gubici.



Slika 2. Larva *Monochamus galloprovincialis*.

4. MERE ZAŠTITE DRVETA TOKOM INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE

Da bi se moglo pristupiti industrijskoj proizvodnji predmeta i nameštaja od drveta, potrebno je da najpre budu ispoštovane sve prethodne mere zaštite i očuvanja kvaliteta drveta. Za industrijsku proizvodnju se biraju najkvalitetnija debela i stabla drveta, jer se na taj način obezbeđuje i visoka cena prilikom prodaje tog proizvoda na tržištu. Ukoliko je drvo bilo podvrgnuto nekim principima hemijske zaštite ili fizičkog dejstva, svrstava se u materijale sa posebnim greškama. Ovakav materijal direktno utiče i na cenu prodaje na tržištu, zbog klasifikovanja u niže nivoe kvaliteta. Obrada i proizvodnja predmeta i nameštaja od drveta sastoji se od niza principa i procesa koji zahtevaju praćenje i upravljanje specijalnim mašinama. Marljivost i ozbiljnost osoba koji su zaduženi za ovaj vid proizvodnje je od velikog značaja. Od njih neposredno zavisi struktura, kvalitet proizvoda od drveta, trend i cena na tržištu [5] i [6].

5. ZAŠTITA DRVETA U SUŠARAMA

Osnovne mere zaštite drveta su preventivne i represivne mere zaštite drveta.

Preventivne mere zaštite drveta se koriste u cilju smanjivanja eventualnog nastanka uzročnika probadanja ili oštećivanja drveta. Time se obezbeđuje pravilan razvoj

drveta, odnosno izostanak u formiranju greške na drvetu tokom razvoja.

Recesivne mere se upotrebljavaju kad je došlo do štetnog dejstva na drvenastoj vrsti, s ciljem njegovog zaustavljanja i prekidanja procesa daljeg truljenja i raspadanja drveta.

Još jedna glavna karakteristika u sprovođenju zaštite je i mesto i vreme kada se zaštita vrši.

Kada govorimo o vremenu, idealno vreme zaštite ne postoji. Najvažnije je što ranije delovati nekom merom zaštite, pre nego što je proces truljenja i raspadanja uzeo maha.

Kada govorimo o mestu delovanja, trebamo delovati na mestima gde je uočen neki proces oštećenja. Na osnovu toga, možemo primenjivati mere zaštite u šumama; mere zaštite na stovarištima; mere zaštite tokom procesa proizvodnje proizvoda od drveta; kao i specifične mere zaštite drveta [4].

6. MERE HEMIJSKE ZAŠTITE DRVETA

Tokom procesa proizvodnje nameštaja i predmeta od drveta, drvo je podvrgnuto različitim tretmanima i procesima. Svaki proces zahteva posebne metode rada. Kvalitet proizvoda utiče na formiranje cene proizvoda. Sve zavisi od opšteg stanja drvenaste vrste koja se kasnije treba industrijski obrađivati. U zavisnosti od metoda koje se koriste u proizvodnji, drvenaste vrste se mogu zaštititi i time produžiti vek njihovog trajanja.

Može se primeniti metoda površinskog premazivanja određenim bojama (bojenje) ili laziranje (omogućava providno premazivanje i zaštitu drveta) predmeta od drveta. Samim tim što se na ovaj način ulepšava određeni predmet, on se i efikasno štiti od različitih insekata ili štetočina, od UV zračenja i delimično od blagih fizičkih oštećenja.

Drugi vid zaštite je impregnacija drveta. Impregnacija predstavlja hemijsku zaštitu drveta gde se u drvo pod pritiskom u vakuumu utiksuju zaštitna sredstva – kreozotno ulje, rastvor neorganskih soli ili biocidi.

Biocidi su hemijska sredstva uz pomoć kojih je moguće uništavanje štetnih živih organizama.

Prema načinu delovanja podeljeni su u dve grupe i to na:

- fungicide – hemijska sredstva koja se koriste u cilju zaštite drveta od gljivica i mikroorganizama i

- insekticide – hemijske supstance koje se koriste u zaštiti drveta u svim njegovim razvojnim fazama.

Premazivanjem drvenih površina biocidima one se štite od različitih štetočina. Za razliku od lakiranja ili bojenja drveta, proces impregnacije deluje na dublje delove drveta i na taj način daje dodatnu zaštitu. Međutim, da bi impregnacija bila 100% delotvorna, potrebno je posle ovog procesa obavezno bojiti ili lakirati, odnosno premazati, odabrani drveni predmet kako bi se isti osigurao od uticaja klimatskih faktora sredine.

Kombinacija primene biocida i impregnacije za zaštitu drveta daje najbolje rezultate [2].

7. ZAKLJUČAK

Zaštita drveta je od velikog značaja za ekologiju i očuvanje životne sredine. Od značaja za ekonomiju u smislu industrijske proizvodnje. Pridržavanjem određenih mera zaštite prilikom obrade drveta, smanjuje se mogućnost ekonomskog gubitka i nepotrebnih troškova. S obzirom da drvo predstavlja obnovljiv, prirodan, ekološki materijal, važno je racionalno korišćenje, obavezno obnavljanje i sadnja novih vrsta, održavanje i gajenje prilikom rasta i sprečavanje krčenja i nelegalne seče šuma.

LITERATURA

- [1] Šoškić, B., Svojstva drveta, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1992.
- [2] Krstić, M., *Zaštita drveta II deo – prouzrokovaci truleži i obojenosti drveta*, Naučna knjiga, Beograd, 1962.
- [3] Karadžić, D., Anđelić, M., *Najčešće gljive prouzrokovaci truleži drveta u šumama i šumskim stovarištima*, Centar za zaštitu i unapređenje šuma Crne Gore, Podgorica, 2002.
- [4] Kolin, B., *Sušenje i parenje drveta*, Naučna knjiga, Beograd, 2007.
- [5] Nikolić, M., *Prerada drveta na pilanama*, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2008.
- [6] Vasić, K., *Zaštita drveta I deo – ksilofagni insekti*, Naučna knjiga, Beograd, 1971.



STRATEGIJE INTERNACIONALIZACIJE FRANŠIZNIH MALIH I SREDNJIH PREDUZEĆA

STRATEGIES OF INTERNATIONALISATION FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

Milica Stanković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Gordana Mrdak, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Suzana Stojanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Sadržaj - U ovom radu se ukazuje na značaj globalnog poslovanja franšiznih malih i srednjih preduzeća. Franšizing kao poslovni koncept ima veliki poslovni potencijal i posebno je pogodan način širenja poslovanja u sektorima gde se know-how može lako preneti od davaoca ka korisnicima franšize. Franšizing omogućava repliciranje proverenog poslovnog koncepta, obezbeđujući prednosti ekonomije obima kroz globalizaciju. Cilj rada je da se kroz analizu podataka prikupljenih empirijskim istraživanjem stekne uvid u strategije internacionalizacije franšiznih MSP iz Republike Srbije i ukaže na značaj franšizinga kao strategije internacionalizacije.

Cljučne reči: Franšizing. Internacionalizacija. MSP.

Abstract - This paper points out the importance of the global business of franchise small and medium enterprises. Franchising as a business concept has great business potential and is a particularly convenient way to expand business in sectors where know-how can be easily transferred from franchisors to franchisees. Franchising enables the replication of a proven business concept, providing the benefits of economies of scale through globalization. The aim of this paper is to gain insight into the strategies of internationalisation for franchise SMEs from the Republic of Serbia through the analysis of data collected by empirical research and to point out the importance of franchising as an internationalisation strategy.

Key words: Franchising. Internationalisation. SME.

1. UVOD

Strategije internacionalizacije su u osnovi ekonomske globalizacije. Velike multinacionalne kompanije imaju više opcija za ulazak na strano tržište u odnosu na mala i srednja preduzeća (MSP). Sa druge strane, MSP imaju ograničene opcije u izboru strategije internacionalizacije. Franšizing kao poslovni koncept ima veliki potencijal, te franšizna preduzeća dobijaju na sve većem značaju. Cilj rada je da se kroz analizu podataka prikupljenih empirijskim istraživanjem stekne uvid u strategije internacionalizacije koje primenjuju franšizna MSP iz Republike Srbije i ukaže na značaj franšizinga kao strategije internacionalizacije.

2. GLOBALNO POSLOVANJE KAO IMPERATIV ZA FRANŠIZNA PREDUZEĆA

Za preduzeća širom sveta, globalno poslovanje nije stvar izbora, već stvar opstanka. Multinacionalne kompanije imaju više opcija za ulazak na strano tržište u poređenju sa malim i srednjim preduzećima i preferiraju načine koji podrazumeva-

ju visok nivo kontrole, kao što su zajednička ulaganja i otvaranje filijala u sopstvenom vlasništvu. S druge strane, MSP imaju ograničene opcije u svojim izborima načina ulaska na strana tržišta [1], prvenstveno zbog nedostatka finansijskih i menadžerskih resursa [2]. Važno je pomenuti da ne postoji jedna najbolja strategija internacionalizacije za MSP i da strategija mora biti prilagođena svakom pojedinačnom tržištu, s obzirom na različite uslove poslovanja [3], [4]. Tradicionalna preduzeća koriste konvencionalne strategije internacionalizacije, kao što su internacionalizacija posredstvom agenta ili distributera, dok se inovativna preduzeća pre odlučuju za licencne sporazume ili alijanse [5]. Iako je izbor prave strategije internacionalizacije ključan za uspešnu internacionalizaciju, redak je slučaj da MSP vrše tržišno istraživanje ili konsultuju eksterne partnere pre izbora načina ulaska na određeno tržište. Postoje različiti načini za MSP da uđu na inostrano tržište, pri čemu izbor najviše zavisi od ciljeva i prednosti i nedostataka malih i srednjih preduzeća [6].

Franšizing, kao poslovni koncept, ima veliki poslovni potencijal i beleži brzi rast [7]. Prema franšiznom modelu poslovanja, davalac franšize delegira prava korisniku franšize

na prodaju roba i usluga pod brendom franšize, u zamenu za inicijalnu naknadu i tekuće naknade [8]. Korisnici franšize se obično se pažljivo biraju na osnovu njihovih veština, resursa i znanja o lokalnom tržištu [9], a zatim im davaoci franšize pružaju inicijalnu i tekuću obuku i mentorstvo [10], [11]. Franšizing je posebno pogodan način širenja poslovanja u onim sektorima gde se know-how može lako preneti korisnicima franšize [12], [13] i gde se pravila poslovanja mogu regulisati franšiznim ugovorom kako bi se garantovao ujednačen kvalitet u svim franšiznim jedinicama [14]. Franšizing omogućava standardizaciju i replikaciju dokazanih poslovnih koncepata [9], obezbeđujući prednosti ekonomije obima kroz globalizaciju. Franšizing se kao stragija internacionalizacije sve intenzivnije koristi na globalnom nivou [10], [15], [16]. Franšizing je jedinstveni kolaborativni model ulaska na strana tržišta uz niži rizik (zbog ograničenih potrebnih ulaganja davaoca franšize) i visok nivo kontrole (kroz franšizni ugovor i propisani poslovni format) [17]. Globalizacija franšizinga je počela 1990ih godina kao rezultat push faktora (zasićenje domaćeg tržišta i visoko konkurentno domaće tržište) i pull faktora (mogućnosti za povećanje obima poslovanja na stranim tržištima i otvaranja stranih tržišta, posebno u zemljama u razvoju) [18].

3. METODOLOGIJA

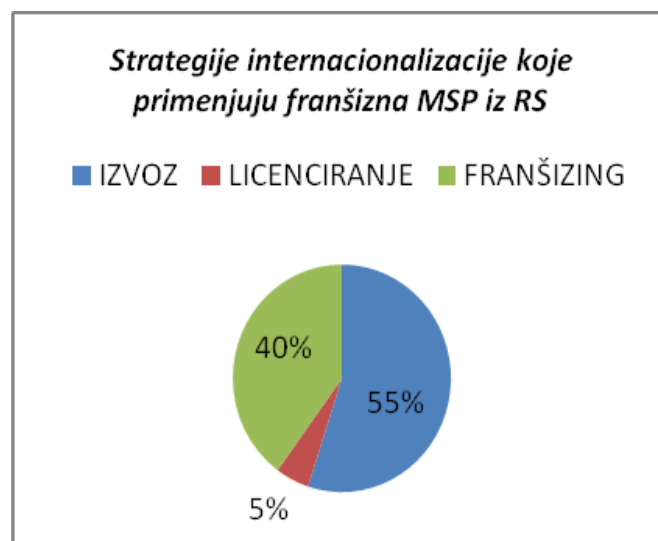
S obzirom na nedostatak istraživanja u oblasti strategije internacionalizacije franšiznih MSP, tokom dizajniranja istraživanja su konsultovani izvori i studije iz oblasti franšizinga, s jedne strane, strategija internacionalizacije, s druge strane i preduzetništva, s treće strane. Kako bi se sagledalo stanje franšizinga u Republici Srbiji, uviđa se potreba analize domaćih franšiznih preduzeća i njihove internacionalne aktivnosti putem franšizinga ili drugih strategija internacionalizacije. U radu su korišćene metode teorijskog i metode empirijskog istraživanja. Metoda deskripcije je korišćena za sagledavanje stanja i dinamike aktivnosti franšiznih MSP. Od značaja je i primena metoda analize i sinteze saznanja do kojih se došlo izučavanjem naučne i stručne literature autora koji su u najvećoj meri doprineli istraživanju oblasti strategija internacionalizacije MSP i franšizinga. Primarni podaci su prikupljeni anketiranjem franšiznih MSP, odnosno davaoca franšize iz Republike Srbije. Deskriptivna statistika, odnosno opisni statistički pokazatelji su korišćeni za analizu upotrebe franšizinga kao strategije internacionalizacije od strane franšiznih MSP u odnosu na druge strategije internacionalizacije.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Cilj rada je da se kroz analizu podataka prikupljenih empirijskim istraživanjem stekne uvid u strategije internacionalizacije koje primenjuju franšizna MSP iz Republike Srbije i ukaže na značaj franšizinga kao strategije internacionalizacije. Subjekti istraživanja su domaća franšizna mala i srednja preduzeća iz Republike Srbije. Analizom uzorka, uviđa se da polovinu franšiznih MSP iz Republike Srbije čine mala preduzeća, njih 16 od 32 od ukupnog broja analiziranih franšiznih MSP. U uzorku se nalazi i 7 mikro preduzeća, odnosno 21,9% i 9 srednjih preduzeća, odnosno 28,1% ukupnog uzorka. Posmatrano po sedištu, najveći broj franšiznih MSP je u Beogradu, čak 19 od ukupno 32 preduzeća, odnosno

59,4% od ukupnog uzorka. Tri franšizna preduzeća iz uzorka imaju sedišta u Novom Sadu, odnosno 9,4% ukupnog broja analiziranih preduzeća. U Nišu, Subotici i Čačku su sedišta po dva franšizna preduzeća iz uzorka, odnosno po 6,3%, dok se u sledećim gradovima nalaze sedišta po jednog analiziranog franšiznog preduzeća: Kragujevac, Arandelovac, Arilje i Novi Pazar. Dakle, može se zaključiti da su sedišta 3/4 analiziranih franšiznih MSP iz Republike Srbije u Beogradu, Novom Sadu i Nišu (75,1%).

Rezultati istraživanja pokazuju da se gotovo 2/3 analiziranih franšiznih MSP u RS odlučuje za nastup na inostranom tržištu, dok 37,5% posluje u okviru granica naše zemlje. Ispitanici su u upitniku mogli da se odluče za neku od ponuđenih strategija: franšizing, izvoz, licenciranje, zajedničko ulaganje, strategijska alijansa, strane direktne investicije ili da daju neki drugi odgovor. Na osnovu odgovora ispitanika, donosi se zaključak da u odnosu na ukupan broj analiziranih preduzeća 34,4% franšiznih MSP koristi izvoz, 25% franšizing i 3,1% licenciranje kao strategiju internacionalizacije. Posmatrano samo u okviru franšiznih MSP koja posluju internacionalno, više od polovine analiziranih preduzeća se odlučuje za izvoz svojih proizvoda na strano tržište, 40% primenjuje franšizing i 5% licenciranje. Na osnovu svega navedenog, može se zaključiti da franšizna MSP slabije primenjuju franšizing kao strategiju internacionalizacije (40% franšiznih MSP koja posluju internacionalno) u odnosu na druge strategije (izvoz i licenciranje koje pri obavljanju svojih internacionalnih aktivnosti koristi 60% franšiznih MSP) (Slika 1).



Slika 1. Strategije internacionalizacije koje primenjuju franšizna MSP iz RS.

Detaljnija deskriptivna analiza pokazuje da je sedišta najvećeg broja franšiznih MSP koja posluju internacionalno u Beogradu (31,25%). Posmatrano u okviru franšiznih MSP koja internacionalizuju svoje poslovanje putem franšizinga, čak 62,5% analiziranih preduzeća je iz Beograda (Tabela 1).

Tabela 1. Internacionalno poslovanje franšiznih MSP iz RS po sedištu.

		Procent
Franšizna MSP koja ne posluju internacionalno	Beograd	75%
	Niš	8.3%
	Novi Sad	8.3%
	Arandelovac	8.3%
	Ukupno	100%
Franšizna MSP koja primenjuju franšizing kao strategiju internacionalizacije	Beograd	62.5%
	Arilje	12.5%
	Čačak	12.5%
	Subotica	12.5%
	Ukupno	100%
Franšizna MSP koja primenjuju izvoz kao strategiju internacionalizacije	Beograd	45.5%
	Niš	9.1%
	Novi Sad	9.1%
	Kragujevac	9.1%
	Čačak	9.1%
	Subotica	9.1%
	Novi Pazar	9.1%
	Ukupno	100%
Franšizna MSP koja primenjuju licenciranje kao strategiju internacionalizacije	Novi Sad	100%

Na osnovu klasifikacije franšiznih MSP na mikro, mala i srednja, i sagledavanja internacionalnog poslovanja na osnovu tog kriterijuma, može se uvideti da od ukupnog broja franšiznih MSP koja primenjuju franšizing kao strategiju internacionalizacije čak 62,5% čine srednja preduzeća i 37,5% mala preduzeća. Stoga, zaključuje se da se veća preduzeća pre odlučuju za nastup na stranom tržištu korišćenjem franšiznog koncepta. U prilog tome govori i činjenica da se za izvoz kao strategiju internacionalizacije pre odlučuju mikro i mala preduzeća. Od ukupnog broja franšiznih MSP koja primenjuju izvoz za nastup na stranom tržištu, čak 81,8% su mikro i mala preduzeća (45,5% mala preduzeća i 36,4% mikro preduzeća) (Tabela 2.).

Tabela 2. Internacionalno poslovanje franšiznih MSP iz RS po veličini.

		Procent
Franšizna MSP koja ne posluju internacionalno	Mikro	25%
	Malo	58.3%
	Srednje	16.7%
	Ukupno	100%
Franšizna MSP koja primenjuju franšizing kao strategiju internacionalizacije	Malo	37.5%
	Srednje	62.5%
	Ukupno	100%
Franšizna MSP koja primenjuju izvoz kao strategiju internacionalizacije	Mikro	36.4%
	Malo	45.5%
	Srednje	18.2%
	Ukupno	100%
Franšizna MSP koja primenjuju licenciranje kao strategiju internacionalizacije	Malo	100%

Do sličnih zaključaka se došlo i u studijama sprovedenim u zemljama članicama Evropske unije. Treba istaći da su uvoz i izvoz dva najčešća načina za ulazak MSP na strana tržišta u zemljama članicama Evropske unije. Rezultati istraživanja koje je obuhvatilo 9.480 evropskih MSP pokazuju da 25% MSP u zemljama članicama EU27 uvozi, dok 29% MSP iz zemalja članica EU27 izvozi. S druge strane, tek 7% MSP u EU27 su uključena u neki oblik tehnološke kooperacije sa stranim partnerom, 7% MSP su podugovarači stranim partnerima, 7% ima strane podugovarače i 2% MSP iz EU27 su uključena u strane direktne investicije [19]. Analizom ranijih studija na temu internacionalnog franšizinga dolazi se do sledećih podataka. Rezultati analize sprovedene na 355 franšiznih preduzeća iz Francuske i 498 franšiznih preduzeća iz SAD-a pokazuju da 55,4% analiziranih preduzeća iz SAD-a posluje i internacionalno, dok 44,6% posluje samo na domaćem tržištu. Što se tiče ispitanika iz Francuske, 36,9% franšiznih preduzeća se odlučilo za internacionalno obavljanje poslovnih aktivnosti, dok čak 63,1% preduzeća posluje samo u okviru tržišta svoje zemlje [20].

Pored navedenog, istraživanje koje je sprovedeno 2005. godine u Kini je pokazalo da je od 130 analiziranih franšiznih preduzeća, tek 37% izabralo franšizing kao strategiju nastupa na stranom tržištu [21]. U zemljama u razvoju su studije na temu franšizinga najčešće uopštene, te se ističe neophodnost dubljih analiza, posebno sa globalnog aspekta. su u svojoj studiji sumirali objavljene radove na temu internacionalnog franšizinga od 1998. do 2005. godine i utvrdili su da je u tom periodu napisano ukupno 31 članak o internacionalnom franšizingu u zemljama u razvoju. Može se reći da je ovo posledica toga što je franšizing još uvek nedovoljno zastupljen kao strategija internacionalizacije MSP, u poređenju prvenstveno sa izvozom. Nekoliko studija je utvrdilo da MSP preferiraju strategije internacionalizacije kao što su izvoz i licenciranje, pri čemu je izvoz najčešće korišćen način ulaska MSP na strana tržišta [22].

5. ZAKLJUČAK

Globalno poslovanje preduzeća više opcija, već postaje obaveza preduzeća kako bi opstalo na tržištu. Mala i srednja preduzeća imaju manje mogućnosti za izlazak na strana tržišta, usled ograničenih finansijskih resursa. Franšizing se kao strategija internacionalizacije sve intenzivnije koristi na globalnom nivou, kako od strane multinacionalnih kompanija, tako i od strane malih i srednjih preduzeća. Rezultati istraživanja pokazuju da se gotovo 2/3 analiziranih franšiznih MSP iz Republike Srbije odlučuje za nastup na inostranom tržištu. Pri tome, više od polovine analiziranih preduzeća se odlučuje za izvoz svojih proizvoda na strano tržište, dok 40% primenjuje franšizing i 5% licenciranje. Rezultati pokazuju da se veća preduzeća pre odlučuju za nastup na stranom tržištu korišćenjem franšiznog koncepta. Od ukupnog broja franšiznih MSP koja primenjuju franšizing kao strategiju internacionalizacije čak 62,5% čine srednja preduzeća, dok od ukupnog broja franšiznih MSP koja primenjuju izvoz za nastup na stranom tržištu, čak 81,8% su mikro i mala preduzeća.

LITERATURA

- [1] Chung, H., Enderwick, P. (2001). An Investigation of Market Entry Strategy Selection: Exporting vs Foreign Direct Investment Modes-A Home-host Country Scenario. *Asia Pacific Journal of Management*, 18(4): 443-460.
- [2] Brothers, K. D., Nakos, G. (2004). SME Entry Mode Choice and Performance: A Transaction Cost Perspective. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28: 229-247.
- [3] McDougall, P.P., Oviatt, B.M., Shrader, R.C. (2003). A comparison of international and domestic new ventures. *Journal of International Entrepreneurship*, 1(1): 59-82.
- [4] Cateora, P., Graham, J. (2007). *International marketing*. McGraw-Hill /Irwin.
- [5] Bell, J., McNaughton, R.B., Young, S., Crick, D. (2003). Towards an integrative model of small firm internationalization. *Journal of International Entrepreneurship*, 1: 339-362.
- [6] Hisrich, R., Peters, M., & Shepherd, D. (2005). *Entrepreneurship*. New York: McGraw Hill Higher Education.
- [7] Kretinina, A., Anokhin, S., Wincent, J. (2020). Exploring the antecedents of franchise internationalization, *Journal of Business Research* 112, pp. 422–430
- [8] Barthelemy, J. (2008). Opportunism, knowledge, and the performance of franchise chains. *Strategic Management Journal*, 29(13), 1451–1463.
- [9] Wang, C. L., Altinay, L. (2008). International franchise partner selection and chain performance through the lens of organisational learning. *The Service Industries Journal*, 28(2), 225–238.
- [10] Rosado-Serrano, A., Paul, J., Dikova, D. (2018). International franchising: A literature review and research agenda. *Journal of Business Research*, 85, 238–257.
- [11] Lopez-Bayon, S., Lopez-Fernandez, B. (2016). Partner empowerment and relationship failure in franchising. *Journal of Small Business Management*, 54(4), 1059–1079.
- [12] Brouthers, K.D., Hennart, J.F. (2007), Boundaries of the firm: insights from international entry mode research, *Journal of Management*, Vol. 33 No. 3, pp. 395-425.
- [13] Kogut, B., Zander, U. (1993), Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation, *Journal of International Business Studies*, Vol. 24 No. 4, pp. 625-645.
- [14] Hennart, J.F. (2010), Transaction cost theory and international business, *Journal of Retailing*, Vol. 86 No. 3, pp. 257-269.
- [15] Czinkota, M., Ronkainen, I. (2010), *International Marketing*, South-Western Cengage Learning, Mason, IA.
- [16] Cavusgil, S., Knight, G., Riesenberger, J. (2008), *International Business: Strategy, Management, and the New Realities*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- [17] Madanoglu, M., Alon, I., Shoham, A. (2017), Push and pull factors in international franchising, *International Marketing Review*, Vol. 34 No. 1, pp. 29-45.
- [18] Alon, I., Apriliyanti, I., Parodi, M. (2020). A systematic review of international franchising, *Multinational Business Review*, Emerald Publishing Limited.
- [19] European Commission (2010). *Internationalisation of European SMEs, Final Report*. European Commission: Entrepreneurship Unit, Directorate-General for Enterprise and Industry.
- [20] Perrigot, R., López-Fernández, B., Eroglu, S. (2013). Intangible Resources and Plural Forms Drivers of Franchise Internationalization: Examination within a Two-Country Perspective. *Journal of Small Business Management*, 51(4): 557-577.
- [21] Zhu, M., June Wang, Z., Rose Quan, H. (2011). A Study on the Key Factors Influencing International Franchisors' Choice of Entry Modes into China. *Frontiers of Business Research in China*, 5(1): 3-22.
- [22] Welsh, D.H.B., Alon, I., Falbe, C.M. (2006). An Examination of International Retail Franchising in Emerging Markets. *Journal of Small Business Management*, 44(1): 130-149.



ORGANIZACIJA MARKETINGA KAO POSLOVNE FUNKCIJE U USLOVIMA KRIZE I TRŽIŠNE NEIZVESNOSTI

ORGANIZATION OF MARKETING AS A BUSINESS FUNCTION IN CONDITIONS OF CRISIS AND UNCERTAINTY IN THE MARKET

Ljiljana Stošić Mihajlović, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.

Sadržaj – Za razliku od svih dosadašnjih globalnih ekonomskih kriza koje su potresale svet, a koje su nastajale usled anomalija u privrednoj strukturi, najnovija svetska ekonomska kriza nastaje pred našim očima, kao posledica zaraze virusom COVID-19. Kada sve jednom prođe, kada se prebroje žrtve, onda na red dolazi prava žrtva, ovoga puta ekonomska. Predmet istraživanja ovog rada odnosi se na organizaciju funkcije marketinga u okviru organizacione strukture preduzeća, ali u posebnim i specifičnim situacijama krize i tržišne neizvesnosti. Naime, za savremene uslove poslovanja imanentna karakteristika je opšta neizvesnost i kriza. U radu se ukazuje da je prava svrha organizacija koje posluju u nesigurnim uslovima okruženja – orijentacija ka kupcu i stvaranje vrednosti za tržište, jer se kao rezultat takvog nastojanja ostvaruje profit. Elementi koji se odnose na satisfakciju i lojalnost kupaca, profitabilnost kupaca i njihovo zadržavanje, jesu bitne odrednice modifikovanja organizacije poslovne funkcije marketinga u uslovima krize.

Ključne reči: Organizacija. Marketing. Poslovne funkcije. Tržište. Krizni menadžment.

Abstract - Unlike all previous global economic crises that have shaken the world, and which have arisen due to anomalies in the economic structure, the latest world economic crisis is emerging before our eyes, as a consequence of infection with the COVID-19 virus. Once everything is over, when the victims are counted, then it is the turn of the real victim, this time economically. The subject of research of this paper refers to the organization of the marketing function within the organizational structure of the company, but in special and specific situations of crisis and market uncertainty. Namely, for modern business conditions, the immanent characteristic is the crisis. The paper points out that the real purpose of organizations that operate in uncertain environmental conditions - customer orientation and creating value for the market, because as a result of such efforts, profit is made. Elements related to customer satisfaction and loyalty, customer profitability and their retention, are important determinants of modifying the organization of the business function of marketing in times of crisis.

Key words: Organization. Marketing. Business functions. Market. Crisis management.

1. UVOD

Krize u poslovnim sistemima su neplanirani, pa samim tim i neželjeni procesi, na koje se ograničeno može (i mora) delovati. Ishod krize je ambivalentan, može da znači uništenje ali i/ili restituciju sistema. S tim u vezi, krizni menadžment pruža mogućnost pozitivnog delovanja na krizu, u smislu da se kriza u posovanju iskoristi kao šansa za promenu ka novom pozicioniranju na tržištu, sa namerom da se tako savlada kriza, ili da bi se ostvarila održiva konkurentska prednost. U organizaciji marketinga kao poslovne funkcije, na čijem se celu nalaze marketing menadžeri, najvažniji zadatak je postaviti organizaciju marketinga tako da je uvek orijentisana ka tržištu u cilju predviđanja u kom pravcu će se kretati potrošačka tražnja. Permanentna orijentacija ka tržištu potrošača je najvažniji aspekt strategije uspešnih preduzeća. Drugačije rečeno, marketing napor mora biti organizovan. Bez obzira

da li se radi o malom ili velikom preduzeću, sa visokom ili stagnantnom tehnologijom, u oblasti proizvodnje ili u oblasti pružanja usluga, da li su u pitanju privredne ili vanprivredne delatnosti, jedan od uslova za uspešan marketing, pa time i opstanak preduzeća u kriznim situacijama jeste inteligentna organizacija u smislu spremnosti na modifikaciju i prilagođavanje. Ovaj pojam je upotrebljen sa namerom da se opiše organizacija koja se brzo menja, koja se prilagođava promenjenim uslovima iz okruženja i koja stalno uči.

2. NEOPHODNOST (RE)ORGANIZOVANJA MARKETINGA U VREMENU KRIZE

Tokom vremena i razvoja funkcija marketinga je prerasla od jednostavne funkcije prodaje u veoma kompleksan skup poslovnih aktivnosti. U uslovima krize, kao što su trenuti uslovi poslovanja u uslovima COVID-19, posebno je važno pitanje tržišnog pozicioniranja. Tržišno pozicioniranje

zahteva od firme da razvije ideju koju vrstu ponude da predstavi ciljnom tržištu, posmatrano u odnosu na ponudu konkurenata. Mora se istražiti tržište s namerom da se otkrije šta konkurenti pružaju kupcima na tržištu, kao i šta kupci stvarno žele. Na bazi rezultata tih istraživanja, marketing menadžeri mogu da odabere organizaciju koja će da sledi strategiju. Sigurno je da preduzeće može pokušati da na razne načine postigne očekivanu tržišnu poziciju, ali su kupci ona snaga koja konačno odlučuje koju će poziciju preduzeće da zauzme.

Nakon odabrane organizacije koja treba da konsoliduje sector marketinga, menadžeri biraju poziciju koju žele da preduzeće zauzme, a onda se kreće sa razvojem marketing MIKS-a koji će mu pomoći da ostvari superiornu tržišnu poziciju. Izbor odgovarajuće marketing programa je ključni element uspeha preduzeća u uslovima krize. Uporedo s tim, važno je redefinisati politiku cena, proveriti uspešnost kanala distribucije i proveriti mogućnost korišćenja pojedinih medija privredne propaganda i komuniciranja sa ciljnom javošću.

Izbor ciljnih tržišta i u uslovima krize kao aspekt procesa strategijskog marketinga uključuje sledeće korake:

1. Razvoj odgovarajućeg marketing MIKS-a, i
2. Formiranje budžeta.

Kada menadžment odluči u vezi sa strategiji pozicioniranja, spremno je da počne sa planiranjem detalja marketing MIKS-a. Inače, Marketing MIKS je jedan od glavnih koncepta u modernom marketingu. Kotler [1] ga definiše kao "skup kontrolisanih taktičkih marketing sredstava koja firma kombinuje da bi izazvala reakciju koju želi na ciljnom tržištu. Marketing MIKS se sastoji od svega što firma može da uradi, da utiče na tražnju za svojim proizvodom." Inače, marketing MIKS koncept obuhvata 4 osnovne varijable koje preduzeće stalno menja i prilagođava trenutnim uslovima na tržištu, to su: Proizvod; Cena; Promocija; Fizička distribucija. Ovaj koncept je rezultat napora preduzeća da izađe u susret potrebama kupaca, to je ono što kupac dobija od preduzeća i to je ono što kupac prvo sagleda kao posmatra preduzeće i njegovu ponudu. Konačno, ova četiri elementa čine glavnu odrednicu preduzeća kao poslovnih sistema, jer od načina njihovog kombinovanja zavisi tržišna i finansijska pozicija preduzeća kao poslovnih sistema.

Međutim, čak ni u istoj grani privredne delatnosti ne mogu da se nađu dva preduzeća, koja su prihvatila marketing koncept, ne moraju (obično) i nemaju istu formu organizacije aktivnosti marketinga. Prema Adižesu [2] čak i jedno te isto preduzeće u različitim periodima svog ciklusa i razvoja ima različitu organizacionu strukturu. Ako se pođe od stanovišta da organizacija marketinga u velikoj meri zavisi od odnosa proizvod-tržište, moguće su 4 forme organizacije (slika 1). Kada se radi o preduzeću koje ima homogen proizvodni program i nastupa na jednom tržištu, odgovara funkcionalna struktura marketinga. Preduzeću koje ima homogen proizvodni program ali ga prodaje na više tržišta, odgovara teritorijalna (po geografskim teritorijama ili po tržištima) organizaciona struktura. Preduzeću koje ima diverzifikovan proizvodni program a prodaje ga na jednom tržištu, odgovara princip organizovanja marketinga po proizvodima. Konačno, kada je proizvodni program diferenciran, preduzeće nastupa na više tržišta, a uz to je i odgovarajućih dimenzija, treba sledi tzv. divizionu organizaciju marketinga. Naime, pored

manjeg broja aktivnosti marketinga koje se mogu obavljati na nivou preduzeća, većina marketing aktivnosti treba da se obavlja u svakoj organizacionoj jedinici, koja može imati značajan stepen poslovne samostalnosti, pa i status strateške poslovne jedinice.

TRŽIŠTE	PROIZVOD	
	JEDAN	VIŠE
JEDNO	Funkcionalna	Po proizvodima
VIŠE	Teritorijalna	Po organizacionim jedinicama

Slika 1. Organizacija marketinga u zavisnosti od odnosa proizvod-tržište.

Prikazane forme organizacije marketinga označavaju se, kako u teorijskom tako i u praktičnom pogledu, kao klasične forme reagovanja organizacije na krizu. Pored njih, u novije vreme raspravlja se o nekoliko novih principa organizacije. U okviru ovih formi organizacije iskristalisali su se poslovni procesi i projekti kao kriterijumi za oblikovanje organizacije u preduzeću (organizacija poslovnih procesa odnosno organizacija projekta). Pored toga, novo je bavljenje sa fenomenom modularnog i virtuelnog preduzeća. Pri tom se modularna organizacija odnosi na organizaciono uređenje unutar preduzeća, dok je kod virtuelnog preduzeća u prvom planu zamisao mreže od više preduzeća. Na kraju, javlja se jedna forma saradnje - menadžment kategorije proizvoda, koja ukazuje na nove puteve organizacione saradnje proizvođača i trgovine.

3. ODNOSI MARKETINGA I DRUGIH POSLOVNIH FUNKCIJA U VREMENU KRIZE

Aktivnosti marketinga moraju biti tesno koordinirane jedna sa drugom, sa aktivnostima u okviru drugih funkcionalnih područja, kao i sa sredinom, odnosno okruženjem u kome preduzeće posluje.

Nekoordiniranost aktivnosti u okviru samog sektora marketinga često je jedan od glavnih uzroka nezadovoljstva potrošača, što se nepovoljno odražava na uspeh poslovanja preduzeća i njegovu poziciju u privrednoj strukturi zemlje. Unutar sektora marketinga moraju se često praviti kompromisi. Na primer, kada je uveden nov proizvod, koji je po definiciji jedini generator rasta i razvoja preduzeća, postoji ograničen iznos budžetskih sredstava za alokaciju na propagandu, promociju prodaje ili ličnu prodaju. Grupa za propagandu možda želi da poveća domet i frekvenciju oglasa u časopisima, a rukovodilac prodaje možda želi da doda veći broj prodavaca. Kada je obezbeđena koordinacija svih aktivnosti unutar marketinga, onda je lakše primeniti drugi aspekt integralnog marketinga - koordinaciju marketinga sa ostalim poslovnim funkcijama u preduzeću, obezbediti tzv. horizontalnu koordinaciju.

U principu, sve funkcije preduzeća treba harmonično međusobno da sarađuju u ostvarivanju cilja preduzeća kao celine. Učesto praksi, često međusektorski odnosi se nađu u odnosu velikih rivalstava i nepoverenja. Neki međusektorski sukobi potiču od razlika u mišljenjima, kao što su šta je u najboljem interesu preduzeća, a neki iz realne neravnoteže

između profitabilnosti određenog sektora i profitabilnosti preduzeća u celini. Međutim, u tipičnoj organizaciji, svaka poslovna funkcija ima potencijalni uticaj na satisfakciju kupca. Prema marketing konceptu, svi sektori treba da u fokusu misle na kupca i sarađuju da bi zadovoljili potrebe i očekivanja kupca.

4. STVARANJE VREDNOSTI ZA POTROŠAČA

Tržište čine samo ljudi sa njihovom kupovnom moći i spremnosti da novac potroše na kupovinu roba/usluga.[3] Ukupna kupovna moć je funkcija sadašnjeg dohotka, cena, ušteda i raspoloživosti kredita. Otuda glavni ekonomski elementi marketing sredine, uključujući privredne cikluse, su potrošačev dohodak i njegova spremnost da ga koristi. Ove ekonomske faktore preduzeće ne može da kontroliše, ali oni sigurno imaju uticaj na njegovo poslovanje. Ono na šta preduzeće može da utiče u uslovima krize, to je da se prilagodi uslovima tržišta i u tom kontekstu u okviru koncepta savremenog marketinga kreira što veću vrednost za potrošače. Potrošači bi u funkciji sadašnjeg dohotka kojim raspolažu i cena trebalo da dobiju vrednost koja bi zadovoljila njihovu satisfakciju. Na taj način, oni dobijaju veću lojalnost prema preduzećima koja primenjuju ovakav koncept marketinga. Marketing okrenut prema potrebama savremenog potrošača predstavlja novi pristup tržišno orijentisanih preduzeća. Pri tome, novi koncept se bitno razlikuje od klasičnog pristupa, reč je o poslovnom pristupu čiji se osnovni cilj ogleda u stvaranju održive konkurentske prednosti preduzeća kroz proces stvaranja i pružanja vrednosti potrošačima, što je posebno važno u uslovima krize.

Da bi se efikasno implementirao navedeni marketing pristup neophodno je da firma poseduje inovativnost i sposobnost razumevanja potrošača. Definisanje vrednosti je prvi korak koncepta marketinga savremenog potrošača koji je fokusiran ka identifikaciji i stvaranju vrednosti za potrošača. Identifikovanje potreba je karika koja spaja preduzeće i potrošača na način koji obezbeđuje održivu konkurentsku prednost uz ostvarivanje superiorne finansijske pozicije. U tom kontekstu je bitna satisfakcija potrošača kroz uočavanje potrošačkih potreba i želja.

Kreiranje vrednosti za potrošača jeste drugi element koncepta marketinga savremenog potrošača. Ključ efikasnog procesa stvaranja vrednosti na tržištu predstavlja identifikacija organizacionih resursa stvaranja vrednosti u koje možemo ubrojati: zaposlene, tehnološki napredak i kapital. Raspoloživost ovih resursa presudno utiče na zadovoljenje potreba potrošača i ostvarivanje profita. Osnovu ovog procesa čine inovacije. U modelu marketinga savremenog potrošača, inovacije predstavljaju osnovni izvor pružanja prave vrednosti potrošačima. U mnogim organizacijama inovacije se posmatraju odvojeno od marketing sektora. Međutim, marketing savremenog potrošača upravo povezuje inovacije i marketing u jedinstvenu celinu, smatrajući ih ključnim elementima zadovoljenja potreba potrošača. Inovacije i marketing se ne smeju sprovesti odvojeno, već moraju predstavljati integralni deo poslovne strategije preduzeća posebno u uslovima krize.

Postoji veći broj komponenata koje imaju značajan uticaj u stvaranju vrednosti za kupca, posebno u uslovima krize.

Najvažniji elementi odnose se na razvoj novih proizvoda, stvaranje snažnog brenda, pozicioniranje proizvoda i formiranje adekvatnih cena proizvoda a sve to praćeno oglašavanjem, publicitetom i privrednom propagandom. Međutim, najveći značaj pri stvaranju vrednosti za kupca odnosi se na inovacije, zato što inovacije predstavljaju osnov za uspešnu primenu ostalih elemenata koji utiču na stvaranje vrednosti za kupca.

Prednost prvog ulaska na tržište u uslovima recesije se može održati samo ukoliko konkurenti nisu u stanju da razviju nove, efikasnije proizvode, ili da imitiraju postojeće inovacije. Inovacije se ne smeju posmatrati kao serije individualnih projekata, već kao kontinuirano istraživanje mogućnosti poboljšanja poslovnih rezultata. Inovacije su izvor organizacionog rasta preduzeća. One mogu dovesti do stvaranja jakih brendova na kojima se gradi lojalnost potrošača. Inovacije mogu poticati kako iz sektora za istraživanje i razvoj, tako i sa samog tržišta. Mnoga preduzeća slede procesno-orijentisan pristup stvaranju inovacija, dok druga preduzeća prikupljaju ideje za inovacije istraživanjem stavova svojih potrošača. Koncept marketinga savremenog potrošača smatra da se ova dva pristupa ne smeju sagledavati odvojeno, već se moraju istovremeno koristiti i međusobno dopunjavati kako bi se efikasno zadovoljile potrebe potrošača.

U krizni uslovima je poželjno proširenje postojeće linije proizvoda, a manje stvaranje novih linija na bazi novih inovacija. Proširivanje postojeće linije proizvoda se može svrstati u inovaciju srednjeg stepena rizika. Uobičajena strategija u kreiranju veće vrednosti potrošačima se zasniva na nudi šireg izbora proizvoda. U kriznim situacijama, najveći nivo rizika nose inovacije koje su nove kako za preduzeće tako i za potrošače. Uspešne inovacije iz ove grupe se obično kreiraju primenom novih tehnologija. One su takođe poznate kao diskontinualne inovacije. Izuzetno su skupe, zbog čega je i izražen visok rizik njihovog uspeha na tržištu.

Brend proizvoda takođe igra važnu ulogu u procesu stvaranja vrednosti za kupca u uslovima krize. U početku je robna marka predstavljala jednostavno način identifikacije proizvoda ili proizvođača. Međutim, sa razvojem marketing orijentacije, marka je dobila novo značenje. Danas se o robnoj marki razmišlja kao o entitetu potrošača, koji mu obezbeđuje miks racionalnih i društvenih vrednosti. Uspeh marke na tržištu zavisi pre svega od razumevanja stavova potrošača. Istraživanje stavova potrošača je preduslov stvaranja i opstanka uspešnih marki proizvoda. Važno je da preduzeća shvate način na koji se brend može izgraditi. U periodu proizvodne i prodajne orijentacije smatralo se da se kvalitetna marka proizvoda može izgraditi isključivo kroz aktivnosti tržišnog komuniciranja, pre svega advertajzingom dok se danas smatra da na stvaranje jakih brendova utiču i faktori kao što su partnerske alijanse ili personal preduzeća.

Važan faktor kreiranja vrednosti za potrošača u nesigurnim uslovima okruženja je i pozicioniranje proizvoda. Ponuđači proizvoda i usluga pokušavaju diferencirati svoj proizvodni program naglašavanjem karakteristika za koja smatraju da će bolje ispuniti potrebe potrošača u odnosu na konkurentske proizvode. Isti proizvod se za različite tržišne segmente može pozicionirati na različite načine.

Takođe, cena kao varijabla marketing MIKS-a je indikator vrednosti i kvaliteta, te zbog toga ima važnu ulogu u procesu stvaranja vrednosti za potrošača u kriznim situacijama. Cena proizvoda ili usluge je tržišni izraz vrednosti robe.[4] Ona značajno utiče na pozicioniranje brenda. Ona je važan izvor konkurentске prednosti preduzeća. Takođe i povećanje profitabilnosti se može postići odgovarajućom strategijom cena, sniženjem troškova ili ekonomijom obima. Za preduzeće je veoma bitno da kreira odgovarajuću strategiju cena u uslovima krize. Ona uključuje troškove, ciljeve, ograničenja, strategiju niskih ili srednjih cena, konkurentске strategije cena i istraživanje potrošača. Rezultat procesa donošenja odluka o cenama u velikoj meri utiče na rezultate poslovanja preduzeća u uslovima krize.

Tržišno komuniciranje je nužan, ali ne i dovoljan uslov pružanja vrednosti potrošačima. Nakon upoznavanja potrošača sa proizvodom koji firma nudi, potrebno je usmeriti marketing napore ka prodaji datog proizvoda. Marketing orijentacija ne podrazumeva jednostavnu prodaju proizvoda potrošačima, već uspostavljanje dugoročnih odnosa. Preduzeće mora da razvije strategiju pružanja usluga potrošačima, što je posebno karakteristično za uslove opadanja privredne aktivnosti kao što je to slučaj u kriznim vremenima. Primena ove strategije podrazumeva ne samo odnose koji su povezani sa transakcijama kupaca, već takođe i pružanje postprodajnih usluga. U takvim uslovima, preduzeće nije orijentisano samo na tekuće transakcije, već i na stvaranje baze lojalnih kupaca. Pružanje vrednosti potrošačima kao finalni korak koncepta marketinga savremenog potrošača jasno ukazuje na činjenicu da su tržišno komuniciranje i marketing dve nezaobilazne aktivnosti svakog marketinški orijentisanog preduzeća. Kvalitet sprovođenja ovih aktivnosti je ključ poverenja i stvaranja lojalnosti kupaca. Jer, samo sprega ovih elemenata čini osnovu dugoročnog razvoja savremenog marketing koncepta preduzeća.

Da bi moglo da ostvariti proširenje asortimana i rast prihoda u uslovima krize, preduzeće mora da identifikuje segmente tržišta za koje se ti proizvodi ili usluge kreiraju. Posle identifikacije i orijentacije na ciljne segmente sledi postavljanje ciljeva i određivanje merila performansi koja će služiti za ocenu njihove realizacije. Prema Kaplanu i Nortonu u prvu grupu svrstavaju se: merila tržišnog učešća; merila zadržavanja postojećih potrošača; merila sticanja novih potrošača; merila satisfakcije potrošača; merila profitabilnosti potrošača. Drugu grupu čine sledeća merila performansi: obeležja proizvoda/usluga; odnos sa potrošačima.[5] Reč je o pokazateljima koji opredeljuju satisfakciju potrošača i veće tržišno učešće. Za preduzeća koja posmatraju perspektivu kupaca karakteristično je da se proces stvaranja vrednosti ne postavlja na osnovu tradicionalne formule gde on počinje inputom i završava se outputom“.[6] U istraživanju satisfakcije i lojalnosti potrošača, input za stvaranje outputa, dolazi i od kupaca odnosno iz interakcije sa kupcima koje preduzeće vidi kao partnere. Tako, preduzeće proširuje svoje znanje i kompetencije i uvećava kvalitet svojih inputa. Ovo ukazuje na to da kada preduzeće stvori superiornu vrednost za kupca shodno izraženoj satisfakciji, ono istovremeno generiše znanje iz svog outputa usmereno na stvaranje vrednosti za kupca. U tom kontekstu, na bazi informacija dobijenih pomoću postupaka i metoda merenja satisfakcije i lojalnosti kupaca, mogu se preduzeti određene promene ključnih strategija upravljanja kupcima, kao što su alokacija

resursa i nivo usluga, formirane cena, brend proizvoda ili usluge, a sve u funkciji povećanja ukupnih performansi preduzeća u uslovima tržišne neizvesnosti uslovljene dešavanjem u okruženju.

ZAKLJUČAK

Krize preduzeća su neplanirani i neželjeni procesi na koje se po pravilu može uticati poslovnim strategijama. U kontekstu savremenog pristupa marketingu prilagođenog uslovima krize zauzima centralno mesto.

Krizni menadžment nudi mogućnost pozitivnog uticaja na krizu, tj. da se kriza iskoristi kao šansa za promenu ka novom pozicioniranju preduzeća. Neophodan je integralni pristup kriznog menadžmenta, strategija i prilagođavanja organizacione strukture preduzeća u celini i posebno marketinga kao poslovne funkcije. U suštini, recesija je manje optimistička faza privrednog ciklusa, period tokom kojeg preduzeća smanjuju proizvodnju, nezaposlenost raste a opada opšta kupovna moć. Zbog smanjene kupovne moći, mnogi potrošači postaju više cenovno osetljivi. Stručnjaci za marketing treba da razmotre primenu savremenog koncepta marketinga i revidiranje njihovih marketing aktivnosti tokom kriznog perioda. U ovom radu se konstatuje da je u uslovima krize potrebno kreirati odgovarajući marketing MIKS. Takođe, neophodno je obavezno merenje satisfakcije kupaca, ispitivanje stavova i namera kupaca, u vezi sa postojećim ili prilagođenim asortimanom u uslovima krize. Iz istraživanja u ovom radu proizilaze moguća organizaciona rešenja marketinga u kriznim vremenima koje se odnose na povlačenje preduzeća sa slabih tržišta, razmatranje ulaska na nova tržišta, sticanje konkurentskih prednosti i dr. Ove strategije su povezane sa strategijama izbora marketing programa u uslovima krize, koji se odnose na strategiju proizvoda, strategiju cena, strategiju distribucije i strategiju promocije.

LITERATURA

- [1] Kotler, P., & Armstrong, G. (1996). *Principles of Marketing* (7th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- [2] Adižes, I., (2001). *Upravljanje životnim ciklusima preduzeća. Kako i zašto preduzeća rasu i umiru i kako ih lečiti*. Data, Beograd
- [3] Stošić Mihajlović, Lj., (2017). *Tržište, troškovi i cene. Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje*.
- [4] Stošić Mihajlović, Lj., (2016). *Marketing. Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje*.
- [5] Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2003). *The Strategy Maps*. Boston: Harvard Business School Press.
- [6] Komnenić, B., & Lukić, R. (2010). *Karakteristike preduzeća usmerenih ka stvaranju superiorne vrednosti za kupce i ostale stakeholdere. Škola biznisa*(1), 53.

ZNAČAJ “HIGIJENE NOVCA” U PANDEMIJI COVID-19

THE IMPORTANCE OF THE “HYGIENE OF MONEY” DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Srđan Tasić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*
Nemanja Tasić, *student Biološki fakultet, Studentski trg 16, Beograd.*
Irena Tasić, *Visoka škola akademskih studija “Dositej”, Nušićeva 12a, Beograd.*

Sadržaj – U Republici Srbiji je do sredine novembra 2020. godine testirano 1.519.315 osoba od kojih je kod 87.381 slučajeva potvrđeno prisustvo SARS-CoV2. Procenat smrtnosti iznosi 1.18%. U pandemiji COVID-19 novac predstavlja visokorizično sredstvo u transmisiji SARS-CoV2 zbog čega “Higijena novca” ima ogroman značaj u borbi protiv ove smrtonosne bolesti. Stav Narodne banke Srbije (NBS) je da bi tretiranje novčanica različitim hemijskim, dezinfekcionim sredstvima rizikovalo njegovo oštećenje, nakon čega novac više ne bi mogao da se koristi. Suprotno ovom stavu je stav Kineske banke koja je komercijalnim bankama naredila da se sve novčanice sa visokim nivoom izloženosti epidemiji povuku iz opticaja kako bi se uništile ili dezinfikovale. SARS-CoV2 je otkriven i u uzorcima stolice kod pacijenata sa simptomima COVID-19 ali i kod asimptomatskih slučajeva oboljevanja što potvrđuje i mogućnost fekalno-oralnog puta prenošenja. Mogućnost fekalno-oralnog prenošenja SARS-CoV2 putem novca značajno raste na jugu Srbije, ko je sa većinskim muslimanskim stanovništvom, gde se ljudi ispiraju posle velike nužde. Na ovo treba dodati značajan broj izbeglica i migranata iz islamskih zemalja. Prosečan poluživot SARS-CoV2 je 6,8 sati na plastici i 5,6 sati na čeliku. Dokazano je i da na ovim površinama SARS-CoV2 zadržava infektivnost i do 28 dana (pod određenim uslovima, npr. u mraku i na sobnoj temperaturi). Na bakru SARS-CoV2 nije infektivan nakon četiri sata. Novčanice izložene temperaturi od 70°C, u trajanju od jednog sata, su bezbedne za upotrebu. Ultraljubičasto (UV) zračenje talasne dužine 253,4 nm je pogodno i za dezinfekciju novčanica. Držanje novca u karantinu od četrnaest dana predstavlja rešenje kojim se izbegava potencijalno oštećenje novca hemijskim i fizičkim metodama dezinfekcije. Zbog naglog pogoršanja epidemiološke situacije u Srbiji neophodno je hitno otpočinjanje dezinfekcije novca što je postala uobičajna praksa u mnogim državama.

Ključne reči: Higijena. Novac. SARS-CoV2. COVID-19.

Abstract - By mid-November, 2020, a total of 1,519,315 people have been tested in the Republic of Serbia and in 87,381 cases the presence of SARS-CoV2 could be confirmed whereby the death rate has been 1.18%. In midst of the COVID-19 pandemic, the circulation of money is a high-risk transmission mode of SARS-CoV2 which is why the issue of the “hygiene of money” is very significant in the fight against this lethal disease. The official viewpoint of the National Bank of Serbia (NBS) is that the treatment of bank notes with different chemical disinfectants would damage bank notes, thus preventing further usage. Contrary to this opinion, the Chinese bank has requested that all commercial banks in China should withdraw bank notes exposed to a high circulation rate and either destroy them or disinfect them. SARS-CoV2 RNA has been detected in the stool samples of patients with COVID-19 symptoms as well as in asymptomatic cases which confirms the possibility of faecal-oral transmission. The possibility of such transmission of SARS-CoV2 via money is growing considerably in the south of Serbia with a majority of Muslim population who have their specific toilet etiquette. In addition, the number of refugees and migrants from Islamic countries is considerable. The average half-life of SARS-CoV2 is 6.8 hours on plastic surfaces and 5.6 hours on steel. The fact that even on these surfaces, SARS-CoV2 can be infectious up to 28 days has been confirmed as well (in certain conditions, e.g. in the dark and at room temperature). After four hours, on copper SARS-CoV2 is no longer infectious. Bank notes exposed to a temperature of 70°C for one hour are safe to use. Ultraviolet rays (UV) of a wave length of 253.4 nm is also useful in the disinfection of bank notes. Holding money in quarantine for fourteen days is a solution which would prevent potential damaging of money if disinfected chemically or physically. Due to the sudden worsening of the epidemic situation in Serbia, the urgent commencing of the disinfection of money, a regular practice in many countries, is necessary.

Key words: Hygiene. Money. SARS-CoV2. COVID-19.

1. UVOD

SARS-CoV2 (teški akutni respiratorni sindrom korona virus-2) je zarazni virus prouzrokovatelj pandemijske bolesti koja je nazvana COVID-19.

U Republici Srbiji je od početka epidemije do sredine novembra testirano 1.519.315 osoba od kojih je kod 87.381 slučaja potvrđeno prisustvo SARS-CoV2. Procenat smrtnosti iznosi 1,18 %.

Novac spada u grupu tzv. predmeta opšte upotrebe jer pri upotrebi dolazi u neposredan kontakt sa kožom [1]. Zbog ovoga novac predstavlja potencijalno visoko rizično sredstvo u širenju infekcije tokom pandemije.

Stav Narodne banke Srbije (NBS) je da bi tretiranje novca različitim hemijskim, dezinfekcionim sredstvima rizikovalo njegovo oštećenje, nakon čega on ne bi više mogao da se koristi. Opravdanje za ovakav stav NBS nalazi u tome da je veoma teško dezinfikovati veliki broj novčanica u opticaju kao i da bi se rizik prenošenja virusa javljao posle svake nove razmene novčanica među ljudima [2]. Suprotno ovom stavu je stav Kineske banke koja je naredila komercijalnim bankama da se sve novčanice sa visokim nivoom izloženosti epidemiji povuku iz optičaja kako bi se uništile ili dezinfikovale. S tim u vezi središnja kineska banka u Guangdžou najavila je da će uništiti sav novac koji su prikupile bolnice, autobusi i tržišni centri na područjima pogođenim korona virusom kako bi se smanjila zaraza [3]. Za potrebe dezinfekcije novčanica tokom epidemije Centralna banka Kine je za potrebe dezinfekcije novčanica koristila visoke temperature i/ili UV zračenje. Pasivna borba protiv Covid-19 podrazumeva da se novac iz optičaja sukcesivno "stavljao u karantin" i to u trajanju od četrnaest dana što podrazumeva da su se u tom periodu koristile isključivo nove novčanice [4]. Na Tajlandu menjačnice u Bangkoku, u turističkim delovima grada, novac smeštaju takođe u karantin. Slične mere se preduzimaju i u Južnoj Koreji.

2. SARS-CoV2 NA PAPIRU, PLASTICI I METALU

Sredinom marta 2020. godine u uglednom medicinskom naučnom časopisu objavljeni su prvi rezultati ispitivanja o tome koliko SARS-CoV2 "preživljava" u aerosolu i na različitim površinama (plastika, papir, bakar, nerđajući čelik) [5]. Rezultati ovih istraživanja su pokazali da je ovaj virus dobro opstaje na plastici i na nerđajućem čeliku (rostfaj, inox, edelstahl). Prosečan poluživot SARS-CoV2 je 6,8 sati na plastici i 5,6 sati na čeliku. Dokazano je i da na ovim površinama može opstati i duže od tri dana. Rad je pokazao da SARS-CoV2 nije infektivan nakon četiri sata na bakru, niti duže od 24 sati na papiru.

Naknadna istraživanja su, međutim, pokazala da ovaj korona virus na sobnoj temperaturi i u mraku može "preživeti" čak i 28 dana i to na pojedinim neporoznim površinama kao što je nerđajući čelik i beležnice sa papirnim ili raznim plastičnim koricama [6].

Novčanice se širom sveta uglavnom izrađuju od papira dok u pojedinim državama (Kanada, Australija) bivaju zamjenjene plastičnim novčanicama. Ove novčanice se izrađuju od folije biaksijalno orijentisanog polipropilena (BoPP). Higijenska prednost plastičnih novčanica zasniva se na činjenici da one nisu ni porozne ni vlaknaste zbog čega su

otporne na masnoću, vlagu i mnoge rastvore što im omogućava zdravstvenu korist jer se na ovaj način značajno smanjuje prenos mikroorganizama.

3. SARS-CoV2 NA KOVANOM NOVCU I NOVČANICAMA

Zbog oligodinamičnog ili samosterilizirajućeg efekta metali sadrže manje mikroorganizama, od npr. drveta i plastike, zbog čega su na mnogim javnim mestima rukohvati od bakra i njegovih legura (mesing i bronza).

Bakar se zbog antiseptičnog svojstva pokazao kao najjednostavniji i ujedno najjeftiniji metal u borbu protiv mikroorganizama. Bakar se u svetu široko primenjuje i u izradi kovanog novca. Sadržaj bakra u našim novčićima je od 70 – 75 % (što zavisi od godina izrade). Kovani apoeni od 10, 20 i 50 eurocenti su od tzv. "nordijskog zlata" (89% bakra). Apoeni od 1 i 2 EUR su kombinacija bakra i nikla. Američke kovanice od 10, 25 i 50 centi sadrže čak 91,67% bakra (novčići od jednog dolara imaju 88,5 bakra).

Istraživanje "Mastercard"-a, u kome je učestvovalo 10 000 punoletnih građana iz dvanaest država Evrope, je dokazalo da na novčanicama ima više mikroorganizama nego što ih ima u držačima javnog prevoza. Istraživanje je pokazalo i da čak 27 procenata Evropljana nikad ne pere ruke posle upotrebe novca [7].

Nakon proglašenja pandemije mnoge države su ograničile količinu gotovog novca u opticaju i počele su da favorizuju korišćenje digitalnih načina plaćanja. Indirektni dokaz da novac predstavlja značajan vektor prenošenja SARS-CoV2 je i činjenica da šalterski radnici u bankama i menjačnicama poštuju stroge sanitarne protokole koji predviđaju dezinfekciju svih površina, često pranje i dezinfekciju ruku.

4. NOVAC U FEKALNO – ORALNOM PRENOŠENJU SARS-CoV2 I

SARS-CoV2 pored respiratornog sistema može inficirati i ćelije gastrointestinalnog trakta i u tom slučaju rektalni, dvanaestopalačni i želudačni epitel oslobađa ogromnu količinu virusa. U ovom slučaju količina RNK kopija virusa iznosi 10^2 - 10^8 po gramu [8]. Ovaj virus je otkriven i u uzorcima stolice kod pacijenata sa simptomima COVID-19 ali i kod asimptomatskih slučajeva oboljevanja što potvrđuje i da postoji mogućnost fekalno-oralnog prenošenja [9].

Istraživanja su potvrdila prisustvo SARS-CoV2 u otpadnoj vodi [10] zbog čega je u većim evropskim gradovima otpočela detekcija ovog virusa i u otpadnim vodama [11]. Preliminarne aktivnosti detekcije SARS-CoV2 u Srbiji započete su u Vranju sredinom avgusta 2020. godine u otpadnoj vodi gradske reke [12], [13].

Mogućnost fekalno-oralnog prenošenja SARS-CoV2 putem novca značajno raste na jugu Srbije, koji je sa većinskim muslimanskim stanovništvom, gde se mnogi ljudi ispiraju posle velike nužde. Na ovo treba dodati i značajan broj izbeglica i migranata iz islamskih zemalja.

5. METODE DEZINFEKCIJE NOVCA

Za potrebe dezinfekcije novca praksa je pokazala da je najbolje koristiti fizičke metode dezinfekcije poput zračenja i visoke temperature.

Ultraljubičasto (UV) zračenje svetlo talasne dužine 253,4 nm ubija većinu virusa i patogenih bakterija zbog čega ga mnoge države uveliko koriste za dezinfekciju svojih i tuđih novčanica.

Dezinfekcija suvom toplotom podrazumeva korišćenje toplog vazduha za uništavanje mikroorganizama. U slučaju uništavanja SARS-CoV2 potrebno je novčanice izložiti temperaturi od 70°C u trajanju od jednog sata. Kovani novac se za ovu svrhu može dezinfekovati na temperaturama pasterezacije (70-100°C) kao i na višim temperaturama (sterilizacija od npr. 15 minuta na 121°C).

Hemijske metode dezinfekcije novca se ne praktikuju zbog agresivnog dejstva ovih dezinficijensa. Međutim, u vanrednom stanju opravdano je da stanovništvo preventivno dezinfikuje novčanica 70% alkoholom ili da ih pere sapunom u trajanju od najmanje 20 sekundi. Ovde treba napomenuti činjenicu da 96% etanol ne uništava mikroorganizme što važi i za rastvore etanola ispod 50 %.

6. ZAKLJUČAK

Novac kao predmet opšte upotrebe predstavlja potencijalno visoko rizično sredstvo u širenju infekcije SARS-CoV2 tokom pandemije.

Stav Narodne banke Srbije (NBS) je da bi tretiranje novca različitim hemijskim, dezinfekcionim sredstvima rizikovalo njegovo oštećenje, nakon čega on ne bi više mogao da se koristi što je u suprotnosti sa stavom Kineske banke koja je naredila bankama da se sve novčanice sa visokim nivoom izloženosti epidemiji povuku iz opticaja kako bi se uništile ili dezinfikovale.

Najnovija istraživanja su pokazala da SARS-CoV2 na pojedinim neporoznim površinama može "preživeti" čak i 28 dana (u mraku i na sobnoj temperaturi) dok infektivnost gubi već nakon četiri sata na bakru (koji se upotrebljava za izradu kovanica u većini država).

Istraživanja su pokazala da na novčanicama ima više mikroorganizama nego što ih ima u držačima javnog prevoza kao i da čak 27 procenata Evropljana nikad ne pere ruke posle upotrebe novca.

SARS-CoV2 pored respiratornog sistema može inficirati i ćelije gastrointestinalnog trakta pri čemu se oslobađa ogromna količina virusa (102 - 108 RNK kopija virusa po gramu). Virus je otkriven i u uzorcima stolice kod pacijenata sa simptomima COVID-19 ali i kod asimptomatskih slučajeva oboljevanja što potvrđuje i da postoji mogućnost fekalno-oralnog prenošenja.

Mogućnost fekalno-oralnog prenošenja SARS-CoV2 putem novca značajno raste na jugu Srbije, koji je sa većinskim muslimanskim stanovništvom, gde se mnogi ljudi ispiraju posle velike nužde. Na ovo treba dodati i prisustvo značajnog broj izbeglica i migranata iz islamskih zemalja.

Novčanice izložene temperaturi od 70°C, u trajanju od jednog sata, su bezbedne za upotrebu.

Ultraljubičasto (UV) zračenje svetlo talasne dužine 253,4 nm je pogodno i za dezinfekciju novčanica.

Pasivna borba protiv Covid-19 podrazumeva i da se novac iz opticaja sukcesivno "stavlja u karantin" i to u trajanju

od četrnaest dana što podrazumeva da se u tom periodu koriste isključivo nove novčanice. Držanje novca u ovakvom karantinu predstavlja rešenje kojim se izbegava potencijalno oštećenje novca hemijskim i fizičkim metodama dezinfekcije.

Tokom pandemije treba ograničiti količinu gotovog novca u opticaju i treba favorizovati korišćenje digitalnih načina plaćanja.

Zbog naglog pogoršanja epidemiološke situaciji u Srbiji neophodno je hitno otpočinjanje dezinfekcije novca što je postala uobičajna praksa u mnogim državama.

LITERATURA

- [1] Narodna skupština RS (2019), *Zakon o predmetima opšte upotrebe*, Beograd: *Službeni glasnik RS* br. 25/19.
- [2] <https://www.slobodnaevropa.org/a/novac-i-korona-virus/30524778.html>.
- [3] <http://www.politika.rs/sr/clanak/448065/Kina-dezinfikuje-i-unistava-novac-zbog-koronavirusa>.
- [4] <https://www.novosti.rs/vesti/naslovna/preduzetnik/aktuelno.700.html:847835-I-pare-u-karantinu-Kineske-banke-pocene-da-dezinfikuju-novac-klijentima-daju-samo-nekoriscene-banknote>.
- [5] van Doremalen, N. et al., *Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1*, New England Journal of Medicine, pp. 1564-1567, 2020.
- [6] Riddell, S., Goldie, S., Hill, A., Eagles, D. & Drew, T. W., *The effect of temperature on persistence of SARS-CoV-2 on common surfaces*, Virology Journal 17, 145 (2020).
- [7] <http://www.politika.rs/sr/clanak/292107/Zivot-istil/Svaki-peti-Evropljanin-pere-ruke-posle-upotrebe-novca>.
- [8] Lescure, FX., Bouadma, L., Nguyen, D. et al. *Clinical and virological data of the first cases of CO-VID19 in Europe: a case series*, Lancet Infect Dis 2020 March 27 (Epub ahead of print). [10.1016/S1473-3099\(20\)30200-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30200-0).
- [9] Wang, W., Xu, Y., Gao, R., Lu, R., Han, K., Wu, G., W.T. (2020): *Detection of SARS-CoV-2 in different types of clinical specimens*. J. Am. Med. Assoc., [10.1001/jama.2020.3786](https://doi.org/10.1001/jama.2020.3786).
- [10] Randazzo, W., Truchado, P., Cuevas-Ferrando, E., Simón, P., Allende, A., Sánchez, G. (2020): *SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area*, Water Research., <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942>
- [11] Wurtzer, S., Marechal, V., Mouchel, J.M., Maday, Y., Teyssou, R., Richard, E., Almayrac, J.L., Moulin, L.,

- Evaluation of lockdown impact on SARS-CoV-2 dynamics through viral genome quantification in Paris wastewaters*, medRxiv, 2020.
- [12] Tasić, S. (2020): Detection of SARS-CoV2 in sewage water of Vranje, Book of Abstracts, «*FEMS on line Conference on Microbiology*», 28th-31th October 2020., Belgrade, Serbia.
- [13] Tasić, S., Tasić, I. Tasić, N. (2020): The significance of SARS-CoV2 presence detection in sewerage water, 4th Scientific – Expert Conference with International Participation „*Contemporary Shallanges in Water Protection*“, 16th October 2020, Belgrade, Serbia.

ARISTOTELOVA ETIKA VRLINE I ETIKA VASPITAČKOG POZIVA

ARISTOTLE'S ETHICS OF VIRTUE AND THE ETHICS OF EDUCATIONAL VOCATION

Dejan Đorđević, *Akademija tehničko-vaspitačkih studija - Odsek Pirot, Ćirila i Metodija 29, Pirot*

Sadržaj - Cilj ovog rada je dokazivanje teze da je poznavanje Aristotelove etike vrlina od velikog značaja za etiku vaspitačkog poziva. Najpre se izlažu osnovi navedenog segmenta Aristotelove filozofije, naročito njegova podjela vrlina na "etičke" i "dijanoetičke". Potom se, putem navođenja konkretnih primera, dokazuje da navedene vrline nalaze svoje mesto i u etici vaspitačkog poziva. Zaključak rada je da je neophodno da se budući vaspitači u dečjim vrtićima tokom studija na sistematski način upoznaju sa Aristotelovim učenjem o vrlinama.

Ključne reči: Etika vrline. Aristotel. Etika vaspitačkog poziva.

Abstract - The goal of this paper is to prove that the knowledge of Aristotle's ethics of virtue is of great importance to the ethics of educational vocation. The author firstly explains away the foundations of the above mentioned segment of Aristotle's philosophy, especially his division of virtues into "ethical" and "dianoethical". After that the author, by giving specific examples, proves that these virtues find their place in the ethics of educational vocation. Therefore, the conclusion of the paper runs as follows: it is vital that the future kindergarten educators are introduced to Aristotle's ethics of virtues in the course of their studies.

Key words: Ethics of virtue. Aristotle. Ethics of educational vocation.

1. UVOD

U radu koji sledi zastupa se teza da elementi Aristotelove etike treba da zauzimaju važno mesto u obuci vaspitača koji se spremaju za rad u dečjim vrtićima.

2. ETIKA VRLINE I VASPITAČKI POZIV

Biti vaspitač u dečjim vrtićima svakako spada u red onih profesija čiji su delatnici u najvećoj mogućoj meri izloženi kontroli od strane javnosti i nadležnih organa u pogledu moralnih dimenzija. Štaviše, moderna sredstva "neprimetnog nadzora" rada vaspitača (dobro poznati slučajevi snimanja putem "pametnih" telefona postupanja vaspitačica prema deci) nameću zaključak da razloge za odgovarajuću etičku obuku navedene kategorije pedagoških radnika valja potražiti i u ravni mnogo "prizemnijih" razloga.

Navedene dileme spadaju u problemsko područje tzv. "etike vaspitačkog poziva". Etiku vaspitačkog poziva, pak, po našem mišljenju, valja tretirati kao subdisciplinu filozofske discipline poznate pod nazivom *filozofija vaspitanja*.

Stoga je neophodno da budući vaspitači steknu uvid kako u problemska područja etike vaspitačkog poziva, tako i u odgovarajuća rešenja konkretnih moralnih dilema koja tradicija ove discipline nudi. U tom smislu upoznavanje studenata visokoškolskih ustanova pedagoškog profila sa ključnim segmentima Aristotelove etike je od nesumnjivo velikog značaja.

Etika vrline predstavlja jedno od ključnih obeležja etičkih razmišljanja velikog Stagiranina. Svakako najvažnije Aristotelovo delo u ovom pogledu je čuvena *Nikomahova etika*. Napisana (tako glasi izgleda preovlađujuće stanovište u savremenoj historiografiji grčke filozofije) kao kompilacija predavanja iz etike koje je grčki filozof držao studentima poznatog *Liceja*, ovo delo sadrži jednu veoma zanimljivu podelu svih vrlina (*arete*) na "etičke" i "dijanoetičke".

Etičke vrline Aristotel određuje kao vrline karaktera. Grčki filozof je, po svemu sudeći, bio svestan teškoća koje se javljaju svaki put kada pokušamo da definišemo navedene vrste vrlina. Stoga mu se učinilo neobično značajnim da u tu svrhu u pomoć pozove dobro poznati princip koje je danas u ne-akademskom žargonu poznat kao "princip zlatne sredine". To je i razlog što autor *Nikomahove etike* vrlinu definiše kao "odabiračku naklonost volje, koja se drži sredine podesne za sopstvenu prirodu, a određene razmišljanjem, i to onako kako bi je odredio razuman čovek. A vrlina je držanje između dva-ju mana, jedne koja je preteranost i druge koja je nedostatak" [1].

Pošto je na taj način definisao prirodu etičkih vrlina, Aristotel je naredna izlaganja posvetio preciznijem određivanju nekih od istih. Tako je npr. *hrabrost* definisana kao sredina između "raspomamljenosti", na jednoj, i "plašljivosti" na drugoj strani. Vrlina *darežljivosti* definisana je kao sredina između "tvrdičluka" i "rasipništva", itd.

Istaknimo sada da Aristotelova etika vrline, između ostalog i u ovom segmentu, nalazi svoje važno mesto I u kontekstu etike vaspitačkog poziva.

Vidljivo je to recimo na primeru jedne vrline koju bismo mogli označiti kao “vrlinu vaspitačke asertivnosti.” Pod ovom vrlinom, recimo to odmah, podrazumevamo rešenost vaspitača da na primer odlučno zahteva od deca da poštuju pravila ponašanja u dečjem vrtiću u kojem se nalaze, poštuju deontološka moralna načela kao što su “ne tuci drugu decu!”, itd. Pod ovom vrlinom se može smatrati I spremnost vaspitača da veoma blagim represivnim merama kazni svako nepostupanje deteta u skladu sa gore navedenim.

Ukoliko se, međutim, sa ovom vrlinom na ovaj ili onaj način “pretera”, ista postaje porok vaspitačke agresivnosti. (npr. kada se vaspitač izdere na dete I/ili ga izvređa, I pored toga što je u datoj situaciji povoljan vaspitački efekat moguće postići smirenim razgovorom).

Sa druge, pak, strane ukoliko navedenu vrlinu u odgovarajućim okolnostima vaspitač uopšte ne ispolji, onda bi smožda moglo zaključiti da je vaspitač postao žrtva poroka vaspitačke submisivnosti.

Stoga vrlinu vaspitačke asertivnosti i valja definiisati kao sredinu između vaspitačke submisivnosti i vaspitačke agresivnosti.

Podrazumeva se, međutim, da je naprosto nemoguće u jednom filozofskom i/ili naučnom radu dati precizna uputstva u pogledu toga kako da se u konkretnoj vaspitačkoj situaciji razlikuje vaspitačka asertivnost od vaspitačke agresivnosti i vaspitačke submisivnosti. Ipak, neophodno je da se, kako u ravni pisanja odgovarajućih filozofskih radova, tako I u ravni obučavanja budućih vaspitača preciziraju konkretni problemsko-poimovni okviri.

Vratimo se sada izlaganju odgovarajućih delova *Nikomahove etike*. U nastavku teksta Aristotel nas upoznaje I sa drugom vrstom vrline, onom koja se odnosi na proces saznanja. Ove vrline grčki filozof označava kao “dijanoetičke”.

Autor *Nikomahove etike* je čitaocima jasno stavio do znanja da i u ovom pogledu broj vrline koje valja jasno odrediti nije mali; stoga ćemo za potrebe ovog teksta izdvojiti samo dva koje nam se, u sklopu postavljenog problemskog konteksta, čine najzanimljivijim. Reč je o vrlinama “samosavladvavanja” (grčki: *enkrateia*) i “umovanja” (grčki: *theoria*).

U kojoj meri je važno da vaspitači u dečjim vrtićima razvijaju prvonavedenu vrlinu verovatno i nije potrebno posebno isticati. A da ova vrlina ima i svoju epistemološku

dimenziju, činjenica je dobro poznata poslenicima tradicije japanskih marcijalnih umetnosti.

Drunavedenoj vrlini Aristotel kao da pridaje jedan opšti i jedan specijalni (tačnije, metafizički) kvalitet. Mi se, naravno, na ovom mestu nikako ne možemo upuštati i detaljniju ek-spoziciju kvaliteta koje grčki filozof pridaje ovoj vrlini. Zadovoljićemo se samo isticanjem da ova vrlina (naravno, u onom “primenjenom” i specifikovanom smislu) nalazi svoje mesto i u etici vaspitačkog poziva.

Važnost prepoznavanja I razvijanja dijanoetičkih vrline od strane vaspitača posebno dolazi do izražaja u situacijama kada se vlasnici dečjih vrtića opredeljuju za neki od vaspitačkih modela koji se nude na “pedagoškom tržištu.” Sasvim je prirodno (barem u izvesnom broju slučajeva) da se vlasnici opredeljuju za neki od modela koji baš i nisu “mejn-strim” na određenom geopolitičkom prostoru. Tako npr. imamo slučajeve da se vlasnici vrtića opredeljuju za ovaj ili onaj stepen školarizacije dečjih vrtića, uvođenja bazičnih oblika veronauke, modeliranja fizionomije vaspitačkog od-nosa prema feminističkim idejama, itd.

U svim ovim slučajevima, naime, veliku važnost valja pridati, između ostalog, i pitanjima epistemološkog karaktera. (npr. kod nekih od navedenih pitanja do izražaja dolazi problem dokazivanja bitnih teza socijalnog konstruktivizma).

3. ZAKLJUČAK

Čini nam se prikladnim da ovaj rad privedemo kraju konstatacijom da nije nimalo slučajno što mnogi predavači ped-agoških disciplina neprestano ukazuju na to da se njihovi studenti moraju naučiti kulturi kritičkog razmišljanja. Ovakav jedan *ethos* nesumnjivo se odnosi i na etiku vaspitačkog poziva.

Obuka budućih vaspitača u ovoj disciplini svakako se mora odlikovati kompleksnošću i višeslojnošću; da bi pravilno odgovorili na moralne dileme sa kojima je poziv vaspitača u dečjim vrtićima neminovno skopčan, studente visokoškolskih ustanova pedagoškog profila valja upoznati, između ostalog, i sa Aristotelovim učenjem o vrlinama.

LITERATURA

- [1] Aristotel: *Nikomahova etika*, “Globus” Zagreb, 1988., str. 78-120
- [2] Kamenov, Emil: *Predškolska pedagogija*, Zavod za udžbenike I nastavna sredstva, Beograd, 1999.
- [3] Krneta, Ljubomir: *Pedagogija*, Beograd, “Naučna knjiga”, 1981.



ESP STUDENTS' LEARNING STYLES

STILOVI UČENJA STUDENATA ENGLESKOG JEZIKA STRUKE

Maja Stanojević Gocić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Vranje, Filipa Filipovića 20, Vranje.*

Abstract - As research has shown students' individual differences can affect the learning process and its effectiveness, investigating those differences, such as learning style preferences, can have a significant effect on ESP instruction. The impact of learning styles is reflected in the way ESP students process linguistic information, while their development is a part of a learner-centered approach to ESP educational practice, where the focus is on the role and responsibility of language learners themselves. The respondents in this study, aimed at identifying learning style preferences, are 80 ESP students studying at Academy for preschool and technical professional studies. The questionnaire is used to investigate their preferred learning styles as individual characteristics that could influence language attainments. The results of the research could be used to upgrade ESP course design and its overall effectiveness.

Key words: ESP. Learning styles. Learning style preferences. Instruction.

Sadržaj - Pošto istraživanja pokazuju da individualne razlike studenata mogu uticati na proces učenja i njegovu efikasnost, istraživanje tih razlika, poput preferencija stilova učenja, može imati značajan uticaj na nastavu engleskog jezika struke. Uticaj stilova učenja ogleda se u načinu na koji studenti ESP obrađuju lingvističke informacije, dok je njihov razvoj deo pristupa usmerenog na učenika, gde je fokus na ulozi i odgovornosti samih učenika koji uče jezik. Ispitanici u ovoj studiji, čiji je cilj da identifikuje preferencije stilova učenja, su 80 studenata engleskog jezika struke koji studiraju na Akademiji vaspitačko-tehničkih strukovnih studija. Upitnik za istraživanje njihovih preferiranih stilova učenja kao individualnih karakteristika koje mogu uticati na jezička dostignuća korišćen je upitnik. Rezultati istraživanja mogli bi se koristiti za unapređenje nastave engleskog jezika struke i njegove ukupne efikasnosti.

Ključne reči: Engleski jezik struke. Stilovi učenja. Preferencije stilova učenja. Nastava.

1. INTRODUCTION

In recent years, contemporary language learning methodology and didactics is focused on learner-centered approach. Namely, student centeredness, which implies that learning experience is focused on language learners and the ways they process and absorb information, resulted in investigating different learning methods, approaches, and tools students use in order to make the learning process more efficient, inclusive of language learning strategies, learning styles, metacognition, motivation, etc. In addition, English for Specific Purposes (ESP), which is concerned with meeting specific needs of the learners in their fields of expertise related to certain disciplines, occupations, academic and other activities, could use students' style preferences to significantly improve ESP educational practice.

2. LEARNING STYLES

Since a unique concept of learning styles is still non-existent (Griffiths 2012), in the broadest sense, these are viewed as "individual's natural, habitual, and preferred ways

of absorbing, processing, and retaining new information and skills which persist regardless of teaching methods or content area" (Kinsella, 1995, p. 171), implying students respond to stimuli in different ways and utilize them in different manner (Nel, 2008: 49). Styles may refer to personality (e.g., extroversion, introversion) or cognition (e.g., left or right hemisphere), and may be characterized by consistent traits or tendencies, which are different for each student. In that sense, students' individual differences, that could affect the efficacy of language learning outcomes, lie in the core of learning styles research.

The Visual-Auditory-Kinesthetic (VAK) learning styles model is a classical model based on the deployment of three main sensory receivers (Vision, Auditory, and Kinesthetic). It is assumed that a student with a visual learning style strives to use activities involving vision (such as reading), and that the quality and speed of their retention will be prompted by the presence of visual presentations. A student with an auditory learning style will remember words better when hearing them, while a kinesthetic style implies learning through practical activities involving the senses of touch (such as lexical

cards). In addition, the above mentioned styles (visual versus auditory versus tactile versus kinesthetic) can be defined as sensory styles which differ from cognitive styles (field dependent versus field independent, analytic versus global, reflective versus impulsive)), and personality styles (tolerance of ambiguity, right brain versus left brain dominance).e.g., dominance of the left or right cerebral hemisphere) (Christison, 2003).

Several approaches to defining learning styles emerged (Griffiths 2012). In that respect, learning styles can also be explained by the theory of multiple intelligences, which was set up by Gardner (2011) with the idea of using different types of intelligences for different purposes and the students' learning styles reflect a mixture of their intelligences. To broaden the notion of general intelligence, Gardner (2011) introduced the following eight types of intelligences: linguistic, logical or mathematical, visual, spatial, musical, physical, kinesthetic, interpersonal, intrapersonal and naturalistic.

Furthermore Nel (2008: 52) suggests that the most significant instruments in the field of learning styles exploration are: The Perceptual Learning Style Preference Questionnaire, designed by Reid (1984, 1987), Oxford's (1993) Style Analysis Survey, and Learning Styles Questionnaire, written by Ehrman and Leaver (2003). Additionally, the Grasha-Reichmann Student Learning Style Scale (SLSS) (1996) has also been significantly exploited.

3. METHODOLOGY

The Perceptual Learning Style preference questionnaire (PLSPQ) (Reid, 1984) was exploited as a self-report questionnaire and distributed to the total of 80 students of Academy of preschool and technical professional studies in Niš. The participants are first year ESP students from the department of Vranje. It is design to determine the use of Visual, Auditory, Kinesthetic, Tactile, Individual and Group styles.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The total of number of 80 respondents participated in the research, 48 were male (60%) and 32 female (40%). The average age of participants was 19.10 (SD= 0.30).

The Perceptual learning style preference questionnaire (PLSPQ), developed by Reid (1984), was the major instrument in this the study. This instrument contains 30 statements aimed at determining six style preferences (as presented in Appendix A). Five statements, shown in Appendix A, are exploited for each style and measured by a five-point Likert scale, ranging from 1 (strongly agree) to 5 (strongly agree),

The obtained results were analyzed by virtue of descriptive statistics, as the arithmetic mean (AM) and standard deviation (SD) were determined, and shown in Table 1.

The results are also depicted by means of a pie chart, where Figure 1 depicts ESP students' learning style preferences in percentages.

The participants reported that they exploit all learning styles defined by the self-report instrument, e.g., 11 % (9 students) prefer to learn with the help of auditory style characteristics (Figure 1). However, the accomplished results suggest that ESP students predominantly have visual styles preferences (24%), (e.g., "I learn better by reading than by listening to someone", Appendix A) Additionally, Visual style is also predominant among female students, as shown in Figure 2.

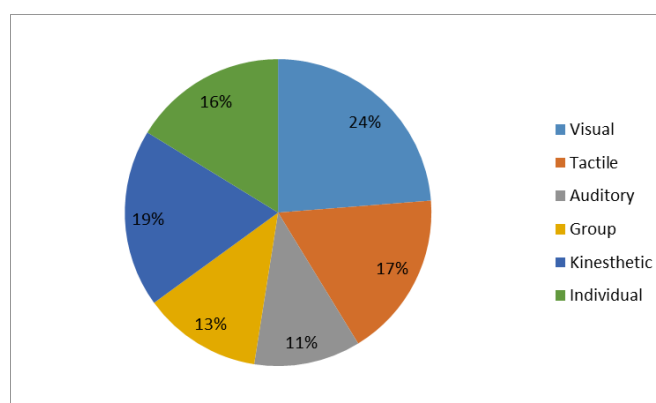


Figure 1. Learning style preferences of ESP students in percentages.

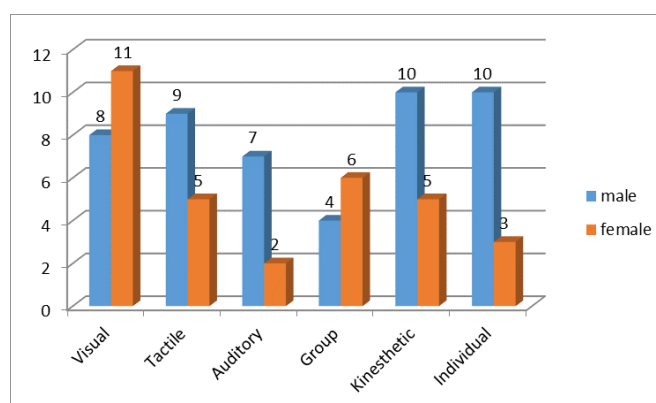


Figure 2. Male and female participants' learning style preferences.

Table 1. Descriptive statistical analysis for PLSPQ and learning style preferences of ESP students

Learning style preferences	AM	SD
Visual	4.22	0.71
Tactile	4.12	0.72
Auditory	3.82	0.72
Group	3.91	0.73
Kinesthetic	4.14	0.73
Individual	4.01	0.73

While Table 1 presents arithmetic mean (AM) of ESP students' learning style preferences, Figure 2 depicts the differences between learning style preferences of male and female respondents. Female students utilize visual aids and group work better than male students. An equal number of male students have kinesthetic and individual preferences, whereas an equal number of female students demonstrated the fact that they had tactile and kinesthetic learning preferences.

5. CONCLUSION AND PRACTICAL IMPLICATIONS

The aim of this study was to identify ESP students' learning style preferences that could be used to shape ESP instruction. The results showed that students favoured visual styles. Hence, it can be claimed that ESP students studying at Academy for preschool and technical professional studies in Vranje can best learn when they see words. Accordingly, they could best learn from visual aids, including presentations, posters, pictures, films, short video, and any type of video content, or reading material, etc.

The potential of applying the notion of learning styles in instruction looks appealing and a wonderful tool (Griffiths, 2012). Since students learn in different manners and prefer different ways of learning and absorbing information, ESP teacher should try to comprehend individual differences and adapt the curriculum and curricular activities to those differences in order to expand the full potential of the learner-centered approach that maximize the potential of an individual learner with a particular style (Nel 2008: 53).

Thus, the results of this research could be utilized in adapted instruction aimed at incorporating different learning styles into classroom activities within ESP instruction prescribed by the curriculum and presented at the amount represented by the percentage of students' style preferences obtained in this study. It would imply the combination of different tasks pertaining to each individual learning style. Consequently, the role of an ESP teacher would be to assist learners by virtue of explicit and implicit integration of style preferences.

In that sense, in order to actualize students' success, the teacher should use an instrument so measure and identify learners' styles and to use learners' styles profiles to prepare instruction. All students should be able to use their preferred styles in a classroom where learners' uniqueness is recognized and valued (Nel 2008: 54), and benefit from their style preferences integrated in ESP educational practice. It could also help them to become autonomous learners in the process of life-long learning that takes place throughout life.

REFERENCES

- [1] M. A. Christison, Learning styles and strategies. In D. Nunan (ed.), *Practical English Language Teaching*, McGraw-Hill, New York pp. 267-288.
- [2] H. Gardner, *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette UK 2011.
- [3] A. F. Grasha, *Teaching with style*. Pittsburgh, PA: Alliance 1996.
- [4] C. Griffiths Learning Styles: Traversing the Quagmire. In Mercer S., Ryan S., Williams M. (eds) *Psychology for Language Learning*. London: Palgrave Macmillan, 2012.
- [5] K. Kinsella, Understanding and empowering diverse learners in the ESL classroom. In Reid, J. (ed.), *Learning styles in the ESL/EFL classroom*, Boston: Heinle & Heinle, pp. 170 –194, 1995.

- [6] C. Nel, Learning style and good language learner In: *Lessons form Good language Learners* (ed, C. Griffiths), Cambridge: CUP, pp. 49-60, 2008.
- [7] M. E. Ehrman and B.L. Leaver, "Cognitive styles in the service of language learning". *System*, 31 (3), 393-415, 2003.
- [8] R. L. Oxford, *Style Analysis Survey (SAS)*. University of Alabama, Tuscaloosa, 1993.
- [9] J. M. Reid, *Perceptual learning style preference questionnaire*. Laramie: University of Wyoming, Department of English, 1984.
- [10] J. M. Reid, "The learning style preference s of ESL students". *TESOL Quarterly*, 21, 87- 111, 1987.

APPENDIX

Appendix A. PLSPQ questionnaire

1. When the teacher tells me the instructions I understand better.
2. I prefer to learn by doing something in class.
3. I get more work done when I work with others.
4. I learn more when I study with a group.
5. In class, I learn best when I work with others.
6. I learn better by reading what the teacher writes on the chalkboard.
7. When someone tells me how to do something in class, I learn it better.
8. When I do things in class, I learn better.
9. I remember things I have heard in class better than things I have read.
10. When I read instructions, I remember them better.
11. I learn more when I can make a model of something.
12. I understand better when I read instructions.
13. When I study alone, I remember things better.
14. I learn more when I make something for a class project.
15. I enjoy learning in class by doing experiments.
16. I learn better when I make drawings as I study.
17. I learn better in class when the teacher gives a lecture.
18. When I work alone, I learn better.
19. I understand things better in class when I participate in role-playing.
20. I learn better in class when I listen to someone.
21. I enjoy working on an assignment with two or three classmates.
22. When I build something, I remember what I have learned better.
23. I prefer to study with others.

- 24. I learn better by reading than by listening to someone.
- 25. I enjoy making something for a class project.
- 26. I learn best in class when I can participate in related activities.
- 27. In class, I work better when I work alone.
- 28. I prefer working on projects by myself.
- 29. I learn more by reading textbooks than by listening to lectures.
- 30. I prefer to work by myself..



CRITICAL THINKING IN ESP TEACHING

KRITIČKO MIŠLJENJE U NASTAVI ENGLESKOG JEZIKA STRUKE

Sladana Živković, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

Sadržaj - This paper focuses on the importance of critical thinking in ESP teaching, and it shows possibilities for improving knowledge, as well as for developing students' communicative abilities.

Ključne reči: Critical thinking. ESP teaching.

Abstract - Ovaj rad se fokusira na značaj kritičkog mišljenja u nastavi engleskog jezika struke, i ukazuje na mogućnosti za unapređenje znanja, kao i za razvoj komunikacijskih sposobnosti studenata.

Key words: Kritičko mišljenje. Nastava engleskog jezika struke.

1. INTRODUCTION

The paper discusses the importance of critical thinking within the ESP course, and it shows opportunities for improving practice through knowledge. Moreover, it demonstrates how critical thinking skills, models and practices are adopted within the context of ESP. It focuses on questions that can be used to develop all levels of thinking within the cognitive domain. It results in remembering previously learned facts, showing an understanding of the facts, applying knowledge in real-life situations, proposing solutions to the problem, expressing opinions, making decisions and solving problems.

Bearing in mind that critical thinking is an essential skill in the 21st century education, the process of developing critical thinkers has become one of the goals of teaching and learning. So, the study aims at presenting a critical thinking model in the ESP learning environment. In that way students will be prepared to communicate effectively and solve problems efficiently.

The ESP classroom is a meaningful educational context for promoting critical thinking instruction. In that context, it is easier to facilitate examining ideas and knowledge construction, foster deeper understanding of the ideas and concepts, encourage students' questioning, analyzing and evaluating ideas, presenting alternatives, drawing conclusions and stating results while developing virtues of good critical thinkers.

By allowing students to think critically how to apply a concept to real-life situations, it deepens their understanding of a subject, as well as their ability to apply their prior knowledge on new situations.

2. COURSE DESIGN

At the very core of the work is the aim to develop understanding of how a new pedagogical model facilitates deeper learning, how teachers can effectively support new models, and how students can apply knowledge to new situations.

Taking a course into consideration, [1] argues that "the objectives of a curriculum are not limited to linguistic factors

alone, but also include developing the art of critical thinking".

So, regarding the learning factor, it can be stated that critical thinking is one of the main objectives of the contemporary curricula. As pointed out by [2], [3], it is "reflective decision-making and thoughtful problem-solving about what to believe and do". Further, "it is the intellectually disciplined process of actively and skillfully conceptualizing, applying, analyzing, synthesizing, and/or evaluating information gathered from, or generated by, observation, experience, reflection, reasoning, or communication, as a guide to belief and action" [4].

In this regard, and as for the needs of students, we have designed a critical thinking model in order to develop students' ability to think critically and to apply it in a professional context.

At the end of the course students should be able to provide an overview of the specific field of expertise, to apply knowledge to real life situations, ask questions and seek answers about a particular topic, develop communication skills - speaking and listening along with writing and reading comprehension [5], [6]. Students should also be able to work collaboratively with their classmates in order to maximize their own learning, and to develop higher-order thinking, such as interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation and self-regulation, fostering students' learning performance, which means enable them to communicate and talk critically while expressing their views. Such activities require active participation of students, team activities and collaboration. Using different activities, students are given the opportunity to work in collaborative and cooperative group settings.

The course is designed to show ESP students how important critical thinking skills are, and help them to improve their ability to think, and, thus, bring their thinking processes to light.

3. CRITICAL THINKING QUESTIONS

The model is divided into six levels, each with keywords that exemplify the level, and questions that focus on that

same critical thinking level. Critical thinking questions can help students to develop and enhance their thinking skills. Questions can be used to develop all levels of thinking within the cognitive domain. It encompasses effective communication and problem-solving abilities. It results in “knowledge (the ability to remember previously learned material), comprehension (the ability to grasp the meaning of the facts and ideas), application (the ability to use learned material in new and concrete situations), analysis (the ability to break down a material into its component parts so that its organizational structure may be understood), synthesis (the ability to propose alternative solutions) and evaluation (the ability to present and defend opinions by making judgments about information)” [7].

For each of the critical thinking skills shown above, it will be given a variety of questions. Questioning is learning-centered approach that challenges students to develop their thinking skills and engage in analytic discussion which leads to independent learning. Effective questioning is one of the most useful strategies that teachers can use to promote critical thinking. Asking effective questions can stimulate thinking and encourage students to comprehend, interpret, analyze, synthesize and create new perspectives on their own learning.

According to [8], encouraging the asking and answering questions is one aspect of a larger part of educational practices called ‘active learning’ that can identify a classroom as one where critical thinking is being encouraged.

With all this in mind we now turn to the practical aspect that is resulted in communicating about specialized topics.

Level 1: Knowledge

Keywords: choose, find, define, show, list, match, tell, select. Some common examples for this level are:

What do you find most interesting about engineering?

Define a job of an engineer as a person trained in engineering works

List some of the engineering branches

Level 2: Comprehension

Keywords: compare, demonstrate, interpret, explain, extend, illustrate, outline, rephrase, summarize, show, classify.

Examples for this level are:

Describe an engineer as a practitioner

Demonstrate some of the engineering projects

Demonstrate how engineers use math and science

Explain job responsibility

What is your favorite type of work to do in the engineering field

Level 3: Application

Keywords: apply, build, choose, construct, develop, organize, plan, select, solve, identify.

Some of the examples are listed below:

How to choose the right engineering career

Examine project ideas in the engineering field

What is your idea of having a successful team?

Identify engineering competencies

Level 4: Analysis

Keywords: analyze, categorize, classify, compare, discover, examine, simplify, distinguish.

Some common examples for this level are:

Discover engineering from different perspectives

Analyze engineering performance

Examine the needs and potentials to embed communication technologies in engineering

Level 5: Synthesis

Keywords: build, choose, combine, compose, construct, create, design, develop, estimate, formulate, predict, propose, solve, discuss, modify, change, improve, adapt, minimize, maximize, theorize, elaborate, test.

Here are a few examples for this level:

Create your own logo for engineering

What will the future of engineering look like?

Discuss future projects

Level 6: Evaluation

Keywords: choose, conclude, criticize, decide, determine, evaluate, justify, measure, compare, mark, recommend, select, interpret, explain, prove, disprove, assess, influence, perceive, estimate, deduct.

Below are some examples for this level:

Determine your career goals

What is your opinion on engineering education?

What makes a great engineer?

4. DISCUSSION

In dealing with education, it can be mentioned that the main goal is transforming class from theory to practice. Theory represents knowledge, while practice is the application of that knowledge [9]. Transformation begins in the classroom, and then moves towards self-transforming society. Transformation of both student and teacher is inherent throughout the theory of critical pedagogy [10], [11], [12].

Within the transformation, we should not forget to say that education prepares students to be life-long learners, critical thinkers and problem solvers ‘considering and pursuing novel ideas and leadership for action’ [13] in today’s globalized and competitive world.

Both students and the teacher face a number of challenges in today’s classroom. Taking into account a teacher’s role as ‘a transformative intellectual’, the challenge is to provide a relevant framework for students upon which they construct knowledge and become active participants in the learning process [14]. Taking this into account, it is clear that teachers should motivate students to improve their performances and become successful in their future job.

Teachers need to use cognitive strategies to address 21st-century thinking, reasoning and problem-solving skills that transfer them into meaningful, relevant content-area instruction. This is a process “through which an individual becomes capable of taking what was learned in one situation and applying it to new situations (i.e., transfer). The product of deeper learning is transferable knowledge, including content knowledge in a domain and knowledge of how, why, and when to apply this knowledge to answer questions and solve problems” [15].

From the point of view of [16], students should be engaged in more activities than just listening. They should be involved in higher-order thinking, such as interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation and self-regulation, fostering students’ learning performance, which means enable them to communicate and talk critically while expressing their views. According to [17], such activities require active involvement of students, engagement in high-level problem-solving skills, participating in team activities, and forging collaborative partnerships.

Moreover, students should be given opportunities to be active in ways that they will promote self-direction, creativity and the critical analysis of problems requiring a solution [18].

Students should be trained to be critical readers who can “question, organize, interpret, synthesize, and digest what they read” [19].

According to [19] “the curriculum must expand to include information and activities that explicitly support students in learning to think well. The emphasis is less on the mastery of information measured by a recall-based assessment and more on learning how to use one's mind well, to synthesize and analyze skillfully”.

By using thinking competencies, students will become more self-directed and self-monitored thinkers. They will develop their ability to:

- raise questions and give answers,
- gather and assess basic information using ideas to interpret it effectively,
- come to reasonable conclusions,
- communicate effectively with others in figuring out solutions to complex problems.

5. CONCLUSION

The purpose of this study was to show the significance of critical thinking skills in the ESP course, and opportunities for improving practice through knowledge.

At the very core of the work is the aim to develop an understanding of how new pedagogical models enable deeper learning outcomes, and how these models are enabled and accelerated by technology [20]. It “makes sense of our world by carefully examining our thinking and the thinking of others in order to clarify and improve our understanding” [20].

[20] defines critical thinking in terms of a set of qualities and abilities including awareness of a set of interrelated critical questions, ability to ask and answer critical questions at appropriate times and the desire to actively use critical questions. Furthermore, questions can develop all levels of thinking within the cognitive domain.

Introducing critical thinking in the educational process represents a great challenge for teachers as well as for students. Various activities create such a learning environment that provides students with different opportunities, such as sharing their knowledge, learning strategies and ideas, and engaging in communication with their classmates and teachers.

Bearing all this in mind, it can be concluded that traditional teaching-learning approach needs to be remodeled into modern education strategies and principles. In other words, the 21st century learning environment needs students to be engaged in higher-order thinking skills – creativity, innovation, communication, collaboration, critical thinking and problem solving. Students should be allowed to freely express their views through modeling of effective practice, and teachers should encourage them to think critically about what they are reading, writing and speaking.

LITERATURE

- [1] H. D. Brown, Some practical thoughts about student-sensitive critical pedagogy, *The Language Teacher*, 28 (7), 23-27, 2004.
- [2] P. A. Facione and N. C. Facione, Talking critical thinking. *Change*, 39(2), 38-45, 2007.
- [3] P. A. Facione, *Think Critically*, Pearson Education, N. J.: Englewood Cliffs, 2011.
- [4] M. Scriven and R. Paul, Defining Critical Thinking: A draft statement for the National Council for Excellence in Critical Thinking Instruction, 1996.
- [5] S. Živković, A Constructivist Approach to ESP Digital Classroom, First International Conference on Teaching English for Specific Purposes, Niš: Faculty of Electronics, 2013.
- [6] S. Živković, Language Skills among Students in the Field of Engineering, *European Journal of Language and Literature Studies*, September-December, Volume 3, No. 1, 2015.
- [7] S. Bloom, Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. New York: David McKay Co Inc, 1996.
- [8] M. N. Browne and K. Freeman, Distinguishing features of critical thinking classrooms, Vol.5, No.3, 2000. *Teaching in Higher Education*, 5(3), 301-309.
- [9] M. Breunig, Turning experiential education and critical pedagogy theory into praxis, *The Journal of Experiential Education*, 28(2), 106 -122, 2005.
- [10] P. Freire, *Pedagogy of the Hearth*, New York: The Continuum, 1998.
- [11] H. Giroux, Intellectual labor and pedagogical work: Rethinking the role of teacher as intellectual, *Phenomenology + Pedagogy*, 3(1), 20-32, 1985.
- [12] I. Shor, *Empowering Education: Critical Teaching for Social Change*, Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- [13] M. Fullan and M. Langworthy, *A rich seam: How new pedagogies find deep learning*, London: Pearson, 2014.
- [13] S. Živković, Constructivism – An Emerging Trend in ESP Teaching and Learning, Nitra, Slovakia: *Language, Literature and Culture in Education*, 2014.
- [14] S. Živković, A Constructivist Approach to the ESP Digital Classroom, *Vistas of English for Specific Purposes*, Cambridge: Cambridge Scholars Publishing, 2015.
- [15] H. Darling-Hammond, Introduction: Teaching and learning for understanding. In L. Darling-Hammond, B. Barron, P. D. Pearson, A. H. Schoenfeld, E. K. Stage, T. D. Zimmerman, G. N. Cervetti, & J. L. Tilson, *Powerful learning: What we know about teaching for understanding* (1-9), San Francisco, CA: John Wiley & Sons, 2008.
- [16] D. H. Jonassen, Thinking technology: Towards a Constructivist Design Model, *Educational Technology*, April, 34-37, 1994.
- [17] R. Paul and L. Elder, Critical thinking and the art of close reading, Part III. *Journal of Developmental Education*, 28(1), 37, 2001.
- [18] D. Alvermann, D. and S. Phelps, *Content reading and literacy*, Boston: Allyn & Bacon, 1998.
- [19] Bonwell and Eison 1991: C. C. Bonwell and J. A. Eison, Active learning: Creating excitement in the classroom, *ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1*, Washington, DC: George Washington University.
- [20] Kalonji 2005: G. Kalonji, Capturing the imagination: High-priority reforms for engineering educators, *Educating the engineer of 2020: Adapting engineering education to the new century*, Washington, DC: National Academies Press, 146–150.

SISTEMI ZA E-LEARNING KOMUNIKACIJU I SIGURONOSNI PROBLEMI U DOBA PANDEMIJE

E-LEARNING COMMUNICATION SYSTEMS AND SECURITY PROBLEMS IN THE PANDEMIC AGE

Danica Milošević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu istražujem problem sigurnosti za određene distribuirane i mobilne on-line e-Learning sisteme u eri pandemije virusa COVID 19. Sve vrste e-Learning sistema obezbeđuju pokretljivost servisa gde student može da pristupi sadržaju za učenje sa bilo kog mesta koristeći odgovarajuću platformu i bilo koji uređaj (npr. desktop kompjutera ili laptop kod kuće ili na poslu, PDA sa wireless konekcijom itd.). Pitanje je: šta se dešava i koliko su ugrožene ove online platforme i da li predstavljaju novo mesto interesantno za cyber kriminal? Kakvi su to napadi i koje metode se mogu preduzeti za njihovo eliminisanje? Na to ću pokušati da odgovorim u ovom radu.

Ključne reči: E learning. DDoS. LMS. APT.

Abstract - In this paper, I will explore the security issue for certain distributed and mobile online e-Learning systems in the COVID 19 pandemic era. All types of e-Learning systems provide service mobility where the student can access learning content from anywhere using an appropriate platform and a device (e.g. desktop computer or laptop at home or at work, PDA with wireless connection, etc.). The question is how endangered these online platforms are. Do they represent a new place of interest for cybercrime? How these attacks look like and what methods can be taken to eliminate them? I will try to answer such questions in this paper.

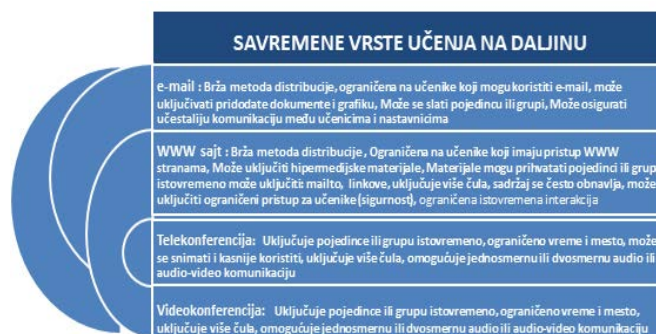
Key words: E learning. DDoS. LMS. APT.

1. UVOD

Jedna od osnovnih osobina našeg sistema informacija je potreba za dugotrajnim učenjem. Industrijske promene i promene zanimanja, globalna konkurencija i ekspanzija informatičkih tehnologija naglasile su potrebu za veštinama, znanjem i usavršavanjem. Jedan od načina da se izađe u susret zahtevu za ovim novim veštinama (naročito u informacionim tehnologijama), je kroz on-line e-Learning, koji, takođe, nudi mogućnost za neprekidno učenje. Povrh toga, e-Learning obezbeđuje rešenje za rastuću cenu školarina, smanjenje kvalifikovanog osoblja za učenje, visoke cene održavanja kampusa i potrebe da se dopre do šire populacije onih koji će učiti.

Učenje na daljinu nastalo je mnogo pre nego što bi se najpre pomislilo. Naravno, ne u obliku u kojem se danas poznaje i koristi, ali ono je imalo istu ulogu – prevazići fizičku udaljenost zarad prenošenja znanja. Pionir Distance Learning-a bio je Isaac Pitman [1], učitelj stenografije. On je primenio učenje na daljinu u radu sa svojim studentima još 1840. godine u Engleskoj. Zadao im je da prepisuju kratke poruke iz Biblije i vraćaju mu na pregled poštom. Održavao je komunikaciju sa studentima širom zemlje i podjednako uspešno im prenosio znanje. Takav način obučavanja studenata, preteča današnjeg učenja na daljinu, pokazao je odmah svoju kvalitativnu, ekonomičnu, pragmatičnu stranu i slobodniju primenu u odnosu na tradicionalne metode.

Online učenje je danas postalo važno oruđe za implementaciju korporativnih predmeta učenja. Zaista, mnogi obrazovni softveri e-Learning-a mogu biti korišćeni za ciljanje posebnih korporativnih potreba koje se odnose na strateškijske pravce u učenju [2], sl.1.



Slika 1. Savremene vrste učenja na daljinu.

Ključni trend za korporativni e-Learning, povezan sa privatnošću i e-Learning-om, uključuje:

- Studenti mogu da pristupe softveru za učenje koristeći mnoge različite uređaje i sa različitih lokacija, preko različitih mreža.
- E-Learning će prevladati nad učenjem u učionicama kako bi izašao u susret potrebama za „znati šta“ i „znati kako“ učenjem.

- c) E-Learning će ponuditi veću personalizaciju, prilagođavanje učenicima pošto će se kursevi dinamično menjati na osnovu preferencija i potreba učenika. Drugim rečima, e-Learning aplikacije budućnosti će biti „pametne“ i prilagodljive.
- d) Korporativno učenje postaje upravljanje znanjem. To je opšti trend u digitalnoj ekonomiji. Kod menadžmenta znanja, sposobnosti zaposlenih postaju imovina čija vrednost raste kroz učenje. Ovaj trend je pokrenuo produkciju učenja koja su više specijalizovana prema nekim zadacima nego generalna. Promene u korporativnom strateškim smerovima se često odražavaju na promene u e-Learning zahtevima podstaknutim potrebama da se zaposleni obučavaju za te nove smerove i veštine.

Komponente Learning Management sistema

Što se tiče komponenata možemo reći da ovaj komunikacioni sistem čine 4 komponente odnosno modula [3,4]. To su:

- *Modul za praćenje, odnosno mentoring* – omogućava vođenje kursa, tj. upravljanje virtualnom grupom koja počinje dati kurs ili napretkom pojedinačnog polaznika. Mentor određuje članove virtualne grupe, prati napredak svakog člana na temelju testova koji se izvode i njihove komunikacije. Takođe komunicira sa svim članovima virtualne grupe ili pojedinačnim polaznicima. Praćenje daje osnovu za izradu statistika na osnovu tačnih i netačnih odgovora na nivou lekcije, modula i seminara. Svi rezultati se čuvaju u bazi podataka.

- *Modul za administriranje* – obavlja aktivnosti kao što su: kontrola sadržaja, evidencija, praćenje i izveštaji, komunikacija, održavanje pregleda modula i seminara, održavanje obrazovnih lanaca, back - up i sl.

- *Modul za upravljanje sadržajem* – zadužen je za čuvanje multimedijalnih obrazovnih materijala (potrebnih za počinjanje kursa) u elektronskom obliku, za pojedinačno dostavljanje materijala i zadataka studentima.

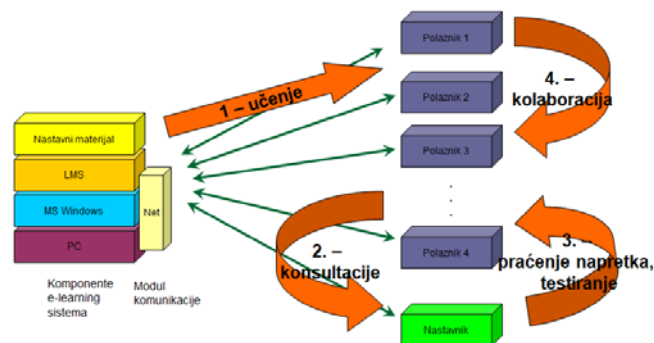
- *Modul za saradnju odnosno komunikaciju* – omogućava odvijanje komunikacije kako na relaciji profesor – student, tako i između samih studenata. Ta komunikacija se odvija putem elektronske pošte (e-mail-a) ili putem foruma.

Funkcije LMS-a

LMS ili sistem za upravljanje učenjem je složen softverski sistem čije su osnovne funkcije:

- *registacija* (upis) i prijava studenata (korisnika) na kurs
- *autentikacija* - odnosno prepoznavanje korisnika sa pravom pristupa sistemu i sadržajima
- *autorizacija korisnika* - odnosno davanje dopuštenja pristupa sistemu i njegovim pojedinim sadržajima i funkcionalnostima
- *administriranje prava pristupa sistemu*, njegovim funkcionalnostima i sadržajima za grupe ili pojedinačne korisnike
- *administriranje sadržaja kurseva*
- *autorizovano ažuriranje sadržaja* uz kontrolu standarda
- *autorizovana isporuka sadržaja i obaveštenja*
- *praćenje napretka korisnika* interakcijom nad sadržajima
- *omogućavanje komunikacije profesora i studenata*
- *praćenje aktivnosti i napretka studenata* – provera stečenog znanja
- *izveštavanje* po svim navedenim aktivnostima i funkcionalnostima.

Na sl. 2. prikazane su komponente LMS-a i interakcija u njegovom okruženju.



Slika 2. Vrste interakcije u online nastavi.

2. SIGURONOSNI PROBLEMI U DOBA PANDEMIJE

COVID-19 je preokrenuo svet, što je uticalo na gotovo sve aspekte našeg života ove godine. Napadači svih vrsta brzo su iskoristili priliku da pojačaju zanimanje za ovu temu, uključujući aktere pretnje APT-om [5]. Cilj Advanced Persistent Threat Groups napada je upasti u ciljanu mrežu i potrošiti onoliko vremena koliko je potrebno za pretragu osetljivih podataka na mreži. Nakon postizanja ciljeva napada, napadači nestaju neprimetno. Ovo nije označilo promenu TTP-a (Tactics, Techniques and Procedures - "obrasci aktivnosti ili metoda povezani sa određenim akterom pretnje"), već jednostavno trajnu temu od interesa koju bi mogli koristiti kao mamac za socijalni inženjering. Pandemija će još neko vreme uticati na naš život, a akteri pretnje i dalje će to iskorištavati kako bi se utvrdilo uporište u ciljanim sistemima. Tokom poslednjih šest meseci bilo je izveštaja o APT skupovima koje ciljaju na istraživačke centre COVID-19. Britanski Nacionalni centar za kibernetiku sigurnost (NCSC) izjavio je da je APT29 (poznat i kao Dukes and Cozy Bear) ciljao na razvoj vakcine COVID-19. To će im ostati cilj od strateškog interesa sve dok traje pandemija.

Prošlog proleća, kad je zavladała pandemija COVID-19, online učenje postalo je nova norma jer su fakulteti i škole širom sveta bili prisiljeni da zatvore svoja vrata. Do 29. aprila 2020. zatvaranje škola uticalo je na više od 1,2 milijarde dece u 186 zemalja. Ubrzo nakon što su škole prešle na učenje na daljinu, postalo je jasno da mnogi nisu spremni za vrstu redovnog digitalnog obrazovanja koje je sada potrebno. Nisu svi studenti imali potrebnu tehnologiju, od prenosnih računara do stabilne internet veze, a roditelji i nastavnici u zemljama poput Sjedinjenih Država brinuli su se da će studenti neizostavno zaostajati u akademskom smislu. Štaviše, mnoge obrazovne ustanove nisu imale odgovarajuće mere kibernetičke sigurnosti, čime su mrežne učionice izložene povećanom riziku od kibernetičkih napada. Zapravo, u junu je Microsoft Security Intelligence izvestio da obrazovna industrija čini 61% od 7,7 miliona susreta sa zlonamernim softverom koje su preduzeća doživela u prethodnih 30 dana - više nego bilo koji drugi sektor [6].

Uobičajni način distribucije pretnji prerusenih u popularne aplikacije za video sastanke, mrežne platforme i kurseve je uvođenje pretnji kao legitimnih instalatera aplikacija. Postoji nekoliko načina na koje korisnici mogu susresti ove zlonamerne programe za instaliranje. Jedan od načina je putem phishing web stranica osmišljenih da izgledaju kao legitimne platforme. Korisnici koji nehotice završe na pogrešnoj stranici, izloženi su zlonamernom softveru ili ad-

ware-u, kada pokušaju da preuzmu ono što smatraju izvornom aplikacijom. Sledeći je uobičajeni način slanja phishing e-poruka maskiranih u posebne ponude ili obaveštenja sa određene platforme. Ako korisnici kliknu na link u e-poruci, tada reskiraju preuzimanje neželjenih datoteka.

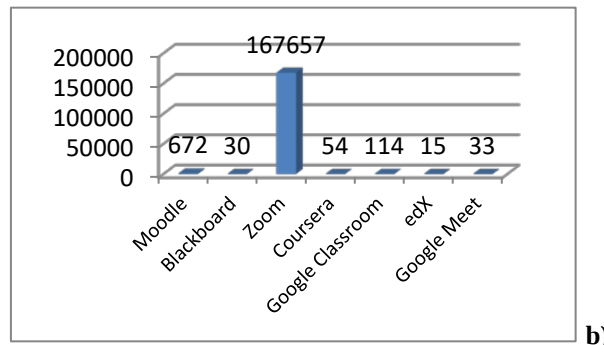
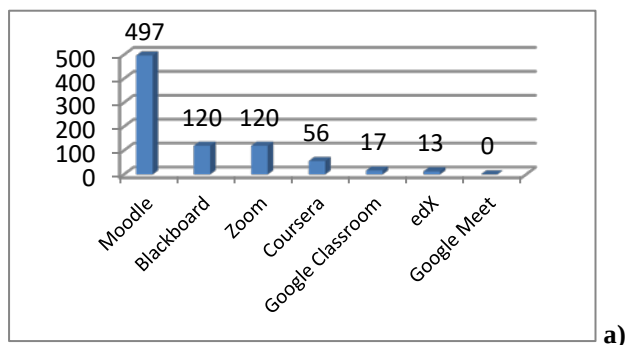
Koristeći Kaspersky Security Network - KSN, istražila sam datoteke upakovane sa raznim pretnjama koje su sadržavale ime jedne od sledećih platformi/aplikacija tokom jednog od dva navedena razdoblja pandemije [7]:

- Moodle - najpopularniji sistem upravljanja učenjem (LMS) na svetu. Programeri ga koriste za izradu internetskih kurseva, održavanje časova i kreiranje aktivnosti.
- Blackboard - još jedan popularni LMS. Pruža virtualno okruženje za učenje u kojem programeri mogu izraditi potpu-

no digitalne kurseve, ili stvoriti dodatne aktivnosti kao dodatke ličnim instrukcijama.

- Google učionica - web usluga koja je posebno dizajnirana za nastavnike da drže nastavu, generišu zadatke i prate napredak učenika.
- Coursera - popularna mrežna platforma za učenje koja nudi razne otvorene mrežne kurseve, sertifikate, pa čak i diplomske programe.
- edX - nudi otvorene mrežne tečajeve koji su dostupni korisnicima širom sveta.
- Google Meet - usluga video komunikacije slična Zoom-u, koja se može koristiti za održavanje sastanaka i mrežnih predavanja.

Na sl. 3. prikazan je broj napada na različite platforme [8].



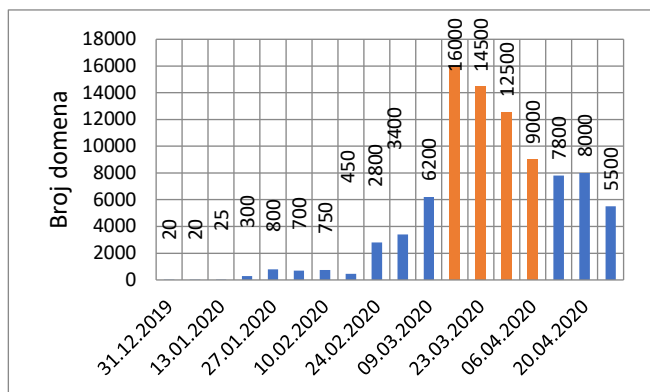
Slika 3. Broj korisnika koji su se susreli sa raznim pretnjama maskiranim u popularne platforme za internetsko učenje/video konferencije, a) Januar – Jun 2019, b) Januar – Jun 2020.

Zoom je bio daleko od platforme koja se najčešće koristila kao mamac, a danas, 99,5% korisnika se susreće sa raznim pretnjama maskiranim pod njegovim imenom. To ne čudi, imajući u vidu da je Zoom postao osnovna platforma za video konferencije. Do februara 2020. platforma je dodala više novih korisnika (2,22 miliona) nego što je imala u celoj 2019. godini (1,99 miliona).

Pet zemalja sa najvećim iznosom infekcije u odnosu na broj korisnika su:

Rusija	59 infekcija/1000 korisnika
Nemačka	39 infekcija /1000 korisnika
Austrija	27 infekcija /1000 korisnika
Ostrvo Man	13 infekcija /1000 korisnika
Švajcarska	10 infekcija /1000 korisnika

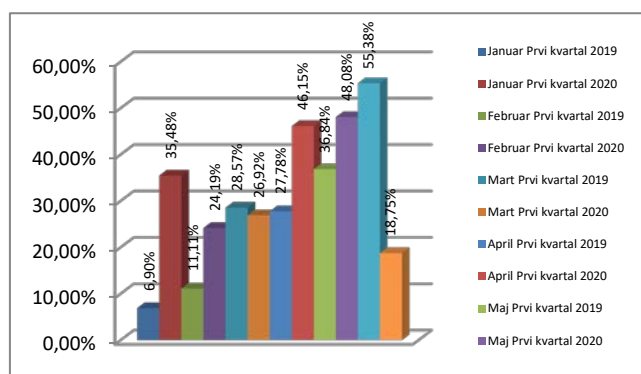
Na slici 4. prikazani su domeni koji su u okviru pandemije napadnuti cyber napadima [8].



Slika 4. Napadnuti domeni u eri koronavirusa registrovani nedeljno u tom kritičnom periodu.

U aprilu je veliki turski univerzitet bio prisiljen da u potpunosti bude izvan mreže 40 minuta nakon što je ujutru pogodjen DDoS¹ napadom na ispitima.

U junu su na velikom univerzitetu na severoistoku SAD-a prekinuti ispiti nakon što je DDoS napad zahvatio njegove mrežne i testne platforme. Ovo su samo dva primera većeg trenda koji je započeo nakon što su škole bile prisiljene da pređu na učenje na daljinu: porast DDoS napada na obrazovni sektor. Ukupan broj DDoS napada globalno se povećao za 80% za prvi kvartal 2020. u poredjenju sa prvim kvartalom 2019, sl. 4.



Slika 5. Procenat ukupnog broja DDoS napada koji su uticali na obrazovne resurse.

Kompanija za kibernetiku sigurnost Kaspersky kaže da je broj brute-force napada usmerenih na krajnje tačke RDP-a²

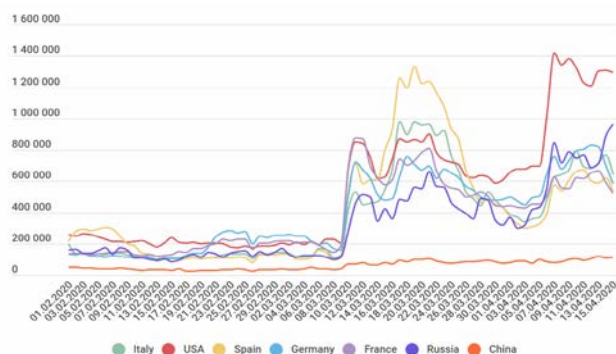
¹ Napad distribuiranog uskraćivanja usluge - (Distributed Denial of Service - DDoS) je metoda u kojoj kibernetički kriminalci preplavljaju mrežu sa toliko prometa, da ne može raditi ili komunicirati kao inače.

² U tome napadaču koristi rečnik lozinki koji sadrži milione reči koje se mogu koristiti kao lozinka. Napadač softverski pretražuje ove lozinke jednu po jednu i priprema se za autentifikaciju.

(Remote Desktop Protocol) naglo porastao od početka pandemije koronavirusa (COVID-19).

Broj DDoS napada [9] koji utiču na obrazovne resurse povećao se za najmanje 350% u poredjenju sa odgovarajućim mesecom 2019. godine.

"Od početka marta broj napada Bruteforce.Generic.RDP-a porastao je u gotovo celom svetu", rekao je ruski tvorac anti-virusnih proizvoda Kasperski, slika 6.



Slika 6. Broj napada Bruteforce u određenim državama.

Sveukupno, pokušaji napada porasli su 19% na 2,3 biliona tokom prošle godine. Ransom ware napadi porasli su za 20%, na 121,4 miliona. Napadi zlonamernog softvera smanjili su se za trećinu na 3,2 milijarde. I krađa identiteta pala je za 15%, međutim, 7% volumena bilo je povezano sa COVID-19 pandemijom.

Kaspersky stručnjaci savetuju ustanovama i administratorima sistema da primene niz sigurnosnih zaštita kako bi zaštitili krajnje tačke sistema od napada ili disejblovali uslugu, ako je ne koriste. To uključuje:

- proveru da li je na računaru i mobilnim uređajima instaliran najnoviji antivirusni softver;
- osiguranje pristupnice e-pošte kako bi se sprečile pretnje u vidu neželjene pošte;
- jačanje kućne mreže;
- osiguranje ranjivosti sistema administracije koji bi napadači mogli zloupotrebiti;
- onemogućavanje neovlašćenih ili zastarelih komponenta koje bi se mogle iskoristiti kao ulazne tačke;
- preuzimanje mobilnih aplikacija ili bilo kojih drugih softvera samo sa pouzdanih platformi;
- korišćenje vrlo jake i kombinovane lozinke.
- korišćenje provere autentičnosti na mrežnom nivou (NLA).

• Omogućavanje dvofaktorske provere autentičnosti.

• Korišćenje pouzdanih sigurnosnih rešenja.

Biti razuman kada su u pitanju lozinke važan je i presudan korak za osiguranje našeg internetskog života. Međutim, neki od naših mrežnih brauzera - na primer, naš Google ili Dropbox - mogu biti vrlo značajni za napade jer sadrže čitavo bogatstvo informacija, pa je neophdno preduzeti dodatne korake da bi ih zaštitili.

Ali, ne postoji bolji način da zaštitimo svoje mrežne akaunte od upotrebe dvofaktorske autentifikacije (2FA)³ zas-

³ Ono što 2FA ili provera u dva faktora radi, jeste da dodaje još jedan nivo sigurnosti u obliku jednokratno generisane lozinke, ili lozinke koju unesemo uz svoje korisničko ime i lozinku. To znači da u slučaju ugrožavanja našeg korisničkog imena i lozinke, hakeri i dalje ne mogu pristupiti našem nalogu, dok ne dobiju sigurnosni kod koji se obično šalje na telefon putem SMS poruke, ili putem rezervnog e-mail-a.

novane na hardveru. Sigurnosni ključevi jednostavni su za upotrebu, okončavaju phishing napade, jeftini su i mnogo su sigurniji od dvofaktorske autentifikacije utemeljene na SMS-u.

3. ZAKLJUČAK

Internet učenje dobija na svojoj popularnosti, dok cyber kriminalci pokušavaju da iskoriste tu činjenicu za vlastiti profit, kao što je pokazano u ovom radu na osnovu statističkih podataka koji se tiču povećanog broja DDoS i RDP napada u doba pandemije Covid virusa, kada je obrazovanje preusmereno na onlajn platforme za učenje [10]. To pokazuje da se obrazovne organizacije suočavaju sa sve većim brojem cyber rizika, što upućuje na sve veću potrebu za obezbeđivanjem kibernetске sigurnosti. U vezi ovog problema pomažu zanimljiva sigurnosna i mrežna akademska iskustva. U radu se navode preporuke proizvođača Kasperski anti-virus programa, ali i ističe značaj dvofaktorske autentifikacije zarad što bolje zaštite na internetu. Da bi se izbegli neželjeni napadi na mreži, obrazovne institucije treba da preispitaju svoje programe kibernetičke sigurnosti i usvoje odgovarajuće mere, kako bi bolje osigurale okruženje i resurse za onlajn učenje, što se postavlja kao neophodan korak u cilju neometane nastave. Ovaj rad, u tom smislu, ukazuje na neke od mogućnosti i skreće pažnju na ozbiljan problem internet pretnji.

LITERATURA

- [1] *The Evolution of Distance Learning*, Florida National University, August 15, 2019, <https://www.fnu.edu/evolution-distance-learning/>.
- [2] *E-Learning and Information Security Management - International Journal of Digital Society (IJDS)*, Volume 1, Issue 2, June 2010.
- [3] *Risks and Remedies in e-Learning system - International Journal of Network Security & its Applications (IJNSA)*, Vol. 4, No.1, January 2012.
- [4] Edgar R. Weippl, *Security in e-Learning* -Vienna University of Tehnology, Austria <http://www.link-elearning.com/site/>.
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/E-learning>.
- [6] Oleg Kupreev, Alexander Gutnikov, Ekaterina Badovskaya, *DDoS attacks in Q3 2020*, October 28,2020, (<https://securelist.com/ddos-attacks-in-q3-2020/99171/>).
- [7] <https://securelist.com/ddos-attacks-in-q3-2020/99171/>.
- [8] *Advanced threat predictions for 2021*, <https://securelist.com/apt-predictions-for-2021/99387/>.
- [9] *Digital Education: The cyber risks of the online classroom* (<https://securelist.com/digital-education-the-cyber risks-of-the-online-classroom/98380/>), 2020.
- [10] Dmitry Galov, *Remote spring: the rise of RDP brute force attacks*, Kasperski, 2020, <https://securelist.com/remote-spring-the-rise-of-rdp-bruteforce-attacks/96820/>.
- [11] *Towards Secure e-Learning Applications: a Multi-agent Platform - JOURNAL OF SOFTWARE, VOL. 2, NO. 1, FEBRUARY 2007*.



PRAVO ZAPOSLENIH NA ŠTRAJK EMPLOYEES RIGHT TO STRIKE

Milica Mladenović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Magdalena Krstić Cvetković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu prikazano je pravo zaposlenih na štrajk.. Rad podeljen je u dve glavne celine. U prvom delu rada definisan je teorijski i zakonodavni okvir prava na štrajk. U drugom delu rada analizirana su zakonska ograničenja prava na štrajk i pravne posledice prestanka štrajka

Ključne reči: štrajk, zaposleni, sindikat, prestanak štrajka

Abstract - This paper presents the right of employees to strike. The paper is divided into two main parts. The first part of the paper defines the theoretical and legislative framework of the right to strike. The second part of the paper analyzes the legal restrictions on the right to strike and the legal consequences of ending a strike

Key words: strike, employees, union, end of strike

1. UVOD

Radni odnos karakterisu dve krajnosti-tezna poslodavca za fleksibilizacijom rada i smanjenjem troškova angazovanja radne snage i potreba zaposlenih da imaju sigurno i stabilno zaposlenje.

Zaposleni, tradicionalno teze standardnom obliku radnog odnosa, posebno u privredama zemalja u razvoju u kojima vlada velika nesigurnost. Za zaposlene je cilj rad koji ima perspektivu večnosti.

Nasuprot tome poslodavci nastoje da smanje troškove proizvodnje i angazovanja radne snage, kako bi na tržištu održali konkurentnost.

Zbog suprostavljenih ciljeva zaposlenih i poslodavaca, često dolazi do sporova koji se mogu rešiti na dva načina: sudskim i vansudskim putem. Jedan od načina rešavanja sporova između zaposlenih i poslodavca je štrajk.

Termin štrajk u našem jeziku došao je pod uticajem engleskog termina strike, koji je i sam nastao, u smislu prekida rada, krajem XVIII veka iz sintagme to strike-spustiti jedra, prekinuti plovidbu [1].

Štrajk predstavlja prekid rada koji organizuje sindikat ili većina zaposlenih kod poslodavca ili u organizacionom delu poslodavca radi ostvarivanja i zaštite njihovih ekonomskih, socijalnih i profesionalnih interesa i prava iz radnog odnosa [2].

Pod štrajkom se podrazumeva privremeni kolektivni prekid rada zaposlenih u cilju vršenja pritiska na poslodavca da prihvati zahteve zaposlenih koji su predmet spora [1].

Pravo na štrajk je univerzalno demokratsko pravo svih zaposlenih bez obzira na to da li su zaposlenih u privatnom ili javnom sektoru. Pravo na štrajk je osnovno merilo demokratske vrednosti države. Nema stvarne demokratije bez prava na štrajk[3].

U ovom radu analiziran je pojam prava na štrajk kao jedno od osnovnih prava zaposlenih koje je proklamovano najvišim pravnim aktima. Rad je podeljen 6 sekcija. U Sekciji 2 opisan je pravni okvir prava na štrajk. U sekciji 3 opisane su vrste štrajka. Sekcija 4. posvećena je ostvarivanju prava na štrajk U sekciji 5. prikazan je prestanak štrajka i pravne posledice štrajka. Sekcija 6 je zaključak.

2. ZAKONSKI OKVIR PRAVA NA ŠTRAJK

Pravo na štrajk normativno je regulisano međunarodnim i domaćim pravnim izvorima.

Pravni okvir prava na štrajk u međunarodnim pravnim izvorima formulisano je Univerzalnom deklaracijom o ljudskim pravima (1948. godina) i Međunarodnim paktom o ekonomskim i kulturnim pravima.

Pravni okvir prava na štrajk u domaćim pravnim izvorima regulisano je Zakonom o štrajku i Ustavom Republike Srbije.

2.1. Načela

U osnovna načela štrajka spadaju načelo:

- dobrovoljnosti-zaposleni samostalno odlučuje o svom učešću u štrajku, ne sme biti sprečen da učestvuje u štrajku i ne sme biti izložen pretnji ili prinudi da učestvuje ili ne učestvuje u štrajku),

- mirnog rešavanja spora,
- saradnje u obezbeđivanju minimuma procesa rada u delatnostima od opšteg značaja,
- načelo zaštiti bezbednosti, zdravlja i imovine - obaveza nenanošenja materijalne štete i omogućavanje nastavka rada po završetku štrajka [2].

3. VRSTE ŠTRAJKA

Moguće su brojne klasifikacije štrajka u zavisnosti od izabranog merila:

- nivo organizovanja (štrajk na nivou poslodavca, granski i generalni),
- trajanja (štrajk upozorenja i štrajk čije trajanje nije predviđeno),
- način vršenja (štrajk iznenadjenja, kružni štrajk, štrajk tromboza),
- cilj (profesionalni i politički štrajk).

Pored napred navedenih oblika štrajka, dva najčešća načina na koji se zaposleni organizuju radi zaštite svojih profesionalnih interesa je štrajk upozorenja i štrajk solidarnosti.

Štrajk upozorenja ili opomene traje vrlo kratko, najduže jedan sat u toku radnog dana. Praktikuje se kao podrška sindikatu tokom pregovaranja radi zaključivanja kolektivnih ugovora o radu. Osnovna prednost štrajka upozorenja je u malim troškovima, kako sa zaposlenog, tako i za sindikat koji ga organizuje i očuvanju sredstava u štrajkačkom fondu.

Štrajk solidarnosti je štrajk koji se organizuje radi podrške zaposlenima ili sindikatima koji su već u štrajku kod istog poslodavca u istoj grani, grupi ili delatnosti na nivou teritorije Republike Srbije, teritorijalne autonomije ili jedinice lokalne samouprave u trajanju od najduže jedan dan.

Postoje dve podvrste štrajka solidarnosti - štrajk interne i štrajk eksterne solidarnosti.

Do štrajka interne solidarnosti dolazi kada radnici stupe u štrajk radi davanja podrške nekom od zaposlenih kod istog poslodavca.

Štrajk eksterne solidarnosti se javlja kada zaposleni stupe u štrajk radi davanja podrške učesnicima štrajka kod drugog poslodavca, u drugoj grani a ne radi zaštite sopstvenih profesionalnih interesa [4].

4. ORGANIZOVANJE I NAJAVA ŠTRAJKA

Nadležni organ sindikata ili većina zaposlenih kod poslodavca donose odluku o stupanju u štrajk koja sadrži:

- naziv nadležnog organa sindikata ili ovlašćenog predstavnika zaposlenih koji organizuje štrajk,
- vrstu štrajka,
- štrajkačke zahteve,
- vreme početka štrajka, mesto i način sprovođenja štrajka, sastav štrajkačkog odbora i
- spisak sa potpisima zaposlenih u slučaju da štrajk organizuje većina zaposlenih kod poslodavca odnosno organizacionog delaposlodavca.

Štrajk se najavljuje dostavljanjem odluke o stupanju u štrajk koja se u zavisnosti od vrste štrajka dostavlja od strane štrajkačkog odbora poslodavcu (za štrajk kod poslodavca, najkasnije tri radna dana pre dana određenog za početak štrajka), nadležnom reprezentativnom udruženju poslodavca za nivo za koji se štrajk organizuje, osnivaču odnosno organu autonomne pokrajine i jedinice lokalne samouprave (za granski štrajk i štrajk za autonomnu pokrajinu i jedinicu lokalne samouprave, najkasnije pet radnih dana pre dana određenog za početak štrajka), udruženju poslodavaca odnosno Vladi (za generalni štrajk, najkasnije deset radnih dana pre dana određenog za početak štrajka).

Odluku o štrajku upozorenja odnosno štrajku solidarnosti štrajkački odbor dostavlja poslodavcu, udruženju poslodavaca ili osnivaču odnosno organu državne uprave u oblasti u kojoj se štrajk organizuje odnosno organu autonomne pokrajine ili jedinice lokalne samouprave najkasnije 24 sata odnosno najkasnije dva radna dana pre dana određenog za početak štrajka.

Za svaki štrajk upozorenja potrebno je da se donese odluka o stupanju u štrajk [1].

5. OGRANICENJA PRAVA NA ŠTRAJK

5.1. Pojam ograničenja prava na štrajk

Zabrana štrajka je dugo vremena bila zasnovana na tradicionalnom učenju o suverenosti državne vlasti, koje je štrajk državnih organa shvatalo kao napada ili ograničavanje suverene državne vlasti. Tokom vremena, a posebno sa afirmacijom socijalnih prava zaposlenih, kao osnovnih prava čoveka, filozofija ljudskih prava počinje sve više da „osvaja” pojedina područja suverenosti državne vlasti, što je posebno došlo do izražaja kroz priznavanje sindikalnih prava i Sloboda, kao i prava na kolektivno delovanje [1].

Pravo na štrajk može biti potpuno, delimično i privremeno ograničeno u zavisnosti od delatnosti koju zaposleni obavljaju.

5.2. Zabrana prava na štrajk

U Srbiji štrajk nije dozvoljen profesionalnim pripadnicima Vojske Srbije, pripadnicima Bezbedonosno-informativne agencije, u zdravstvenim službama koje pružaju hitnu medicinsku pomoć, u kontroli letenja, pripadnicima specijalne i posebne jedinice policije.

Polijski službenici nemaju pravo na štrajk za vreme ratnog ili vanrednog stanja, ugrožavanja ustavnog poretka Republike Srbije, elementarne nepogode, nesreća koje ometaju normalno odvijanje života i ugrožavaju bezbednost ljudi i imovine, da su zaposleni na radnim mestima na kojima nema uslova za obezbeđivanje minimuma procesa rada [5].

5.3. Delimična zabrana prava na štrajk

U delatnostima od opšteg interesa štrajk može da se organizuje ako se obezbedi minimum procesa rada kojim se obezbeđuje zaštita života, lične bezbednosti i zdravlja stanovništva ili dela stanovništva.

Delatnosti od opšteg interesa su delatnosti u kojima bi prekid rada ili obim trajanja prekida mogao da ugrozi život, ličnu bezbednost i zdravlje stanovništva ili dela stanovništva. U delatnosti od opšteg značaja spadaju: elektroprivreda,

vodoprivreda, saobraćaj, informisanje (radio i televizija), PTT, komunalne delatnosti, proizvodnja osnovnih prehrambenih proizvoda, zdravstvena i vetrinarska zaštita, prosveta, društvena briga o deci i socijalna zaštita.

U delatnostima od opšteg i interesa štrajkački odbor dostavlja odluku o štrajku poslodavcu odnosno udruženju poslodavaca ili osnivaču najkasnije radnih dana pre dana određenog za početak štrajka.

5.4. Privremena zabrana štrajka

Do privremene zabrane štrajka može doći u vanrednim okolnostima, za vreme ratnog stanja ili stanja državne nužde/vanrednog stanja, odnosno kada javna opasnost ugrožava opstanak države ili građana. U ovim okolnostima, dolazi do suspenzije određenih ustavnih, građanskih i socijalnih prava, uključujući i sindikalna prava i prava na štrajk[6]

5.5. Način obezbeđivanja minimuma procesa rada za vreme štrajka u delatnostima od opšteg interesa

Zakonom o štrajku predviđeno je da se minimum procesa rada za vreme štrajka u delatnostima od opšteg interesa utvrđuje kolektivnim ugovorom, pri čemu se polazi o d prirode i vrste delatnosti, stepena ugroženosti, lične bezbednosti i zdravlja stanovništva i drugih okolnosti značajnih za ostvarivanje potreba stanovništva, ako zakonom nije drugačije propisano. Ako minimum procesa rada za vreme štrajka nije utvrđen kolektivnim ugovorom, tada poslodavac i sindikat odnosno većina zaposlenih kod poslodavca mogu sporazumno da utvrde minimum procesa rada za vreme štrajka u roku od 15 dana od podnošenja predloga jedne strane. Ako sindikat odnosno većina zaposlenih i poslodavac ne postignu sporazum o minimumu procesa rada u roku od 15 dana od podnošenja predloga dužni su da o dmah p okrenu postupak mirnog rešavanja spora pred Agencijom radi postizanja sporazuma o utvrđivanju minimuma procesa rada za vreme štrajka.

Poslodavac u sporazumu o obezbeđivanju minimuma procesa rada za vreme štrajka određuje zaposlene koji su dužni d a rade za vreme štrajka radi obezbeđivanja minimuma procesa rada za vreme štrajka, a po pribavljenom mišljenju štrajkačkog odbora najkasnije pet dana pre početka štrajka. Štrajkački odbor i poslodavac su dužni da sarađuju u cilju o bezbeđivanja minimuma procesa rada za vreme štrajka[2].

6. PRESTANAK I PRAVNE POSLEDICE ŠTRAJKA

Do prestanka štrajka može da dođe na dva osnovna načina:

- sporazumom strana u sporu ili
- odlukom štrajkačkog odbora.

Za svaki novi zahtev ili u slučaju neispunjenja sporazuma koje su sačinile strane u sporu, organizator štrajka donosi novu odluku o štrajku.

6.1. Prava i obaveze zaposlenih i štrajkačkog odbora

Zaposleni zbog učešća u štrajku koji je organizovan u skladu sa zakonom ne čini povredu radne obaveze ili radne discipline, pa tako protiv njega ne može da bude pokrenut disciplinski postupak koji može da ima za posledicu izricanje

mera za nepoštovanje radne discipline, povredu radne obaveze i prestanak radnog radnog odnosa zaposlenih.

Zaposleni koji učestvuju u štrajku ostvaruje prava iz radnog odnosa, osim prava na zaradu i naknada troškova prevoza po osnovu rada, a pravo na obavezno socijalno osiguranje ostvaruje u skladu sa zakonom.

Štrajkački odbor i zaposleni koji učestvuju u štrajku su dužni da štrajk organizuju i vode na način kojim se ne ugrožava bezbednost i zdravlje lica, onemogućava nanošenje štete na srestvima rada i opremi a radi nastavka radpo okončanju štrajka.

Štrajkački odbor i zaposleni koji učestvuju u štrajku ne mogu da sprečavaju poslodavca da obavlja delatnost, ni da sprečavaju zaposlene koji ne učestvuju u štrajku da rade

6.2. Posledice organizovanja i učestvovanja u štrajku

Zaposlenom ne može prestati radni odnos zbog učešća u štrajku, osim ako:

- zaposleni koji je određen da radi zbog bezbeđivanja minimuma procesa, odbije da radi;
- kao organizator ili učesnik štrajka ugrožava bezbednost i zdravlje lica, nanosi štetu na sredstvima rada i opremi, kako bi o nemogućio nastavak rada nakon okončanja štrajka;
- učestvuje u nezakonitom štrajku;
- učestvuje ili organizuje u štrajku, a pritom je pripadnik zaposlenih kojima je zakonom pravo na štrajk zabranjeno;

O zakonitosti organizovanja i učešća u štrajku odlučuje nadležni sud.

6.3. Prava i obaveze poslodavca

Poslodavac ima pravo na naknadu štete u slučaju nezakonitog organizovanja i učešća u štrajku.

Poslodavac ne može da zaposli, radno angažuje ili na drugi način zameni učesnike u štrajku, osim kada zaposleni koji je određen da radi za vreme štrajka radi obezbeđivanja minimuma procesa rada odbije da radi ili ako je utvrđena nezakonitost štrajka.

Poslodavac ne sme da spreči zaposlene da organizuju i učestvuju u štrajku ni d a upotrebljava mere prinude ili pretnje radi okončanja štrajka, a zaposlenima koji nisu učestvovali u štrajku da predvidi povoljnije zarade ili povoljnije uslove rada[4].

7. ZAKLJUČAK

U Republici Srbiji, već duži niz godina vlada velika ekonomska nesigurnost, koja se izmedju ostalog ogleda u visokoj stopi radno sposobnih lica koja nisu zaposlena, u niskim primanjima i velikom broju zaposlenih koji prima minimalnu zaradu.

Štrajk kao pravna pojava veoma značajan i osetljiv deo radnog zakonodavstva. Njegova pojava je pokazatelj ekonomskih, političkih, pravnih i drugih poredaka u jednoj državi. Štrajk bi trebalo da bude poslednje sredstvo borbe sindikata zaposlenih u zaštiti njihovih interesa. Za zaposlene

kao i za poslodavce, najbolje je da probleme koji nastanu u vezi rada resavaju sporazumno, kako ne bi došlo do nepijatnih situacija, tenzije i zastoja na radu.

Međutim, ukoliko pregovori ne urode plodom, zaposleni imaju na raspolaganju štrajk kao pravno sredstvo za ostvarivanje svojih prava ali da obezbede minimum procesa rada u delatnostima od opšteg interesa.

Ukoliko štajkom ne uspeju da ostvare svoja prava, zaposleni imaju mogućnost da svoja prava ostvare pred prvostepenim i drugostepenim sudskim organima.

LITERATURA

- [1] B. Lubarda, *Radno pravo*, str. 978-999, Beograd 2010.
- [2] Zakon o štrajku ("Sl. list SRJ", br. 29/96 i "Sl. glasnik RS", br. 101/2005 - dr. zakon i 103/2012 - odluka US).
- [3] G. Bončić, *Preobražaj radnog odnosa*, str. 3 Niš 2016.
- [4] B. Lubarda, *Rasprava o dostojanstvu na radu i socijalnom dijalogu*, str. 1027 Beograd, 2013.
- [5] Zakon o policiji ("Sl. glasnik RS", br. 6/2016, 24/2018 i 87/2018).
- [6] Ustav Republike Srbije ("Sl. glasnik RS", br. 98/2006).



SIMULTANO PROJEKTOVANJE INOVIRANOG PROIZVODA ZA UNAPREĐENJE KONKURENTNOSTI PREDUZEĆA

SIMULTANEOUS DESIGN OF INNOVATED PRODUCT FOR IMPROVING COMPETITIVENESS OF COMPANIES

Petar Đekić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Biljana Milutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Miloš Ristić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Boban Cvetanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milan Pavlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*
Milan Nikolić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj - U ovom radu prikazan je koncept simultanog projektovanja inoviranog proizvoda radi povećanja konkurentnosti preduzeća na primeru izrade trougaone motke. Izvršena je analiza postojećeg postupka proizvodnje i upoređenje sa primerima dobre prakse u svetu. Takođe, je prikazana i primena softverskog paketa za analizu virtuelnog 3D modela. Na osnovu zaključaka iz naponsko-deformacione analize određena je tehnologija izrade proizvoda u skladu sa savremenim tehnologijama izrade.

Ključne reči: Simultano projektovanje, 3d model, naponsko-deformaciona analiza, tehnologija izrade

Abstract - This paper presents the concept of simultaneous design of an innovated product in order to increase the competitiveness of the company on the example of making a triangular pole. An analysis of the existing production process was made and a comparison was made with examples of good practice in the world. Also, the application of the software package for the analysis of the virtual 3D model is presented. Based on the conclusions from the stress-strain analysis, the technology of product production was determined in accordance with modern manufacturing technologies.

Key words: Simultaneous design, 3d model, stress-strain analysis, manufacturing technology.

1. UVOD

Uvođenjem savremenih tehnologija izrade, povećava se produktivnost, skraćuje vreme izrade proizvoda i povećava konkurentnost preduzeća kako na domaćem tako i na stranom tržištu. Kombinacijom savremenih tehnologija sa kompijuterskim razvojem proizvoda postiže se maksimalna produktivnost i konkurentnost na globalnom tržištu uz optimalno angažovanje proizvodnih kapaciteta. [1]

U postupku razvoja proizvoda, jedan od koraka je izrada modela proizvoda u cilju otklanjanja nedostataka finalnog proizvoda. Međutim, izrada fizičkog modela može da bude veoma komplikovana i skupa, pa se u novije vreme, vrši izrada virtuelnog modela proizvoda, odnosno, izrada modela proizvoda u virtuelnom okruženju. Takođe, zbog čestih izmena na modelu, potrebno je praviti više fizičkih modela što zahteva dodatno vreme u toku razvoja proizvoda, ali i dodatne finansijske troškove. Izradom 3D modela proizvoda, dobija se model u virtuelnom okruženju, odnosno u odgovarajućem softverskom paketu. Svaka izmena modela se može izvršiti veoma jednostavno i bez potrebe izrade novog modela, što čini da proces razvoja proizvoda bude jeftiniji i

značajno vremenski kraći. Postupak simulacije tj. naponsko-deformaciona analiza daje odgovore da li će proizvedeni deo zadovoljiti tražene karakteristike, ali glavnu reč ipak ima ponašanje dela u eksploataciji. Takođe, treba reći i da odabir odgovarajuće tehnologije izrade nekog proizvoda u značajnoj meri utiče na cenu proizvoda i konkurentnost. U današnje vreme pored kvaliteta proizvoda, značajno ulogu ima i vreme izrade dela koje prvenstveno zavisi od odabira tehnologije izrade.[2-3]

U ovom radu je prikazan postupak inoviranja proizvoda na primeru trougaone motke. U drugom poglavlju prikazana je analiza nedostataka izrade prvobitnog proizvoda kao i primeri dobre prakse u svetu. U trećem poglavlju prikazan je postupak naponsko-deformacione analize dela i izbor odgovarajućeg varijantnog rešenja, a u četvrtom je opisana tehnologija izrade rukavca trougaone motke. U poslednjem poglavlju dati su zaključci do kojih se došlo tokom istraživanja.

2. POSTUPAK UNAPREĐENJA PROIZVODA

Kod teretnih i putničkih vagona starije generacije, primenjuju se kočioni umeci, pri čemu se kočenje ostvaruje

na principu vučnog kočenja, odnosno stvaranja trenja između točka vagona i kočionog umetka. Sastavni deo takvog kočionog sistema je i trougaona motka prikazana na slici 1.



Slika 1. Trougaona motka.

Na krajevima trougaone motke montiraju se kočioni umeci. Zadatak trougaone motke je da se, njenim povlačenjem, ostvari kontakt između točka i kočionog umetka, čime se stvara trenje i vrši kočenje. Postupak unapređenja se zasniva na sledećoj proceduri:

- Analizom tehnološkog postupka izrade motke
- Analiza mogućnosti poboljšanja primenom svetske prakse

Nakon analize postupka izrade proizvoda i sagledvanja dobrih primera iz prakse pristupa se izradi virtuelnog modela (3D modela) i njegove simulacije primenom odgovarajućeg softvera. Po završetku simulacije pristupa se izradi novog proizvoda uz raspisivanje odgovarajuće tehnologije izrade i testiranjem u realnim uslovima eksploatacije

2.1. Analiza tehnološkog postupka izrade trougaone motke

Delovi trokake motke izrađeni su različitim postupcima mašinske obrade, pri čemu su delovi i termički obrađivani. Njihovo spajanje u završnu konstrukciju, vrši se zavarivanjem i to elektrolučnim postupkom. Na kraju tehnološkog procesa vrši se površinska zaštita izrađenog dela. Tehnološka karta procesa izrade proizvoda prikazana je na slici 2.



Slika 2. Karta tehnološkog procesa.

Na osnovu opisanog tehnološkog postupka može se zaključiti da je trenutni postupak izrade trougaone motke, sa jedne strane jako složen i zahtevan, dok je sa druge strane slabo isplativ. Kada je u pitanju mašinska obrada, zahteva se veći broj različitih mašina alatki (testere; struga (konvencionalni ili CNC strug/ obradni centar; glodalice (konvencionalna /CNC glodalica/ obradni centar) i CNC plazma/laser.

Treba napomenuti da bi u slučaju da se delovi rade na konvencionalnim mašinama, bilo neophodno obezbediti visoko kvalifikovane strugare i glodače. U slučaju da se delovi izrađuju na CNC mašinama neophodno je da se rad organizuje uz pomoć operatera CNC mašina, dok bi G-kod izrađivao inženjer-programer CNC mašina.

Najzahtevniji deo je rukavac. Ovaj deo zahteva visoku tačnost izrade, kao i sama trougaona motka, te je neophodno

da svaki deo u postupku izrade pre postupka spajanja bude kontrolisan. Posle mašinske obrade vrši se termička obrada izrađenih delova. Nakon postupka spajanja zavarivanjem, takođe je neophodno izvršiti finalnu kontrolu svakog komada. Postupak zavarivanja zahteva sertifikovanog zavarivača i odgovarajuću opremu. Na kraju postupka proizvodnje, neophodno je izvršiti i površinsku zaštitu gotovog dela, pa je i tu neophodna odgovarajuća oprema.

Pored angažmana većeg broja mašina alatki neophodan je i angažman velikog broja radnika različite stručnosti: pomoćnih radnika, alatničara (strugara i glodača); operatera CNC mašina, CNC programera; zavarivača i kontrolora po smeni. Pored angažovanja velikog broja mašina i radnika, produktivnost je veoma mala.

Detaljnijom analizom uočava se da su dva postupka obavezna i trenutnim tehnologijama se ne mogu unaprediti, niti zameniti, a to su termička obrada i površinska zaštita.

2.2. Analiza mogućnosti za poboljšanje proizvoda primerima iz svetske prakse

Analizom nedostataka postojeće tehnologije izrade trougaone motke za vagone sa aspekta tehnološkog postupka, troškova izrade i vremena izrade utvrđeno je da sadašnja tehnologija izrade trokake motke ima dosta nedostataka:

- zahteva angažovanje većeg broja mašina alatki i
- ima mnogo propisanih operacija obrade različitog nazivnog kvaliteta čime se povećava mogućnost nastanka grešaka u proizvodnji.
- zahteva angažovanja većeg broj radnika, čime se značajno povećava uticaj ljudskog faktora na postupak proizvodnje.

Zbog toga je izvršena analiza mogućnosti za poboljšanje tehnološkog procesa sagledavanjem raspoložive svetske prakse. Analizirana su dostupna rešenja proizvodnje trougaone motke, tehnologija proizvodnje i njeni nedostaci i na osnovu ove analize došlo se do najekonomičnije tehnologije izrade. Dostupna rešenja grupisana su na osnovu sličnosti u tehnologija izrade prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Primeri dobre svetske prakse[4-7].

Varijantno rešenje	Tehnologija izrade
I varijanta	-glodanje -struganje -bušenje -zavarivanje
II varijanta	kovanje -struganje -bušenje -presovanje
III varijanta	- livenje

Na osnovu izvršene analize predstavljenih varijantnih rešenja dolazi se do zaključka da se u razmatranje mogu uzeti ona kod koja su izrađena kovanjem ili livenjem. Rešenje koje ima kombinaciju spajanja sa zavrtanjskom vezom se izbacuje zbog pouzdanosti celog sklopa. Isto važi i za sklapanje delova postupkom pertlovanja. Detaljnijom analizom opterećenja i naponsko-deformacionih stanja, kao i tehnologija kovanja i livenja, dolazi se do zaključka da se rukavac treba izraditi postupkom livenja. Razlog što se daje prednost livenju u od-

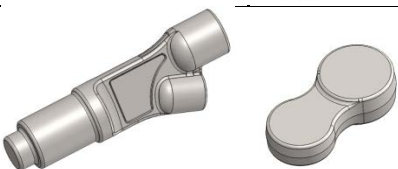
nosu na kovanje, iako delovi dobijeni kovanjem imaju bolje mehaničke karakteristike, leži u tome što je postupak livenja jeftiniji. Naime, da bi se rukavac i uvo trougaone motke izradili kovanjem neophodno je da se izradi alat za kovanje, koji je jako skup i ograničen je brojem serija koje može da proizvede. Takođe je problem što za svaki tip trougaone motke treba izraditi poseban alat, što nije ekonomski isplativo za male serije, a da se ne govori o tome da je neophodno modifikovati tj. poboljšanje proizvod.

U slučaju tehnologije livenja jako lako i jeftino se izrađuje alat (kalup) za livenje, ali je postupak izrade dela vremenski duži po komadu. Ako bi se radilo istovremeno livenje većeg broja komada, vreme izrade je znatno brže nego kod kovanja, jer se u jednoj šarži može odliti veći broj komada. Prednost postupka livenja u odnosu na postupak kovanja i u tome što se vrlo lako može izvršiti korekcija (promena) geometrije rukavca ili uva trougaone motke.

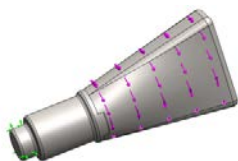
3. TESTIRANJE RAZVIJENOG MODELA PRIMENOM KOMPIJUTERSKE SIMULACIJE

Za izradu 3D virtuelnog modela rukavca trougaone motke i uva trougaone motke, korišćen je softverski paket SolidWorks. Kako bi se izvršila analiza funkcionalnosti proizvoda i izabralo optimalno rešenje, kreirana su dva varijanta rešenja, koja su prikazna u tabeli 2.

Tabela 2. Varijantna rešenja sa karakteristikama.

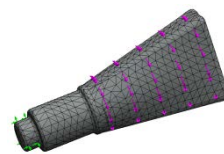
Var. rešenje	Izgled rešenja
I varijanta -rukavac 12,2 kg, -uvo 2,9 kg	
II varijanta - rukavac 6,7 kg, - uvo 2,6 kg	

Poređenjem varijantnih rešenja, može se videti da je za izradu drugog varijantnog rešenja oba proizvoda potrebno manje materijala, što utiče na smanjenje vremena i troškova izrade. Simulacije tj. analiza naponsko-deformacionih stanja izvršena je sa 3D modelima rukavca trougaone motke zbog veoma važne uloge u sklopu trougaone motke, i to za oba varijantna rešenja sa istim opterećenjem (160 kN), kako bi se uporedili rezultati istih. Za navedene simulacije, korišćen je modul Simulation softverskog paketa SolidWorks, i metoda konačnih elemenata. Kod prvog varijantnog rešenja, prvo su postavljana ograničenja i opterećenja (prikazano zelenom i ljubičastom bojom na slici 3).



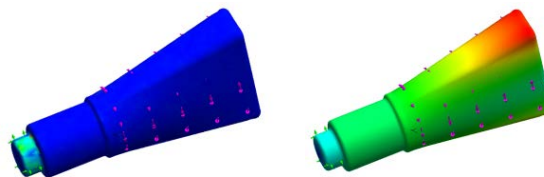
Slika 3. Ograničenja i opterećenja – I varijantno rešenje.

Zatim je izvršeno „meširanje”, odnosno deljenje proizvoda na određeni broj trougaonih elemenata (Slika 4).



Slika 4. „Meširanje” – prvo varijantno rešenje.

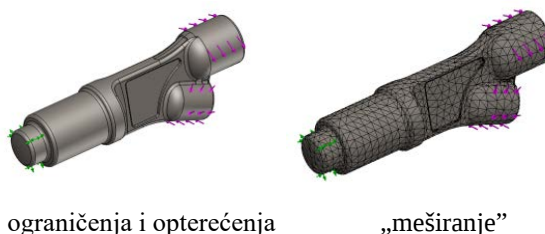
Kako proizvod nije jednostavne geometrije, potrebno je uraditi kontrolu meširanja. Odabirom manje veličine elemenata, rezultati će biti tačniji, međutim to zahteva mnogo vremena i dodatne tehničke resurse za proračun. Stoga, je neophodno odrediti optimalnu veličinu elemenata. Rezultati analize naponsko-deformacionog stanja su prikazani na slici 5.



Slika 5. Naponsko-deformaciono stanje rukavca pod zadatim opterećenjem – I varijantno rešenje.

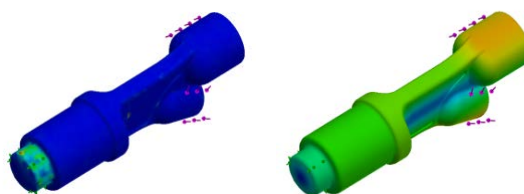
Kod dijagrama naponskog stanja, plavom bojom su prikazani manji naponi, što pokazuje da je raspored napona za zadati model sasvim zadovoljavajući. Kod dijagrama deformacionog stanja, najveća deformacija je javlja na kraju što je i očekivano shodno zadatom ograničenju i opterećenju. Rezultati simulacije su pokazali da proizvod prikazane geometrije i materijala odgovara zadatim zahtevima.

I za drugo varijantno rešenje su postavljena ograničenja i opterećenja i izvršeno je meširanje (Slika 6). Zbog još složenije geometrije u odnosu na prvo varijantno rešenje, i ovde je urađena kontrola meširanja.



Slika 6. Opterećenja i meš II varijantnog rešenja.

Zatim je, prema zadatim parametrima, urađena simulacija. Rezultati simulacije su prikazani na slici 7, tj. dijagrami naponsko-deformacionog stanja.



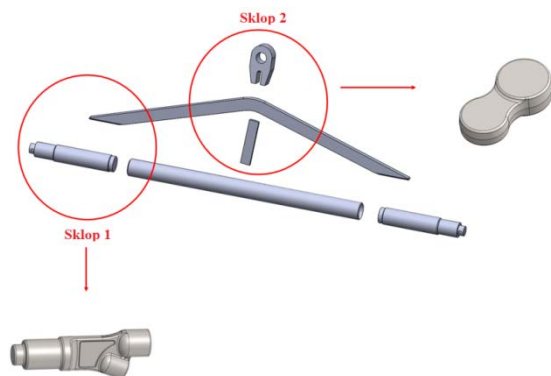
Slika 7. Naponsko-deformaciono stanje rukavca pod zadatim opterećenjem – II varijantno rešenje.

U poređenju sa prvim varijantnim rešenjem, može se primetiti da na sredini postoje mesta gde se javljaju više vrednosti napona, što je sasvim očekivano, shodno smanjenju

zida rukavca, to ne utiče na funkcionisanje dela u kompletnom sklopu. Međutim, kod dijagrama deformacionog stanja, deformacija se razlikuje u odnosu na prvo varijantno rešenje, što je posledica delimične promene geometrije, te je deformacija drugačije raspoređena duž celog dela. Rezultati simulacije su pokazali da drugo varijantno rešenje zadovoljava zadate zahteve, pri čemu je masa rukavca u odnosu na prvo varijantno rešenje značajno manja.

4. TEHNOLOGIJA IZRADE ODABRANOG REŠENJA

Unapređenje tehnologije izrade je izvršeno u pravcu modifikacije postojećeg rešenja tako da se delovi rukavac, profil i cev objedine u sklop 1 (rukavac), a delovi uvo i ukrucenje u sklop 2 (uvo trokrate motke) što je prikazano na slici 7.



Slika 7. Unapređenje tehnologije izrade.

Tehnološki postupak izrade trougaone motke sastoji se iz šest obradnih procesa i prikazanje glavnom kartom tehnološkog procesa na slici 8.

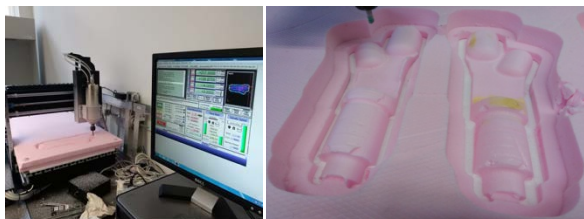


Slika 8. Glavna karta tehnološkog postupak izrade trougaone motke.

Na osnovu sprovedene analize došlo se od zaključka da je najbolja tehnologija livenjem. Pri čemu je sledeći postupak izrade rukavca i uвета trougaone motke:

- Izrada kalupa za livenje
- Livenje u pesku na osnovu izrađenog kalupa.
- Termička obrad poboljšanjem na 260-280 HB

Izrada kalupa je izvršena na CNC glodalici što je i prikazana na slici 9.



Slika 9. Postupak izrade kalupa CNC.

Nakon izrade kalupa za livenje pristupljeno je postupku livenja proizvoda u pesku što je prikazano na slici 10.



Slika 10. Postupak izrade kalupa za livenje u pesku.

5. ZAKLJUČAK

Postupak simultanog projektovanja u značajnoj meri utiče na skraćanje vremena izrade nekog dela i olakšava odabir tehnologije izrade nekog dela. Primenom odgovarajućih softverskih paketa za naponsko-deformacionu analizu značajno se skraćuje vreme izrade dela, jer nije potrebno izrađivanje fizičkog modela radi tetiranja već se ono vrši u virtuelnom okruženju.

Kombinacijom odgovarajuće tehnologije izrade proizvoda u skladu sa rezultatima simulacije značajno se utiče na produktivnost, jer se sa jedne strane skraćuje vreme razvoja dela, dok se sa druge strane vrši optimizacija tehnološkog postupka. Kao glavni cilj se dobija brža i jeftinija proizvodnja

ZAHVALNOST

Istraživanje prikazano u ovom radu je realizovano u okviru projekta "Simultano projektovanje inoviranog proizvoda za unapređenje konkurentnosti preduzeća" Mera podrške za MMSPP, za projekte saradnje sa naučno obrazovnim institucijama, inovacionim organizacijama i udruženjima finansirano do strane Kancelarije za lokalni ekonomski razvoj i projekte grada Niša

LITERATURA

- [1] A. Hallem, M.Jovaid. "Additive Manufacturing Applications in Industry 4.0" *Journal of Industrial Integration and Management*, 04, Avgust 2014
- [2] U.Zaman, M. Rivvete" Integrated product-process design: Material and manufacturing process selection for additive manufacturing using multi-criteria decision making " *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 51, pp 169-180, june 2018
- [3] S. Douglas, T.Gilbert, S. Gilbert, "Costs and cost effectiveness of additive manufacturing," U.S. Department of Commerce-National Institute of Standards and Technology, 2014
- [4] Metalac PNT d.o.o http://www.metalac-pnt.hr/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=71&itemid=89&lang=hr (15.08.2020.)
- [5] Ferrum Rail Components <http://www.ferrumwagon.pl> (15.08.2020.)
- [6] Kuźnia Ostrów Wielkopolski Sp. <http://kuzniaostrow.pl> (15.08.2020.)
- [7] Jiangsu Newer Train Technology Co www.newertrain.com (15.08.2020.)



TEHNO – EKONOMSKA ANALIZA DONJE PEČURE TROKRAKOG REGULACIONOG VENTILA

THREE-WAY FLANGED VALVE LOWER CONE TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS

Miloš Ristić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Milan Pavlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Petar Đekić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Biljana Milutinović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Milan Nikolić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

Sadržaj – Tehno-ekonomska analiza je metodologija kojom se utvrđuje mogućnost i opravdanost izrade proizvoda. Analiza tehnološkiosti sagledava tehnološke zahteve, mogućnosti izrade i ograničenja proizvodnog procesa. Sa druge strane ekonomski deo analize sagledava troškove proizvodnje, investicije i samu opravdanost predložene tehnologije za izrade dela. U ovom radu biće prikazana tehnno-ekonomska analiza donje pečurke, dela koji se ugrađuje u trokraki regulacioni ventil.

Ključne reči: Tehno-ekonomska analiza. Analiza tehnološkiosti. Donja pečurka.

Abstract - Techno-economic analysis is a methodology that determines the possibility and justification of product development. Manufacturability analysis considers technological requirements, manufacturing capabilities and limitations of the production process. On the other hand, the economic part of the analysis looks at the production costs, investments and the justification of the proposed technology for the part manufacturing. This paper will present a techno-economic analysis of the lower cone, the part that is installed in the three-way flanged valve.

Key words: Techno-Economic Analysis. Manufacturability Analysis. Lower cone.

1. UVOD

Izazovi funkcionalnog razvoja proizvoda [1] i analize tehnološkiosti proizvoda [2], kao i mogućnosti projektovanja za proizvodnju i inženjerstva znanja (engl. *knowledge engineering*) [3] predstavljaju svakodnevnu sliku na svetskom tržištu, gde kompanije nastoje da povećaju profit smanjenjem troškova tokom razvoja proizvoda i povećanjem kvaliteta. Integriranim razvojem proizvoda i simultanim inženjerstvom [4] obezbeđuje se da multidisciplinarni timovi stručnjaka rade paralelno tokom razvoja proizvoda. Na taj način proizvod biva sagledan iz svih uglova životnog ciklusa proizvoda.

Razmatranje tehnološkiosti je postalo važan deo savremenih CAD/CAM sistema [5]. Nenaerme greške kao što su izostavljanje zaobljenja ivica ili nepotrebno veliki zahtevi u vezi sa kvalitetom površina koji prolaze nezapaženo kroz fazu projektovanja mogu biti izbegnuti implementacijom alata za projektovanje za proizvodnju. Najčešće, problem razmatranja tehnološkiosti konstrukcije se svodi na sledeće tri analize [2]:

- Utvrditi da li je model proizvoda (oblik, dimenzije, tolerancije, kvalitet površina) moguće izraditi ili ne;
- Ako je utvrđeno da se model proizvoda može izraditi, utvrditi stepen tehnološkiosti;

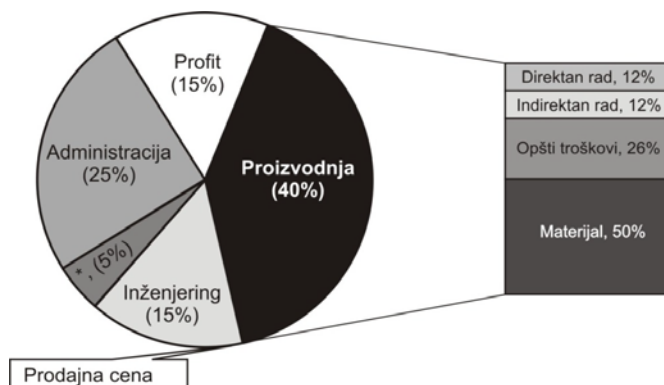
- Ako je utvrđeno da virtuelni prototip modela proizvoda nije moguće izraditi, prepoznati svojstva koja stvaraju probleme u vezi sa izradom.

U ovom radu biće razmatrana tehnološkiost „Donje pečurke F_4037_08-431“ [6] važnog elementa u trokrakom elektromotornom regulacionom ventilu. Kako je ovo proizvod složene geometrije, tj. sastavljen je iz površina koje nisu tipske već spadaju u tzv. slobodne forme, parametarsko projektovanje proizvoda predstavlja uslov za savremenu analizu tehnološkiosti [7]. Integracijom CAD i CAM alata obezbeđuje se automatizacija procesa proizvodnje, a zahvaljujući naponsko-simulaciji i vizuelizaciji, moguće je oceniti tehnološkiost u najranijoj fazi razvoja proizvoda.

2. EKONOMSKI OSVRT NA SAVREMENE PROIZVODNE PROCESSE

Težnja savremene proizvodnje je da i na izrazito malim serijama proizvoda, pa i na personalizovanim proizvodima ostvari efekat sličan onima u masovnoj proizvodnji (ili bar u velikoj serijskoj proizvodnji). To se posmatrano van proizvodnog pogona može opisati na sledeći način. Ulazna sirovina u formi materijala se oblikuje u proizvod i time se njegova ulazna vrednost višestruko uvećava. Na taj način se ostvaruje profit. Na prodajnu cenu utiču brojni faktori, od čega troškovi proizvodnje imaju najveći udeo od približno 40%. Troškovi materijala učestvuju direktno u trajnim

troškovima proizvodnje u širokom rasponu od 20 do 80% zavisno od vrste proizvoda i količine (često oko 50% kod većih količina) [8]. Tada treba voditi računa o troškovima proizvoda kao celine a ne samo materijala, pa se mora uzeti u obzir i rad kao i opšti troškovi proizvodnje, što prikazuje slika 1 [8].



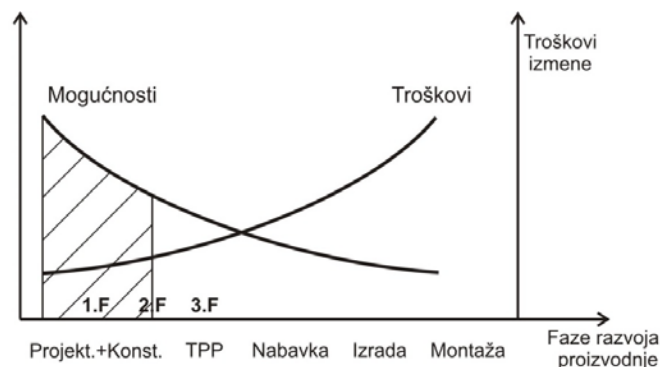
Slika 1. Karakteristična raspodela troškova u proizvodnji.

Lako dostupni i relativno jeftini sistemi za projektovanje uz pomoć računara su umnogome doprineli povećanju produktivnosti i smanjenju troškova prilikom izvođenja iteracija: osmisli – testiraj – ispravi. Primeri ovih sistema su programski paketi za parametarsko projektovanje pomoću tehničkih elemenata, naponsko-deformacionu analizu metodom konačnih elemenata, kinematske analize i simulacije, kao i sistemi za neposrednu ili direktnu izradu prototipova. Pojava ovih alata potakla je istraživanje u oblasti tzv. simultanog (konkurentnog/uporednog) projektovanja (inženjerstva), gde se analize koje su inače svojstvene tradicionalno „kasnijim“ razvojnim fazama započinju u najranijim fazama projektovanja. Projektovanje za proizvodnju predstavlja važnu komponentu u okruženjima simultanog projektovanja.

3. TEHNOLOGIČNOST PROIZVODA

Analiza tehnologičnosti predstavlja jednu vrstu stalnog izazova. Sa jedne strane inženjeri konstruktori razvijaju proizvod koji inženjeri proizvodnje treba da izrade. U cilju postizanja što kvalitetnijih, inovativnih i ekonomski isplativih rešenja potrebno je, da se ostvari dobra saradnja između inženjera konstruktora i inženjera proizvodnje još u fazi projektovanja i konstruisanja proizvoda. Razlog tome leži u činjenici da u početnim fazama razvoja proizvoda je moguće najlakše vršiti izmene, modifikacije, provere, poboljšanja, analize, simulacije i verifikacije. Kako proces tehnološke pripreme, a zatim i nabavke i proizvodnje krene, mogućnost tih izmena se smanjuje a troškovi izmena postaju veoma visoki (slika 2). Ova kolaboracija nije ograničena samo na inženjere već je preko potrebna pravovremenim uključivanjem celokupnog poslovnog sistema (nabavka, kontrola, servis, održavanje, itd.)

Razvoj proizvoda je zadatak za čije izvršenje je poželjan timski interdisciplinarni rad. Analiza tehnologičnosti je, u osnovi, metod u projektovanju za proizvodnju koji treba da nam obezbedi odgovor na pitanje: Da li je i uolikoj meri moguće izraditi predloženu konstrukciju? [2] Sasvim je jasno da će odgovor na ovo pitanje zavistiti prvenstveno od odlika proizvoda koji treba izraditi. Zbog toga u analizi tehnologičnosti ne postoji jedinstven sistem niti pristup.



Slika 2. Mogućnosti i troškovi izmena tokom faza razvoja i proizvodnje.

Da bi analizirali tehnologičnost, potrebne su nam informacije o predloženoj konstrukciji i dostupnim proizvodnim resursima [4]. Ako je predložena konstrukcija dostupna u obliku solid modela, zajedno sa informacijama o tolerancijama i površini kao atributima (osobinama), i ako postoje informacije o dostupnim proizvodnim operacijama – informacije koje uključuju mogućnosti procesa, ograničenja po pitanju dimenzija i sl., možemo ove informacije modelirati korišćenjem proizvodnih tehničkih elemenata.

Osnovna ideja analize tehnologičnosti je da se generišu (naprave) alternativne interpretacije dela kao skupova proizvodnih tehničkih elemenata [4]. Zatim se ove interpretacije uvode u planove operacija, gde se ocenjuje tehnologičnost svakog plana operacije.

U analizi tehnologičnosti možemo prepoznati četiri karakteristična slučaja u kojima projektovan model nije tehnologičan. U tim slučajevima, potrebno je razmotriti unošenje promena u projektovanu konstrukciju, prema sledećim postupcima [2]:

- Ukoliko neki delovi konstrukcije ne odgovaraju nijednom proizvodnom tehničkom elementu, onda se ovi delovi moraju modifikovati ili eliminisati.
- Ukoliko se ne može naći plan operacije koji može da kreira oblik i dimenzije konstrukcije, onda su dimenzije i/ili oblik nezadovoljavajući i trebalo bi ih promeniti tako da se na njih može primeniti bar jedan plan operacije.
- Ukoliko ni jedan plan operacije ne može da zadovolji tolerancije konstrukcije, onda bi konstruktor trebalo da razmotri promenu nedostižnih tolerancija ili promenu oblika i/ili dimenzija konstrukcije.
- Ukoliko postoje ciljano vreme ili cena i nijedan plan operacije ne može da ostvari te ciljeve, onda bi trebalo razmotriti menjanje konstrukcije kako bi karakteristike procesa projektovanja koje zahtevaju skupe i vremenski zahtevne mašinske operacije bile eliminisane.

Analiza tehnologičnosti nije univerzalni pristup i ne može se predstaviti univerzalnim algoritmom, dijagramom toka ili šemom. U zavisnosti od vrste obrade, javiće se i specifičnosti (razlike) modula i pristupa u analizi tehnologičnosti. Veliki broj sistema za procenu tehnologičnosti razvijen je za delove koji se dobijaju substraktivnim procesima (skidanjem materijala). Postoje i sistemi koji procenjuju tehnologičnost aditivnih procesa (dodavanjem materijala) i formativnih procesa (očvršćavanjem materijala).

4. RAZMATRANJE TEHNOLOGIČNOST PROIZVODA DONJE PEČURKE F_4037_08-431

Oblik mašinskog dela je tehnologičan ako je pogodan za izradu predviđenom tehnologijom, pa je nesporna činjenica da konstrukcija proizvoda ima veliki uticaj na ekonomičnost proizvodnje [4]. Zbog toga se kod konstrukcijske definicije proizvoda nastoji pronaći rešenje, koje zahteva minimum utroška materijala i vremena izrade sa minimalnom potrebnom proizvodnom opremom za proizvod koji odgovara određenoj nameni i funkciji

Donja pečurka je veoma važan segment trokrakog regulacionog ventila prikazanog na slici 3 [6].



Slika 3. Trokraki elektromotorni regulacioni ventil [6].

Ovaj ventil izrađuje kompanija „Feniks bb“ i koristi se za regulaciju protoka fluida u sistemima grejanja, klimatizacije, rashladnim sistemima, industrijskim i tehnološkim procesima. Primenjuju se kao izvršni organi u regulacionom kolu, za promenu protoka radnog fluida. Radni fluid može biti hladna, topla ili vrela voda, temperature od 5°C do 140°C [6].

Kod razvoja i projektovanja proizvoda, funkcija cilja i tražena upotrebna svojstva proizvoda su primarni zahtevi koje projektant treba da ispuni, pri čemu mora da sagleda i proizvodne postupke koji će biti primenjeni kod njegove proizvodnje, kao i ekonomičnost tih postupaka.

Donja pečurka je deo složene geometrije. Sastavljen je iz površina koje nisu tipske već spadaju u tzv. slobodne forme. Njihovo modeliranje zasniva se na projektovanju pomoću eksponencijalnih funkcija kako bi naležuća površina bila adekvatna.

Projektovani deo odgovara zahtevima sklopa i sada se postavlja pitanje da li postoji minimalno jedan tehnološki plan proizvodnje koji obezbeđuje da se deo izradi u zadatom kvalitetu u propisanim tolerancijama tačnosti?

Firma Feniks bb može da izrađuje ovaj proizvod na dva načina:

- 1) Na univerzalnim konvencionalnim mašinama (strugovima i glodalicama) za koje imaju iskusne radnike i gde su troškovi izrade manji (manja cena radnog sata mašine, alata, pa i radnika)
- 2) Na savremenim CNC mašinama koje takođe poseduju u proizvodnom pogonu, ali za koje nemaju odgovarajuće operatore i/ili inženjere koji bi izvršili programiranje CNC mašina.

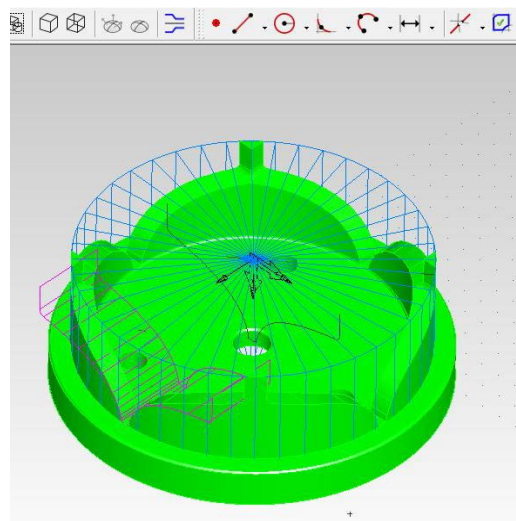
Problem 1: Prilikom izrade dela na univerzalnim mašinama, bilo je nemoguće adekvatno izraditi deo! Geometrija nije bila odgovarajuća i deo nije bilo moguće izraditi

Problem 2: Usled nedovoljnog poznavanja programiranja savremenih CNC mašina, ručnim pisanjem G koda nije moguće aproksimirati kretanje alata čija putanja je definisana eksponencijalnom funkcijom. Usled toga javlja se greška u izradi koja je izrazito velika i koja se uočava golim okom.

Problem 3: Da bi deo bio izrađen na savremenoj CNC mašini, neophodno je obučiti inženjere da rade u savremenim CAD/CAM sistemima koji direktno iz CAD alata integrišu G-kod. Ovaj pristup zahtevao je obuku inženjera za programiranjem CNC mašina. Nakon obuke, na realnim proizvodima i za potrebe kompanije, došlo se do odgovarajućeg koda koji ja mašina uspešno izradila u svim propisanim tolerancijama.

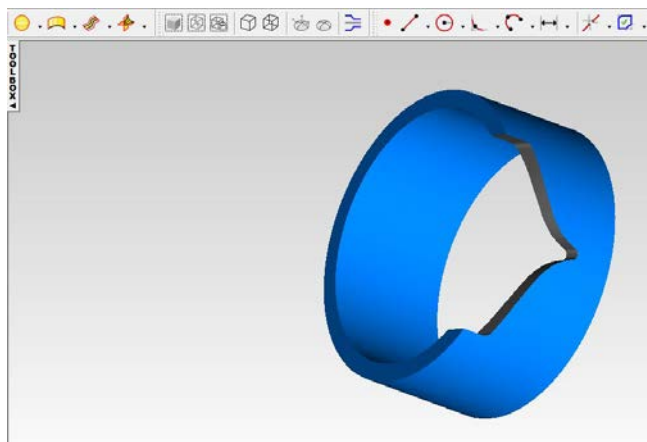
Postupak utvrđivanja tehnologičnosti proizvoda započeo je izradom odgovarajućeg CAD modela i tehničke dokumentacije. Zahvaljujući CAM softverima izvršeno je programiranje mašine u virtuelnim uslovima, kako bi na datom modelu bile sprovedene potrebne analize.

Prikaz programiranja dela pomoću FeatureCAM-a [9] dat je na slici 4. Razvijen je CAD model koji je podešen prema karakteristikama CAM modula a zatim je podešavanje vršeno prema raspoloživim alatima kompanije.



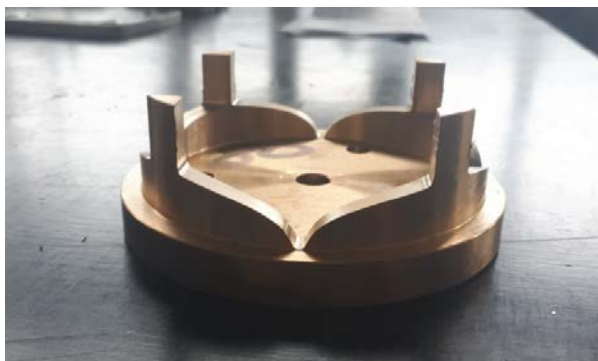
Slika 4. Početak izrade donje pečurke.

FeatureCAM je izvršio simulaciju postupka obrade na adekvatnoj CNC mašini prema raspoloživim resursima. Prikaz simulacije sa G i M kodom dat je na slici 5.



Slika 5. Simulacija izrade donje pečurke u FeatureCAM-u.

Analiza je pokazala da je deo moguće izraditi na CNC mašini, a kompatibilnost Fanuc-inog postprocesora [10] ugrađenog u CNC mašinu i softverskog alata FeatureCAM obezbedili su da u prvoj iteraciji bude izrađen proizvod zadovoljavajuće tačnosti. Prikaz urađenog dela dat je na slici 6.



Slika 6. Izrađen proizvod Donje pečurke na CNC mašini.

5. EKONOMSKA OPRAVDANOST PRIMENJENE TEHNOLOGIJE IZRADE

Upoređivanjem troškova izrade ovog proizvoda na konvencionalnim mašinama u odnosu na troškove izrade proizvoda na CNC mašinama potpuno je jasno da bi univerzalne konvencionalne mašine bile znatno bolja i isplativija opcija za izradu proizvoda.

Međutim, ove mašine ne mogu da izrađuju delove složene geometrije sa slobodnim geometrijskim formama kakve postoje na proizvodu „donja pečurka“. Propisane tolerancije dužinskih mera kao i sistem naleganja zahteva visoku tačnost izrade. Takođe, zahtevana hrapavost površina je veoma važan atribut i osobina ovog proizvoda, posebno imajući u vidu da je deo izrađen od materijala CW617N. Uzimajući u obzir tehnološku nemogućnost izrade, tj. činjenicu da ne postoji ni jedan mogući plan izrade ili obrade na konvencionalnim mašinama, opcija izrade na ovim mašinama ne može se razmatrati.

Zbog toga je izrada ovog proizvoda u kompaniji Feniks na CNC mašini jedini mogući postupak. Optimizacijom putanje alata dobiće se i izvesna ušteda na vremenu tako da će nakon dodatnih napora uložених u razvoju proizvoda pri programiranju mašine, razvijanju modela i kompletnom razvoju proizvoda, dalja izrada ovih proizvoda biti moguća u kraćem vremenskom intervalu čime će se ostvariti ušteda u sumiranim troškovima proizvodnje.

6. ZAKLJUČAK

Tehno-ekonomska analiza proizvoda i njegovih komponenti ima za cilj da odgovori pre svega na pitanje da li je proizvod moguće izraditi. Ukoliko je odgovor potvrđan, traga se za optimalnim planom i tehnološkim postupkom izrade. U tom segmentu, izvršena je ova analiza na primeru mašinskog dela pod nazivom „donja pečurka“ koji je važan segment sklopa trokrakog ventila. Analiza je ukazala na prednosti primene CNC tehnologije i nužnost njihove primene u pogledu ostvarivanja tačnosti i kvaliteta izrade.

Problemi u kompaniji „Feniks bb“ koja izrađuje trokraki ventil i donju pečurku kao njen sastavni deo, prepoznati su kao:

- Na univerzalnim mašinama nije moguće izraditi složenu geometriju u zahtevanoj tačnosti koju poseduje deo „donja pečurka“
- Ručnim pisanjem G-koda nemoguće je izvršiti kretanja alata po zadatoj konturi eksponencijalne funkcije
- Inženjerski kadar nije dovoljno obučen za rad sa savremenim CAD/CAM alatima.

Kao rešenje, nametnula se potreba da se izvrši tehno-ekonomska analiza opravdanosti izrade proizvoda propisanom tehnologijom.

Analiza je ukazala da je deo tehnološki ako se izrađuje na CNC mašini, prethodno programiranoj integracijom CAD modela proizvoda sa CAM softverom mašine.

Upotreba softverskog paketa poput FeatureCAM-a obezbeđuje simuliranje procesa obrade na veoma realan način.

ZAHVALNOST

Ovaj rad proistekao je iz projekta „Kreiranje održivih inovacija za unapređenje konkurentnosti preduzeća“ finansiranog od strane Kancelarije za lokalni ekonomski razvoj i projekte grada Niša kroz meru unapređenje saradnje privrede i naučno – obrazovnih institucija, projekat programa lokalnog ekonomskog razvoja Grada Niša za 2018. godinu. Autori se ovom prilikom se zahvaljuju na pruženoj podršci.

LITERATURA

- [1] R. Sethi, D. Smith, C.W. Park, *Cross-Fnctional Product Development Teams, Creativity, and the Innovativeness of New consumer Products*, Journal od Marketing Research, Vol. XXXVIII (Feb. 2001) pp. 73-85.
- [2] Gupta S. K., Nau D. S., Regli W. C., Nau D., *Automated Manufacturability Analysis: A Survey*. Research in Engineering Design, 9 (3): 168-190., 1997.
- [3] S. L. Kendal, M. Creen, *An Introduction to Knowledge Engineering. In: An Introduction to Knowledge Engineering*. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84628-667-4_1, 2007. pp. 1-25.
- [4] Ristić M., Manić M., Kosanović M., Pavlović M., *Paremetrically Designed Product Manufacturability Analysis Using Knowledge Based System*, 13th International Scientific Conference MMA 2018 – Flexible Technologies, Novi Sad, Serbia, pp. 207-210., September 28-29, 2018.
- [5] Devedžić G., CAD/CAM tehnologije, Fakultet inženjerskih nauka – Univerzitet u Kragujevcu, 2009.
- [6] Katalog proizvoda kompanije Feniks bb, <https://www.feniksbb.com/>.
- [7] Manic M., Miltenovic V., Stojkovic M., Banic M., *Feature Models in Virtual Product Development*, Strojišni vestnik, 56 (3). 2010.
- [8] J. T. Black. *The Design of Factory with a Future*. McGraw-Hill, Inc.: New York, New York, 1991.
- [9] Autodesk Inc., *FeatureCAM software*, <https://www.autodesk.com/products/featurecam>.
- [10] Fanuc Corporation Ltd. <https://www.fanuc.com/>.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

0/9(082)(0.034.2)

**ZBORNİK radova 2020 [Akademije tehničko-vaspitačkih
strukovnih studija]** [Elektronski izvor] / [urednik Srđan
Jovković]. - Niš : Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih
studija, 2020 (Niš : Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih
studija). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM); 12 cm

Sistemske zahteve: Nisu navedene. - Nasl. sa naslovne strane
dokumenta. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-81912-00-3

a) Наука -- Зборници

COBISS.SR-ID 29176073