



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

# ZBORNİK RADOVA 2019



[www.vtsnis.edu.rs](http://www.vtsnis.edu.rs)



[info@vtsnis.edu.rs](mailto:info@vtsnis.edu.rs)

# **ZBORNIK RADOVA**

AKADEMIJE TEHNIČKO-VASPITAČKIH STRUKOVNIH STUDIJA -  
ODSEK NIŠ

NIŠ  
2019.

**ZBORNİK RADOVA**

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš

**Izdavač:**

Akademije tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš

Niš, Aleksandra Medvedeva 20

Tel: (018) 588 211, 588 039, 588 040

Tel/Fax: (018) 588 210

E-mail: info@vtsnis.edu.rs

<http://www.vtsnis.edu.rs>

**Urednik:**

dr Saša Nikolić

**Recezeni:**

Tim za Naučno-istraživačku delatnost

**Tehnička obrada:**

Goran Milosavljević, dipl. inž. el.

**Korice:**

Goran Milosavljević, dipl. inž. el.

**Štampa:**

WEB izdanje

**ISBN:**

978-86-85391-41-5

## **PREDGOVOR**

*Akademija Tehničko-vaspitačkih Strukovnih Studija Niš, formirana je u cilju unapređenja postojećeg stanja u Strukovnom obrazovanju u Republici Srbiji. Svrha strukovnog obrazovanja, podrazumeva na prvom mestu stvaranje uslova za brz i efikasan transfer znanja iz sfere obrazovanja ka privredi i obrnuto. Ideje, rezultati, zaključci, zasnovani na predanom radu nastavnog osoblja visokoobrazovnih ustanova u svim naučnim poljima, predstavljaju veliki razvojni potencijal i kapacitet privrede i adekvatan odgovor na tehnološke izazove i zahteve modernog tržišta rada.*

*Akademija Tehničko Vaspitačkih Strukovnih Studija Niš, je moderna ustanova visokog obrazovanja i u potpunosti izvršava svoju misiju. Razvoj savremenih tehnologija i njihova primena u svim sferama našeg svakodnevnog života je za nas veliki izazov. Permanentnim praćenjem i uključivanjem novina u sadržaje studijskih programa, našim studentima omogućavamo sticanje novih znanja potrebnih za uspešno uključivanje u privredne tokove.*

*Ovaj zbornik predstavlja, doprinos nastavnog osoblja odseka Niš razvoju i primeni novih tehnologija u 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, društveno humanističkih nauka, daju određeni doprinos rešenjima realnih stručnih problema u ovim oblastima. Dobar deo predstavljenih rezultata je već našao svoju primenu u privredi i to ovom zbornik daje poseban značaj.*

*Kao i prethodnih godina, svoj doprinos kvalitetu ovog zbornika pružili su kordinatori u saradnji sa Belgorodskim Državnim Tehnološkim Univerzitetom V.G. Šuhov iz Rusije Nemanja, Snežana i Aleksandar Laketić, kao i kolege sa pomenutog Univerziteta, sa svojim radovima na čemu im se iskreno zahvaljujemo.*

*Na kraju ovim zbornikom radova, potvrđujemo da smo kao predstavnici struke, dosledni našim opredeljenjima, da zajedno stvaramo savremeno društvo XXI veka.*

*Niš,  
Decembar 2019*

## SADRŽAJ:

<b>1. PERFORMANSE KONVOLUCIONOG JEDNOPARAMETARSKOG JEZGRA PETOG REDA KOD INTERPOLACIJE SLIKE</b>	<b>1</b>
Nataša Savić, Zoran Milivojević	
<b>2. MERENJE EFIKASNOSTI OKLOPLJAVANJA U MIKROTALASNOM OPSEGU</b>	<b>5</b>
Nataša Nešić	
<b>3. ELEMENTI PRILAGODLJIVOSTI WEB PREZENTACIJE ZA POTREBE LICIMA SA PROBLEMIMA PREPOZNAVANJA BOJA</b>	<b>9</b>
Dejan Blagojević, Nikola Nešić	
<b>4. PREDNOSTI KORIŠĆENJA CLOUD PLATFORMI KOD IoT APLIKACIJA</b>	<b>13</b>
Mirko Kosanović, Miloš Kosanović	
<b>5. ROBUSNOST SVD ALGORITMA ZA INSERTOVANJE VODENOG ŽIGA U AUDIO SIGNAL NA NF FILTRIRANJE</b>	<b>17</b>
Zoran Milivojević, Bojan Prlinčević	
<b>6. ZAŠTITA WEB FORMI OD AUTOMATIZOVANIH NAPADA</b>	<b>21</b>
Zoran Veličković	
<b>7. OPTIMIZACIJA MREŽNE INFRASTRUKTURE SMANJENJEM VELIČINE BROADCAST DOMENA</b>	<b>25</b>
Dušan Stefanović, Milorad Mančić, Miloš Perić, Goran Milosavljević	
<b>8. PROJEKTOVANJE PROIZVODA SA ASPEKTA TEHNOLOGIČNOSTI: PRIMER ZUPČASTOG PRENOSNIKA</b>	<b>29</b>
Miloš Ristić, Milan Pavlović	
<b>9. ANALIZA NEGATIVNIH EFEKATA DEJSTVA VIBRACIJA NA ZDRAVLJE OPERATERA NA RADNIM MAŠINAMA</b>	<b>33</b>
Boban Cvetanović	
<b>10. UNAPREĐENJE MONITORINGA POSTROJENJA ZA TRETMAN MEDICINSKOG OTPADA OPTIMIZACIJOM SELEKCIJE OTPADA</b>	<b>37</b>
Milica Cvetković, Aleksandra Borčić	
<b>11. UPRAVLJANJE PROCEDNIM VODAMA NA DEPONIJAMA</b>	<b>41</b>
Natalija Tošić, Nemanja Petrović	
<b>12. KONCEPTI UPRAVLJANJA KVALITETOM: TQM, SIX SIGMA I LEAN</b>	<b>45</b>
Biljana Milutinović, Petar Đekić	
<b>13. UPRAVLJANJE I KARAKTERIZACIJA OTPADNIH ULJA I EMULZIJA U KOMPANIJI „MING KOVAČNICA“, NIŠ</b>	<b>49</b>
Anica Milošević, Bratimir Nešić, Maša Milošević	
<b>14. ALATI ZA ISTOSMerno ISTISKIVANJE PROFILA OD AL-LEGURA U TOPLOM STANJU</b>	<b>53</b>
Slađana Nedeljković	
<b>15. IZRADA NOSAČA TEHNOLOGIJOM 3D ŠTAMPE</b>	<b>57</b>
Milan Pavlović, Miloš Ristić, Nikola Kostić	

<b>16. ISPITIVANJE MIKROSTRUKTURE GUMENIH PROIZVODA</b> Petar Đekić, Biljana Milutinović	<b>61</b>
<b>17. SMANJENJE EFEKTA TOPLOTNOG OSTRVA KORIŠĆENJEM ENVI-MET® SOFTVERA</b> Nemanja Petrović, Natalija Tošić	<b>63</b>
<b>18. KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA PEŠAČKOM PRELAZU</b> Dejan Bogičević	<b>67</b>
<b>19. SISTEM JAVNOG PREVOZA U FUNKCIJI KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA</b> Milan Stanković, Pavle Gladović, Jovan Mišić	<b>71</b>
<b>20. POTENCIJAL OTVORENIH PROSTORA NASELJA KUČEVO ZA FORMIRANJE FOKUSNIH TAČAKA</b> Milan Stanković, Aleksandra Marinković	<b>75</b>
<b>21. PROMENA ČVRSTOĆE ADHEZIONIH SPOJEVA FASADNIH KONSTRUKCIJA POD DEJSTVOM CIKLIČNOG OPTEREĆENJA</b> Nenad Stojković, Milan Protić	<b>79</b>
<b>22. KARAKTERISTIKE GEOPOLIMERNOG MALTERA SPRAVLJENOG SA CRVENIM MULJEM I ELEKTROFILTERSKIM PEPELOM</b> Jelena Bijeljić, Nenad Ristić	<b>83</b>
<b>23. DIFUZIJA ŠTETNIH GASOVA KOD SAOBRAĆAJNICA</b> Dušan Kocić	<b>87</b>
<b>24. PROSTORNA ORGANIZACIJA DVORIŠTA OSNOVNIH ŠKOLA, UPOREDNA ANALIZA DVORIŠTA ŠKOLA U NASELJU DURLAN</b> Marko Seferović, Aleksandra Marinković	<b>90</b>
<b>25. SINDROM NIMBY – NE U MOM DVORIŠTU</b> Staniša Dimitrijević	<b>94</b>
<b>26. NASTAVA ENGLESKOG JEZIKA ZA STUDENTE TEHNIČKIH NAUKA</b> Slađana Živković	<b>98</b>
<b>27. EKO FEMINIZAM I AGROBIZNIS</b> Danica Milošević	<b>102</b>
<b>28. PRAVO ZAPOSLENIH NA PRIVATNOST</b> Milica Mladenović	<b>106</b>
<b>29. СИМВОЛИЗМ КАК ФОРМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР В АРХИТЕКТУРЕ ДВОРЦОВ БРАКОСОЧЕТАНИЯ</b> Анастасия Юрьевна Сидякина, Надежда Дмитриевна Черныш	<b>110</b>
<b>30. ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНОПОЛИУРЕТАНА С МИНЕРАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ</b> Людмила Сулейманова, Андрей Кочерженко, Игорь Рябчевский	<b>114</b>
<b>31. АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ</b> Авилова Ирина Павловна, Орехова Елена Сергеевна	<b>118</b>

<b>32. ПРОСТОРНО ПЛАНИРАЊЕ И РАЗВОЈ ТЕРИТОРИЈЕ У ПРОЈЕКТУ МУЛТИФУНКЦИОНАЛНЕ ЈАВНЕ ВИШЕСПРАТНЕ ЗГРАДЕ КИНЕТИЧКОГ ТИПА У ГРАДУ НОВОСИБИРСК (РУСКА ФЕДЕРАЦИЈА)</b>	<b>122</b>
Снежана Лакетић, Александар Лакетић, Немања Лакетић, Роман Абакумов, Андреј Наумов	
<b>33. АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ</b>	<b>125</b>
Надежда Черныш, Диана Чернышева	
<b>34. АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО: ИЛЛЮЗИЯ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ</b>	<b>128</b>
Ирина Першина	
<b>35. РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ ПО ОЦЕНКЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ</b>	<b>132</b>
Rosa Stativko, Nikolai Romashchenko, Anton Strelnikov	
<b>36. ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЗАБИВНЫХ СВАЙ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ</b>	<b>136</b>
Владимир Кочерженко, Людмила Сулейманова	
<b>37. ВИСОКОПРОПУСНИ БЕТОН ЗА ИЗРАДУ ТРОТОАРНИХ ПЛОЧА</b>	<b>140</b>
Александар Лакетић, Снежана Лакетић, Немања Лакетић	
<b>38. ФАЗИ МОДЕЛИРАЊЕ ПРОЦЕНЕ КОРИШТЕЊА УЧИОНИЦА У ЦИЉУ УНАПРЕЂЕЊА КВАЛИТЕТА ОБУКЕ ОБРАЗОВНОГ ПРОЦЕСА</b>	<b>144</b>
Stativko Rosa Usmanovna, Rybakova Anna Ivanovna	

## PERFORMANSE KONVOLUCIONOG JEDNOPARAMETARSKOG JEZGRA PETOG REDA KOD INTERPOLACIJE SLIKE

### THE PERFORMANCES OF THE CONVOLUTION ONE-PARAMETER QUINTIC KERNEL IN INTERPOLATION IMAGE

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 prikazana je konstrukcija jednoparametarskog konvoluciono interpolacionog jezgra petog reda. U drugom delu rada prikazani su rezultati interpolacije nekih test slika i eksperimentalno određena optimalna vrednost parametra jezgra za svaku test sliku. Rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

**Ključne reči:** Konvoluciono interpolacija. Interpolaciono jezgro. Jezgro petog reda.

**Abstract** - In the first part of the paper is presented the construction of a one-parameter quintic convolution interpolation kernel. The second part of the paper presents the results of interpolation of some test images and the optimum value of the kernel parameter for each test image. The results are presented in tables and graphics.

**Key words:** Convolution interpolation. Interpolation kernel. Quintic (fifth order) kernel.

#### 1. UVOD

Njutn-Gausova formula iz 1812 godine predstavlja osnovu za teoriju uzorkovanja podataka i njihovu rekonstrukciju. Tokom 19. veka studiozno se proučavaju interpolacione tehnike bazirane na polinomima. Interpolacija polinomima je najjednostavnija, međutim za nizove dužine  $N > 10$ , kod savremenih sistema za obradu signala nije praktično primeniti polinom, jer je a) nepraktično visok red interpolacionog polinoma, tj. veliki broj čvorova koji se koriste, b) složen numerički postupak, c) dugo vreme izvršavanja. Sve ovo dovodi do neprimenljivosti kod sistema za rad u realnom vremenu (**engl.** real-time regime).

Rešavanje ovih problema vodilo je ka formiranju interpolacionih funkcija niskog reda ( $N \leq 7$ ) kojima se vrši konvolucija sa nizovima podataka (semplovi koji su arhivirani) i vrše interpolacije željenih vrednosti. Kako bi se povećala brzina izračunavanja u praksi se najčešće koristi konvoluciono interpolaciono jezgro male dužine, koje što bolje aproksimira oblik idealnog jezgra, tj. *sinc* funkciju. Najjednostavnija jezgra koja dobro aproksimiraju *sinc* funkciju su polinomijalna jezgra. Za potrebe konvolucione interpolacije razvijen je veliki broj konvolucionih jezgara [1].

Značajna klasa interpolacionih jezgara su parametarska interpolaciona jezgra [2], [3]. U radu [4] Keys studiozno proučava tehniku konvolucione interpolacije i jednoparametarsko (1P) kubno interpolaciono jezgro. Keys određuje optimalnu vrednost parametra za digitalnu obradu slike

$\alpha_{opt,t} = -0.5$ . U literaturi ovo jezgro poznato je kao 1P PCC Keysovo jezgro. U radu [3] primenom Furijeove transformacije izračunat je spektar jezgra petog reda. Razvojem amplitudske karakteristike u Tejlorov red u okolini  $f = 0$ , i uz uslov eliminisanja članova koji dominantno doprinose talasavosti amplitudske karakteristike, određena je optimalna vrednost parametra  $\alpha$  ( $\alpha_{opt,t} = 3/64$ ).

U ovom radu izvršena je konstrukcija 1P konvolucionog jezgra petog reda i određene optimalne vrednosti parametra jezgra eksperimentalnim putem. Izvršena je komparativna analiza efikasnosti procene i brzine izvršavanja interpolacije između 1P jezgra petog reda i 1P Keysovog jezgra.

Rad je organizovan na sledeći način: Sekcija 2 opisuje polinomijalna interpolaciona jezgra i prikazuje konstrukciju 1P konvolucionog interpolacionog jezgra petog reda. Eksperimentalni rezultati i komparativna analiza prikazani su u sekciji 3. Sekcija 4 je Zaključak.

#### 2. POLINOMIJALNA INTERPOLACIONA JEZGRA

Teorijski idealno interpolaciono jezgro je oblika  $\sin(\pi x)/(\pi x) = \text{sinc}(x)$  i definisano je na intervalu  $(-\infty, \infty)$ . Njegova spektralna karakteristika je pravougaona, odnosno box funkcija. Zbog svoje beskonačne dužine idealno jezgro fizički je neostvarljivo [2]. Zbog toga se, na konačnom segmentu  $[-L/2, L/2]$ , aproksimira jezgro dužine  $L$  numerički prostijim funkcijama. Na dalje se analizira aproksimacija jezgra polinomijalnim funkcijama  $n$ -tog reda.

##### 2.1 Interpolaciono jezgro $n$ -tog reda

Polinomijalno jezgro jezgro  $n$ -tog reda definisano je sa [3]:



$$r(x) = \begin{cases} a_{ni}|x|^n + \dots + a_{1i}|x| + a_{0i}, & i \leq |x| < i+1 \\ 0, & m \leq |x| \end{cases}, \quad (1)$$

gde je  $i = 0, 1, \dots, m-1$  i  $n = 2m-1$  red polinoma. Čvorovi jezgra definisani su za  $i = 1, \dots, m-1$ . Jezgro  $r$  treba da zadovolji sledeći uslove:

- uslov 1:  $r(0) = 1$ ,
- uslov 2:  $r(x) = 0$  za  $|x| = 1, \dots, m-1$ ,
- uslov 3:  $r^{(l)}(x)$  su neprekidni za  $|x| = 1, \dots, m$ .

## 2.2 Konstrukcija jezgra petog-tog reda

Opšti oblik konvolucionog jezgra petog reda ( $n = 5$ ) i dužine  $L = 6$ , je [3]:

$$r(x) = \begin{cases} a_5|x|^5 + a_4|x|^4 + a_3|x|^3 + a_2|x|^2 + a_1|x| + a_0 & 0 < |x| \leq 1 \\ b_5|x|^5 + b_4|x|^4 + b_3|x|^3 + b_2|x|^2 + b_1|x| + b_0 & 1 < |x| \leq 2, (2) \\ c_5|x|^5 + c_4|x|^4 + c_3|x|^3 + c_2|x|^2 + c_1|x| + c_0 & 2 < |x| \leq 3 \\ 0 & |x| > 3 \end{cases}$$

Koeficijenti jezgra određeni su iz uslova:

uslov 1:

$$r(0) = 1 \Rightarrow a_0 = 1, \quad (3)$$

uslov 2:

$$r(1) = 0 \Rightarrow a_5 + a_4 + a_3 + a_2 + a_1 + a_0 = 0, \quad (4)$$

$$r(2) = 0 \Rightarrow 32b_5 + 16b_4 + 8b_3 + 4b_2 + 2b_1 + b_0 = 0, \quad (5)$$

$$r(3) = 0 \Rightarrow 243c_5 + 81c_4 + 27c_3 + 9c_2 + 3c_1 + c_0 = 0, \quad (6)$$

uslov 3:

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} r(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} r(x) \Rightarrow a_5 + a_4 + a_3 + a_2 + a_1 + a_0 = b_5 + b_4 + b_3 + b_2 + b_1 + b_0, \quad (7)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} r(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} r(x) \Rightarrow 32b_5 + 16b_4 + 8b_3 + 4b_2 + 2b_1 + b_0 =, \quad (8)$$

$$32c_5 + 16c_4 + 8c_3 + 4c_2 + 2c_1 + c_0$$

$$r'(0) = 0 \Rightarrow a_1 = 0, \quad (9)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} r'(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} r'(x) \Rightarrow 5a_5 + 4a_4 + 3a_3 + 2a_2 + a_1 =, \quad (10)$$

$$5b_5 + 4b_4 + 3b_3 + 2b_2 + b_1$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} r'(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} r'(x) \Rightarrow 80b_5 + 32b_4 + 12b_3 + 4b_2 + b_1 =, \quad (11)$$

$$80c_5 + 32c_4 + 12c_3 + 4c_2 + c_1$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} r'(x) = \lim_{x \rightarrow 3^+} r'(x) \Rightarrow 405c_5 + 108c_4 + 27c_3 + 6c_2 + c_1 = 0, \quad (12)$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} r''(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} r''(x) \Rightarrow 20a_5 + 12a_4 + 6a_3 + 2a_2 = 20b_5 + 12b_4 + 6b_3 + 2b_2, \quad (13)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} r''(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} r''(x) \Rightarrow 160b_5 + 48b_4 + 12b_3 + 2b_2 = 160c_5 + 48c_4 + 12c_3 + 2c_2 \quad (14)$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} r''(x) = \lim_{x \rightarrow 3^+} r''(x) \Rightarrow 540c_5 + 108c_4 + 18c_3 + 2c_2 = 0, \quad (15)$$

$$r'''(0) = 0 \Rightarrow a_3 = 0, \quad (16)$$

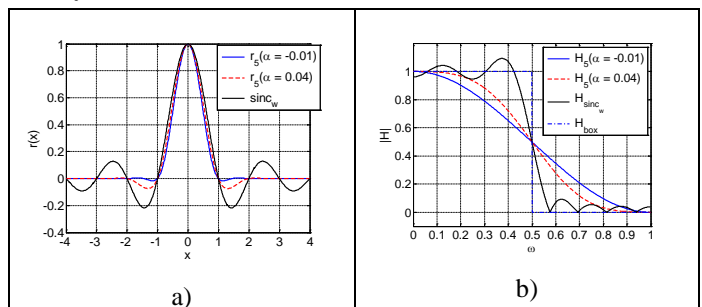
$$\lim_{x \rightarrow 1^-} r'''(x) = \lim_{x \rightarrow 1^+} r'''(x) \Rightarrow 60a_5 + 24a_4 + 6a_3 = 60b_5 + 24b_4 + 6b_3, \quad (17)$$

$$\lim_{x \rightarrow 2^-} r'''(x) = \lim_{x \rightarrow 2^+} r'''(x) \Rightarrow 240b_5 + 24b_4 + 6b_3 = 240c_5 + 48c_4 + 6c_3, \quad (18)$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} r'''(x) = \lim_{x \rightarrow 3^+} r'''(x) \Rightarrow 540c_5 + 72c_4 + 6c_3 = 0 \quad (19)$$

Uslovi (3) - (19) predstavljaju sistem linearnih jednačina. Sistem ima 17 jednačina i 18 nepoznatih. Otuda je jedna promenljiva proizvoljna. Neka je  $c_5 = \alpha$ . Rešenja sistema su:

$$\begin{cases} a_0 = 1 \\ a_1 = 0 \\ a_2 = 8\alpha - 5/2 \\ a_3 = 0 \\ a_4 = -18\alpha + 45/16 \\ a_5 = 10\alpha - 21/16 \\ b_0 = 66\alpha + 5 \\ b_1 = 265\alpha - 15 \\ b_2 = -392\alpha + 35/2 \\ b_3 = 270\alpha - 10 \\ b_4 = -88\alpha + 45/16 \\ b_5 = 11\alpha - 5/16 \\ c_0 = -162\alpha \\ c_1 = 297\alpha \\ c_2 = -216\alpha \\ c_3 = 78\alpha \\ c_4 = -14\alpha \\ c_5 = \alpha \end{cases} \quad (20)$$



**Slika 1.** a) oblici interpolacionih jezgara petog reda ( $r_5$ ) i vindovizirane sinc funkcije ( $\text{sinc}_w$ ). b) Spektralne karakteristike jezgara petog reda ( $H_5$ ), vindovizirane sinc ( $H_{\text{sinc}}$ ) i box funkcije ( $H_{\text{box}}$ ).

Na slici 1.a prikazani su oblici jezgra petog reda  $r_5$  za parametre  $\alpha = -0.01$ ,  $\alpha = 0.04$  i vindowizirana *sinc* funkcija na intervalu  $[-4, 4]$ , dok su na slici 1.b prikazane njihove spektralne karakteristike  $H_5$  i  $H_{sinc}$ . Dodatno, na slici 1.b prikazana je box spektralna karakteristika  $H_{box}$ , idealnog *sinc* jezgra.

### 3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

Eksperimentalnim putem određena je optimalna vrednost parametra  $\alpha$  za slučaj interpoliranja slika i određena srednje kvadratna greška interpolacije. Izvršena je komparativna analiza u odnosu na a) preciznost procene i b) brzinu izvršavanja između 1P jezgra petog reda i 1P Keysovog jezgra. Procena preciznosti utvrđena je na osnovu srednje kvadratne greške interpolacije primenom 1P Keysovog jezgra i jezgra petog reda  $r_5$ . Brzina izvršavanja određena je merenjem vremena izvršavanja interpolacije primenom 1P Keysovog jezgra i 1P jezgra petog reda. Brzina izvršavanja interpolacije utvrđena je u Matlab-u primenom naredbi tic i toc. Eksperiment je realizovan na PC računaru (procesor: Intel(R) Celeron(R) CPU E3300 @ 2.50 GHz, RAM 2 GB) pod Windows 8.1 operativnim sistemom.

#### 3.1 Eksperiment

Izbor optimalnih vrednosti parametra 1P jezgra petog reda obavljen je kod interpolacije nekih test slika. Određivanje optimalnog parametra jezgra realizuje se sledećim algoritmom:

**Ulaz:** Test slika X dimenzije  $M \times N$ , jezgro  $r$ ,  $\alpha_{min}$ ,  $\alpha_{max}$ ,  $\Delta\alpha$ , dužina jezgra L.

**Izlaz:**  $\alpha_{opt}$

**Korak 1:** Formiranje jednodimenzionog niza  $\mathbf{x}_{M \times N}$  nadovezivanjem vrsta matrice X,

**FOR**  $\alpha = \alpha_{min} : \Delta\alpha : \alpha_{max}$

**Korak 2:** Formiranje jezgra u funkciji  $\alpha$

**FOR**  $i = 1 : M \cdot N - (L + 2)$

**Korak 3:** Procena  $\hat{x}(i + L - 1)$  primenom 1P jezgra petog reda sa parametrom  $\alpha$ ,

$$\hat{x}(i + L - 1) = [x_i, x_{i+L-2}, x_{i+L}, x_{i+L+2}] \otimes r_\alpha$$

**Korak 4:** Određivanje greške interpolacije

$$e_{\alpha, i} = x(i + L - 1) - \hat{x}(i + L - 1).$$

**END**  $i$

**Korak 5:** Određivanje srednje kvadratne greške,

$$MSE_\alpha = \frac{1}{MN - (L + 2)} \sum_{k=1}^{MN - (L + 2)} |e_{\alpha, k}|^2,$$

**END**  $i$

**Korak 6:** Određivanje  $\alpha_{opt}$ .

$$\alpha_{opt} = \arg \min_{\alpha} (MSE_\alpha).$$

#### 3.2 Baza

Bazu čini  $K = 8$  standardnih test slika: Lena, Pappers, Goldhill, Camerman, Boats, Barbara, Baboon, Cat. Neke od test slika prikazane su na slici 2.



a) Lena



b) Pappers



c) Goldhill



d) Camerman



e) Boats



f) Barbara

Slika 2. Test slike.

#### 3.3 Rezultati

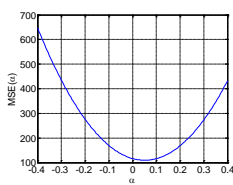
Zavisnost MSE od parametra jezgra ( $\alpha$ ) za test slike prikazane su na slici 3. Vrednosti optimalnih parametara i minimalne vrednosti MSE za 1P Keys i 1P jezgro petog reda prikazane su u tabeli. 1. U tabeli 2. prikazane su minimalne vrednosti MSE za teorijski određen optimalni parametar  $\alpha_{opt, t} = 3/64$  iz [3]. Brzine izvršavanja interpolacije su: a)  $8.6233 \cdot 10^{-6}$  s za 1P jezgro petog reda i b)  $4.5169 \cdot 10^{-6}$  s za 1P Keys.

Tabela 1. Minimalne vrednosti MSE primenom Keysovog 1P jezgra i jezgra petog reda kod test slika.

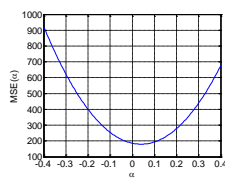
Slika	Keysovo 1Pjezgro		1P jezgro 5. reda	
	$\alpha_{opt}$	$MSE_{min}$	$\alpha_{opt}$	$MSE_{min}$
Lena	-0.56	109.7075	0.05	109.6123
Pappers	-0.455	179.8521	0.04	179.7949
Goldhill	-0.2750	102.2643	0.02	102.2574
Camerman	-0.4	350.8953	0.035	350.7520
Boats	0.36	414.1404	-0.0450	414.1893
Barbara	0.91	421.1405	-0.1050	421.3908
Baboon	-0.3	100.9089	0.0250	100.8984
Cat	-0.465	88.6190	0.04	88.6118
	$\alpha_{opt\_Keys}$	$MSE_{Keys\_1P}$	$\alpha_{opt\_5-red\_1P\_e}$	$MSE_{5-red\_1P\_e}$
	-0.1481	220.9410	0.0075	220.9384

**Tabela 2.** Minimalne vrednosti MSE primenom 1P jezgra petog reda sa teorijski određenom optimalnom vrednosti parametra  $\alpha_{opt\_t}$  kod test slika.

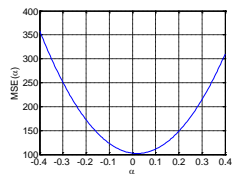
1P jezgro 5. reda		
Slika	$\alpha_{opt\_t}$	$MSE_{min}$
Lena	3/64	109.6533
Pappers	3/64	179.9803
Goldhill	3/64	103.2507
Camerman	3/64	351.6775
Boats	3/64	443.9233
Barbara	3/64	487.4711
Baboon	3/64	101.7089
Cat	3/64	88.6786
		$MSE_{5-red\_1P\_t}$
		233.930



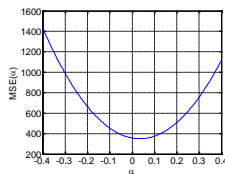
a) Lena



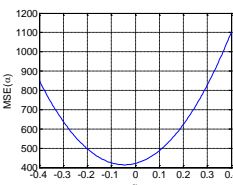
b)Peppers



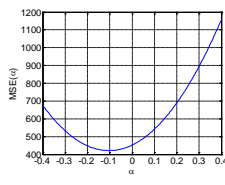
c) Goldhill



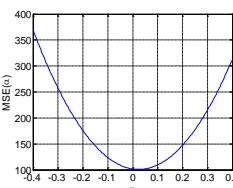
d) Camerman



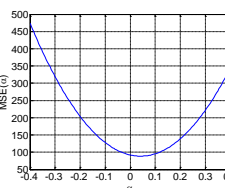
e) Boats



f) Barbara



g) Baboon



h) Cat

**Slika 3.** Zavisnost MSE od parametra jezgra kod nekih test slika.

#### 4. KOMPARATIVNA ANALIZA

Na osnovu rezultata prikazanih na sl.3 i tabelama 1 i 2 zaključuje se da je:

a) opseg optimalnih vrednosti parametra jezgra petog reda izračunat za test slike (Tbl. 1)  $\alpha_{opt} \in [-0.1050; 0.0500]$  i da je srednja vrednost  $\overline{\alpha_{opt\_e}} = 0.0075$ ,

b) MSE kod 1P jezgra petog reda u odnosu na MSE 1P Keysovog jezgra:  $MSE_{Keys\_1P} / MSE_{5\_e} = 220.941/220.9384 = 1.00001$  puta manja.

c) MSE jezgra petog reda sa eksperimentalno određenim optimalnim parametrima u odnosu na MSE jezgra petog reda sa teorijski određenim optimalnim parametrom jezgra:  $MSE_{s\_t} / MSE_{s\_e} = 233.293/220.9384 = 1.05592$  puta manja.

Brzina interpolacije 1P jezgra petog reda u odnosu na 1P Keys (treceg reda) je  $8.6233 \cdot 10^{-6} / 4.5169 \cdot 10^{-6} = 1.90912$  puta veća.

Sagledavajući komparativnu analizu rezultata srednje kvadratne greške i brzine izvršavanja interpolacije kod jezgra petog reda i Keysovog 1P jezgra uz činjenicu da je konvoluciona interpolacija sa jezgrom treceg reda manje numerička složena i brža, zaključuje se da je za rad u realnom vremenu pogodnije 1P Keysovo jezgro.

#### 5. ZAKLJUČAK

U radu je opisana konstrukcija konvolucionog jezgra petog reda. U cilju analize efikasnosti jezgra izvršena je interpolacija nekih test slika primenom 1P jezgra petog reda. Za svaku test sliku određena je optimalna vrednost parametra jezgra. Srednja vrednost eksperimentalno dobijenih parametara je  $\overline{\alpha_{opt}} = 0.0075$ . Na osnovu rezultata zaključuje se da je najmanja greška procene kod jezgra petog reda sa eksperimentalno određenim optimalnim parametrima jezgra. Međutim uzimajući u obzir numeričku složenosť i vreme izvršavanja konvolucionog algoritma, preporuka je da se za interpolaciju kod slika koristi 1P Keysovo jezgro treceg reda.

#### LITERATURA

- [1] E. Meijering, M. Unser, "A Note on Cubic Convolution Interpolation", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 12, no. 4, pp. 447-479, April. 1993.
- [2] 2003 K. S. Park, R. A. Schowengerdt, "Image reconstruction by parametric cubic convolution", *Computer Vision, Graphics & Image Process.*, vol. 23, pp. 258-272, 1983.
- [3] E. Meijering, K. Zuiderveld, M. Viergever, "Image Reconstruction by Convolution with Simetrical Piecewise n-th-Order Polynomial Kernels", *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 8, no. 2, pp. 192-201, Feb. 1999.
- [4] R. G. Keys, "Cubic convolution interpolation for digital image processing", *IEEE Trans. Acout. Speech, & Signal Processing*, vol. ASSP-29, pp. 1153-1160, 1981.

## MERENJE EFIKASNOSTI OKLOPLJAVANJA U MIKROTALASNOM OPSEGU SHIELDING EFFECTIVENESS MEASUREMENT IN MICROWAVE RANGE

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

**Sadržaj** - U ovom radu su date teorijske osnove za merenja u oblasti elektromagnetske kompatibilnosti i istaknuta je važnost merenja prilikom projektovanja elektronskog uređaja. Pokazan je metod merenja efikasnosti oklopljavanja metalnim kućištem u mikrotalasnom frekvencijskom opsegu u laboratoriji sa apsorberima. Merenja su sprovedena više puta i na taj način je pokazana ponovljivost merenja.

**Ključne reči:** Efikasnost oklopljavanja. Merenja. Analizator spektra.

**Abstract** - In this paper, the theoretical basis for measurements related to the field of electromagnetic compatibility is provided and the importance of measurements in designing an electronic device is outlined. To determine the shielding effectiveness of an enclosure in the microwave range, the measurements in the laboratory with absorbers are conducted. The measurements are carried out multiple times, therefore the repeatability of the measurements are demonstrated.

**Key words:** Shielding effectiveness. Measurements. Spectrum Analyzer.

### 1. UVOD

Merenja u oblasti elektromagnetske kompatibilnosti (Electromagnetic Compatibility - EMC) se u principu izvode iz dva razloga. Prvi je da se za potrebe razvoja novog uređaja merenjima utvrdi da li projektovani uređaj ima zahtevane karakteristike. To su praktično merenja u funkciji razvoja i istraživanja. Pored toga EMC merenja se vrše u fazi ispitivanja ispunjenosti karakteristika, koje su propisane zakonskim aktima i preporukama i ta merenja obično sprovode akreditovane specijalizovane laboratorije. Za takva merenja, gde se utvrđuje ispunjenost i usaglašenost sa zakonskim normativima i propisima, i koja se vrše u specijalizovanim laboratorijama, koristi se i specijalizovana merna aparatura, etalonirani merni senzori, tj. merne antene i specijalizovani merni prostori, kao što su posebne merne sobe [1],[2],[3].

U ovom radu su dati samo najvažniji elementi i naznačeni su neki osnovni parametri merenja za potrebe zakonske ispunjenosti kriterijuma za EMC. Rad se bavi rezultatima razvojnih merenja za potrebe validacije projektovanih uređaja, uz pomoć numeričkih simulacionih metoda, odnosno potvrđivanja valjanosti samog numeričkog metoda. U konkretnom slučaju, korišćen je metod modelovanja pomoću prenosnih vodova (TLM metod) [2]. Prikazana je merna konfiguracija koja je korišćena u procesu merenja u laboratoriji za VF merenja.

### 2. MERNA ANTENA

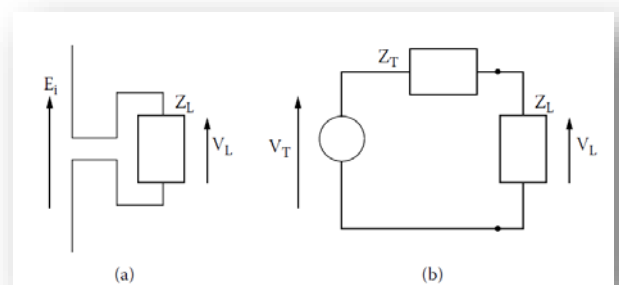
Pri EMC merenjima primarni zračeći element je antena. Zato je važno da se pored poznavanja osnovnih teorijskih karakteristika antene, kao što su: pojačanje, otpornost zračenja, efektivni otvor, razmotre i neki praktični aspekti, od kojih je najvažniji parametar faktor antene [3], [4] koji se definiše kao:

$$AF = \frac{\text{incidentno električno polje } E_i (\mu\text{V/m})}{\text{Napon izmeren na prijemniku } V_L (\mu\text{V})} \quad (1)$$

Na slici 1 prikazani su definisani parametri prijemne antene i odgovarajuće ekvivalentno kolo.

Faktor antene izražen u dB je:

$$AF = E_i (\text{dB } \mu\text{V/m}) - V_L (\text{dB } \mu\text{V}) \quad (2)$$



**Slika 1.** a) Prijemna antena, b) odgovarajuće Tevenenovo ekvivalentno kolo [1].

Poznavanje faktora antene i merenjem napona na mernom prijemniku omogućava izračunavanje električnog polja pomoću formule (2). Sličan izraz se primenjuje za antenski faktor osetljivosti za magnetsko polje [3]. Faktor antene se izračunava, polazeći od efektivnog otvora antene koji je dat sledećim izrazom:

$$A_e = G\lambda^2/(4\pi) \quad (3)$$

Antena može da se zameni svojim ekvivalentnim Tevenovim kolom, kao što je prikazano na slici 1.b. Maksimalna raspoloživa snaga je omogućena ako se dovede na konjugovano opterećenje ( $Z_L = Z_T^*$ ), te je:

$$P_{max} = |\bar{V}_T|^2 / 4R_T. \quad (4)$$

U skladu sa definicijom faktor antene, AF, za linearni dipol u slobodnom prostoru može da se napiše [1].

$$AF = \frac{1}{l_e} \frac{|50+Z_{in}|}{50} = \frac{\pi}{\lambda} \cot(kh/2) \frac{|50+Z_{in}|}{50} \text{ m}^{-1} \quad (5)$$

gde je:  $\lambda$  – radna talasna dužina u metrima,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , talasni broj,  $h$  – polovina fizičke dužine dipola u metrima,  $l_e$  – efektivna dužina u metrima,  $Z_{in}$  – ulazna impedansa dipola u omima.

Za praktični rezonantni dipol, aproksimativno važi sledeća formula [2]:

$$AF = 0.02762 * f \text{ m}^{-1}, \quad (6)$$

ili

$$AF = 20 \log(f) - 31.18 \text{ dB}, \quad (7)$$

radna frekvencija je u MHz. Kako se dipol nalazi iznad idealno provodne ravni, a ne u slobodnom prostoru, to se menja i njegova impedansa, u zavisnosti od visine antene. Za merni horizontalni polu-talasni dipol koji se nalazi na visini  $0.25 \lambda$  iznad zemlje dobija se sledeća relacija, [4]:

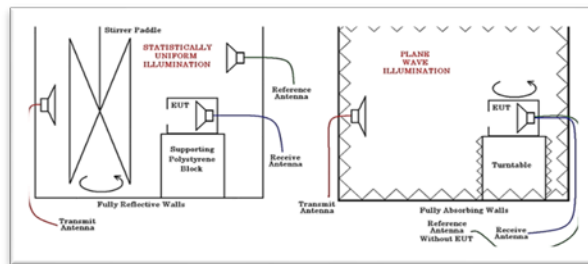
$$AF = 20 \log(f) - 29.84 \text{ dB}, \quad (8)$$

Uočava se razlika viša od 1 dB, u odnosu na slobodni prostor.

### 3. ANEHOIČNE I SEMIANEHOIČNE SOBE

Anehoična ili gluva EM soba je zatvorena prostorija u kojoj su unutrašnje refleksije unutrašnjih izvora EM talasa minimizirane, primenom RF apsorbujućeg materijala na unutrašnjim zidovima prostorije (slika 5.2b). Anehoične sobe se prave kao EM oklopljeni i zatvoreni prostori, kao takozvani EM ili Faradejevi kavezi. To znači da se unutrašnjost sobe odvaja od spoljašnjih EM uticaja pa se na taj način dobija prostor koga karakteriše visoka ponovljivost merenja i testiranja. Anehoične sobe se koriste za merenje EM zračenja elektronske opreme, kao i za testiranje imunosti tj. otpornosti na spoljno zračenje tako što se oprema ili EUT (equipment under test) ozračuje kontrolisanim ravanskim talasom. Kako je prostor obložen RF apsorpcionim materijalom, minimiziraju se unutrašnje refleksije i uređaj koji se testira je izložen tačno određenom EM polju. Zidovi anehoične sobe su obloženi feritnim pločicama za korišćenje do 1 GHz ili piramidalnim pločama od specijalnog sunderastog materijala koji je ispunjen ugljenikom. Na frekvencijama višim od 1 GHz, apsorpcione karakteristike materijala umnogome zavise i od konstrukcije apsorbera, gustine ugljenične ispune i veličine piramidalnih elemenata. Zbog toga anehoične sobe imaju svoju frekvencijsku granicu upotrebljivosti, zato što je apsorber najefikasniji na frekvenciji gde visina piramide odgovara  $\frac{\lambda}{4}$ , [5]. Potpuna anehoična soba ima na svim zidovima, plafonu i podu apsorbujući materijal, dok semianehoična ili poluanehoična soba ima reflektivan pod, pošto se na njemu ne postavlja apsorbujući materijal. To je po ugledu na OATS (Open Area Test Site), odnosno na „otvorena merna mesta“.

Polu i potpune anehoične merne sobe imaju značajne prednosti pri merenju imunosti, odnosno otpornosti na spoljna zračenja jer su tada strogo kontrolisani uslovi rada za razliku od OATS merenja gde dolazi do interferencija sa zračenjima prisutnim iz okolnog prostora.



Slika 1. a) Reverberaciona soba b) Potpuno anehoična soba.

### 4. REVEBERACIONA SOBA

Reverberaciona soba je poseban slučaj oklopljene prostorije koja ima visoko reflektivne unutrašnje zidove (slika 2a). Prostorija ima visoki faktor dobrote tj. Q-faktor i u njoj se formira statistički uniformno, izotropno i slučajno polarizovano unutrašnje električno polje. Komora je izgrađena od visoko provodnog materijala, kao što je pocinkovani čelični lim, koji je i elektromagnetski refleksivan. U komori se montira pokretni reflektor, koji se stalno vrti ili se slučajno pomera, kako bi se dobilo statistički usrednjeno uniformno polje u celoj prostoriji [5],[6],[7].

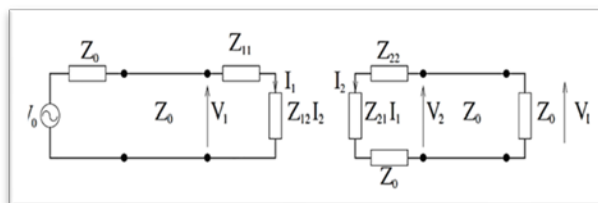
### 5. METOD MERENJA EFIKASNOSTI OKLOPLJAVANJA

Efikasnost oklopljavanja, (Shielding Effectiveness – SE) se definiše kao inverzni logaritamski odnos norme električnog polja unutar kućišta  $E_t$  i norme električnog polja u istoj tački ali bez kućišta  $E_i$ , [7].

$$SE = 20 \log_{10} \frac{\|E_i\|}{\|E_t\|} \quad (9)$$

Efikasnost oklopljavanja prema izrazu (9) je zavisna od eksitacije. Uobičajena je pretpostavka da je polje u dalekoj zoni od izvora zračenja, te da se razmatra linearno polarizovan ravanski talas. No treba istaći, da je zavisnost od smera incidentnog talasa i polarizacije talasa vrlo važna i ne sme se zanemariti.

Za potrebe merenja SE mogu se koristiti analizator spektra sa treking generatorom ili analizator mreža, skalarni ili vektorski. To se može predstaviti ekvivalentnom šemom na slici 4, gde se monopol antena i prenosni medijum predstavljaju Z parametrima, kao dvoprilazna mreža. Impedansa generatora i ulazna impedansa merne opreme jednake su karakterističnoj impedansi kabla,  $Z_0$ . Napon na mernom portu instrumenta koji je povezan sa monopol antenom označen je sa  $V_L$  [7].



Slika 2. Ekvivalentna šema merne konfiguracije [7].

Kada se koristi analizator spektra, meri se napon  $V_L$  na opterećenju. Veličina električnog polja može da se izračuna ako se poznaje faktor antene. Međutim, u ovom slučaju, nije neophodno znati električno polje, zato što je efikasnost oklopljavanja, SE, relativna vrednost koja se dobija direktno kao odnos napona  $V_L$ , koji se meri jednom sa kućištem,  $V_{Le}$  a drugi put bez njega,  $V_{Ln}$ .

$$SE = 20 \log_{10} \frac{|V_{Ln}|}{|V_{Le}|} \quad (10)$$

Izmereni napon  $V_L$  je u zavisnosti napona generatora  $V_0$  dat:

$$V_L = \frac{Z_0 Z_{21}}{(Z_0 + Z_{22})(Z_0 + Z_{11}) - Z_{12} Z_{21}} V_0. \quad (11)$$

Matrica rasejanja  $S$ , može da se dobije iz impedanse matrice  $Z$  dvoprilazne mreže iz jednačine (12), gde je sa  $I$  označena jedinična matrica. Odgovarajući izraz za transmisioni parametar  $s_{21}$ , koji se meri analizatorom mreža je dat sa [7]:

$$S = (Z + Z_0 I)^{-1} (Z - Z_0 I), \quad (12)$$

$$S_{21} = \frac{2Z_0 Z_{21}}{(Z_0 + Z_{22})(Z_0 + Z_{11}) - Z_{12} Z_{21}}. \quad (13)$$

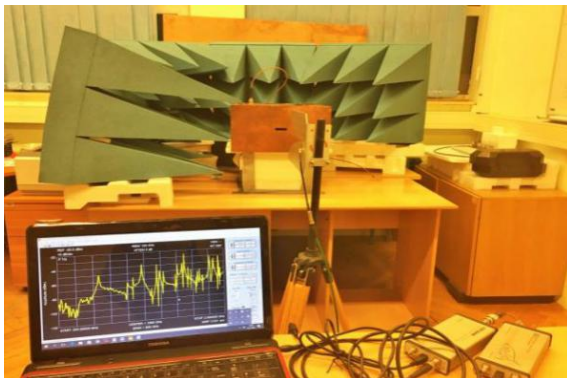
Iz jednačina (8) i (10) evidentno je da se SE može meriti analizatorom mreža, a sa  $S_{21n}$  i  $S_{21e}$  su označeni transmisioni parametri merenja bez i sa kućištem, respektivno.

$$SE = 20 \log_{10} \frac{|S_{21n}|}{|S_{21e}|} \quad (14)$$

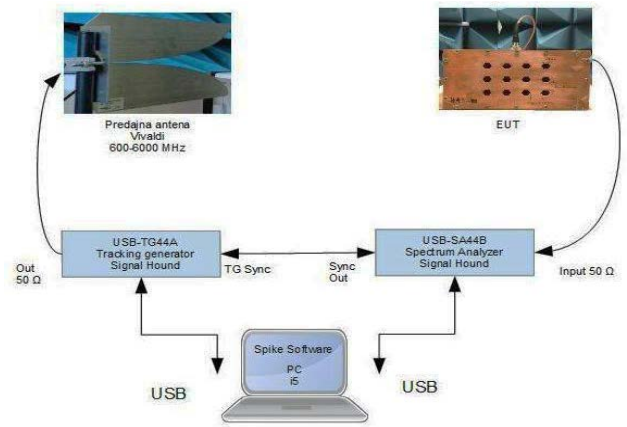
## 6. MERENJE EFIKASNOSTI KUĆIŠTA U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

Na slici 5 je prikazano merno mesto sa postavljenim apsorberima, EUT, predajnom antenom i sledećom mernom opremom.

- Predajna antena: Vivaldi UWB2, meri opseg: 600-6000 MHz, proizvođača *RFSPACE*,
- Merni prijemnik: *USB-SA44B Spectrum Analyzer/Measuring Receiver*, meri opseg: od 1 Hz do 4.4 GHz, proizvođača *Signal Hound*,
- Predajnik, generator: *USB-TG44A Tracking Generator*, koji radi u opsegu: od 10 Hz do 4.4 GHz, proizvođača *Signal Hound*,
- Upravljački softver: *Signal Hound's Spike™*, instaliran je na laptop *Intel core i5*, a upravljanje oba uređaja se vrši preko usb portova.



**Slika 5.** Merno mesto sa analizatorom spektra, treking generatorom i predajnom antenom Vivaldi.

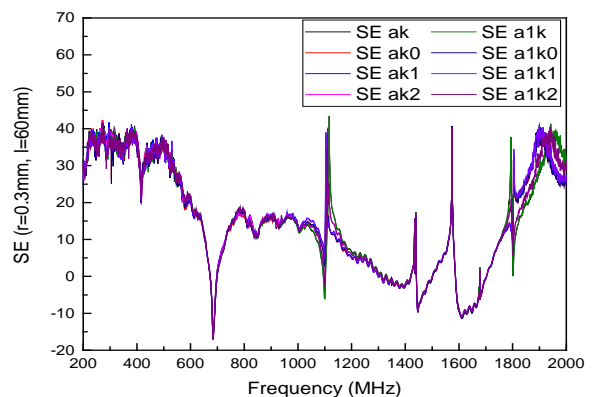


**Slika 6.** Merna konfiguracija sa analizatorom spektra, treking generatorom i predajnom slot antenom Vivaldi.

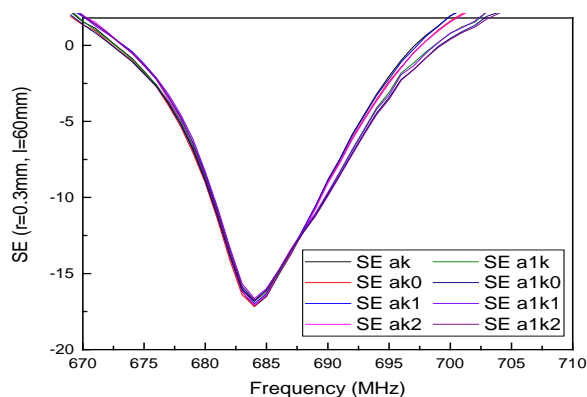
Na slici 6 je prikazana merna konfiguracija sa kojom je urađeno merenje a sastoji se od računarski kontrolisanog analizatora spektra sa treking generatorom i predajnom širokopoljnom slot antenom tipa Vivaldi.

Jedan od najvažnijih pokazatelja pouzdanosti i tačnosti merenja je ponovljivost merenja. Izvrše se merenja iste konfiguracije ali u različitim vremenskim intervalima i međusobno se uporede da bi se uočilo da li dolazi do odstupanja u dobijenim rezultatima. U ovom slučaju, sprovedena su merenja na istom EUT, koristeći različite merne metode: prvo, upotrebom analizatora spektra sa treking generatorom, onda sa vektorskim analizatorom mreža i treće metode, signal generatora sa analizatorom spektra za merenje tačka po tačka. Primenom merne konfiguracije kao na slici 6, dobijeno je odlično slaganje rezultata, što je prikazano na slikama 7 i 8. Na slici 7 je prikazan set izmerenih karakteristika SE kućišta sa grupom otvora i prijemnom monopol antenom poluprečnika  $r = 0.3$  mm i dužine  $l = 60$  mm. Na slici 7 uočava se izvanredno slaganje krivih svih 8 merenja, u celom frekvencijskom opsegu, izuzev na početku opsega do 600 MHz. Zapravo, predajna antena tek od te frekvencije ima dobre radne karakteristike. Na slici 8 je pokazan uveličani detalj prve rezonancije krive sa slike 7 i tu se uočava izvanredno slaganje svih osam merenja.

Na osnovu prikazanog primera seta merenja, a u procesu merenja je uređano više takvih, može se primetiti da je merno mesto i okruženje dovoljno dobro za kvalitetna razvojno-istraživačka merenja. Kako su rezonantne pojave uglavnom u opsegu iznad nekoliko stotina MHz ova antena i ova merna konfiguracija je iskorišćena.



**Slika 7.** Ponovljivost merenja SE na osnovu 8 merenja.



**Slika 8.** Ponovljivost merenja prve rezonantne frekvencije na bazi 8 merenja.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu su prikazani rezultati merenja efikasnosti oklopljavanja kućištem pomoću analizatora spektra i treking generatora u oblasti mikrotalasnih frekvencija. Pokazano je da i u improvizovanim uslovima laboratorije, koja nije EM anehoična soba, samo sa korišćenjem apsorbera, mogu se sprovesti odlična merenja.

## LITERATURA

[1] C. Christopoulos, *Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility*, 2<sup>nd</sup> ed., London, New York: CRS Press, 2007.

- [2] N. Nešić, „Numerička i eksperimentalna analiza uticaja grupe otvora na karakteristike oklapanja metalnih kućišta u mikrotalasnom frekvencijskom opsegu”, Doktorska disertacija, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2017.
- [3] W. H. Emerson, „Electromagnetic Wave Absorbers and Anechoic Chambers Through the Years,” *IEEE Trans. on AP*, t. 24, br. 4, 1973.
- [4] I. E. C. I. 61000-4-21, „Electromagnetic Compatibility (EMC), part 4: Testing and Measurement Techniques, Section 21: Reverberation Chamber Test Methods,” 2011.
- [5] Holloway, C. L.; Hill, D. A.; Sandroni, M.; Ladbury, J. M.; Coder, J.; Koepke, G.; Marvin, A. C.; He, Y. „Use of Reverberation Chambers to Determine the Shielding Effectiveness of Physically Small , Electrically Large Enclosures and Cavities,” *IEEE Trans. on EMC*, t. 50, br. 4, pp. 770-782, 2008.
- [6] A. C. Marvin, Y. He, „A Study of Enclosure Shielding Effectiveness Measurement using Frequency Stirring in a Mode-Stirred Chamber,” *IEEE Int. Symposium on Electromagnetic Compatibility 2008*, pp. 1–6, 2008.
- [7] U. Paoletti, H. Garbe, W. John, „Measurement of the Shielding Effectiveness of Conducting Enclosures with the Image Theory,” *Advances in Radio Science*, t. 3, p. 137–142, 2005.

## ELEMENTI PRILAGODLJIVOSTI WEB PREZENTACIJE ZA POTREBE LICIMA SA PROBLEMIMA PREPOZNAVANJA BOJA

### FLEXIBILITY ELEMENTS OF WEB PRESENTATION FOR PERSON COLOR BLINDNESS PROBLEMS

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

**Sadržaj** - *Socijalna dimenzija, WEB-a, ima čitavu paletu nus pojava, koje pokrivaju sve sfere našeg života, počev od ekonomske, kulturne, zabavne pa sve do zdravstvene sfere. Generalno uticaj WEB-a u svima njima je veliki. Svako ima prava na pristup informacijama na mreži, bez obzira na svoj materijalni status, lokaciju na zemljinoj kugli, fizička, zdravstvena i druga ograničenja. Daltonizam, predstavlja poremećaj prepoznavanja boja. Radi se generalano o naslednoj bolesti, mada se javlja i kao posledica, oboljenja dijabetisa, multiplskleroze, starenja, posledica različitih medicinskih tretmana i sl. U ovom radu biće obrađene tehnike izrade web prezentacije, prilagođene osobama za izraženim problemom razlikovanja boja, odnosno daltonizmom, na praktičnim primerima u WordPress okruženju.*

**Ključne reči:** *WEB dizajn, neprepoznavanje boja, contrast, prilagodljivost, strategija.*

**Abstract** - *The social dimension of the WEB has a whole range of side effects, covering all spheres of our lives, from the economic, cultural, entertainment to the health sphere. Generally the WEB influence in all of them is great. Everyone has the right to access information online, regardless of their material status, location on the globe, physical, health and other limitations. Daltonism is a color recognition disorder. It is generally a hereditary disease, although it also occurs as a herb, diabetes, multiple sclerosis, aging, the effects of various medical treatments, etc. This paper will discuss the techniques of creating a personalized web presentation for a distinct color differentiation problem, that is, Daltons, on practical examples in a WordPress environment.*

**Key words:** *Web Design, Color Blindness, , contrast adaptivity, strategy.*

#### 1. UVOD

U digitalnom svetu, web stranice pojavljuju se kao značajan alat koji ne samo da pomažu kompanijama da pronađu svoju identitet na tržištu, već i da privlače nove klijente iz celog sveta. Web stranica je postala sredstvo komunikacije i interakcije za poslovne kuće. Web stvara mogućnost da kompanije uspostaviti svoj digitlani on line, korporativni identitet na globalnoj sceni i budu u stalnom kontaktu sa svojim klijentom [1].

Kvalitetan web dizajn, zahteva mnogo različitih veština, standarda i disciplina koji se koriste prilikom kreiranja i održavanja web sajta. Terminom web dizajn, inkorporira u sebe grafički dizajn, interfejs dizajn, autorizaciju, standardizovano kodiranje, optimizaciju korisničkog okruženja i pretraživača i druge oblasti koje pokrivaju široka naučna polja [2].

Danas, na tržištu su najtraženiji tzv. full stack developeri, koji poseduju znanja koja pokrivaju gore navedene oblasti, Međutim, zahtevi savremenog web tržišta su učinili da razvoj web prezentacije, zahteva pre svega usklađen, kontinuiran timski rad. Preciznije, reč web-dizajn se uglavnom koristi da opiše vidljivi deo (front end) web sajta, dok se reč web-

development vezuje za funkcionalnost i kodiranje sajta (back end) [3].

Kao najvažniji aspekti pri izradi web prezentacije izdvajaju se sledeća četiri elemenata kao najbitnija:

1. Raspored elemenata – Raspored grafike, sadržaja i banera osnova je web dizajna. Najvažnije je napraviti takav raspored koji će posetiocima omogućiti da informacije koje ih zanimaju pronađu brzo i lako.
2. Boje – Izbor boja zavisi od svrhe web sajta, kao i posetilaca kojima je sajt namenjen. Bilo da je u pitanju jednostavan crno-beli dizajn ili dizajn koji uključuje mnoštvo različitih boja, suština je da se na pravi način predstavi kompanija i njen brend.
3. Grafika – Grafika podrazumeva razne elemente, kao što su logo, slike, animacije, ikonice, itd. Svi ovi elementi služe da unaprede izgled sajta, ali i njegovu funkcionalnost. Zbog toga je bitno da se ovi elementi uklope sa ostalim elementima web sajta, pre svega sa bojama i sadržajem.
4. Fontovi – Još jedan element web dizajna koji može da unapredi izgled vašeg sajta je upotreba različitih fontova. Ipak, treba uzeti u obzir da većina web pre-



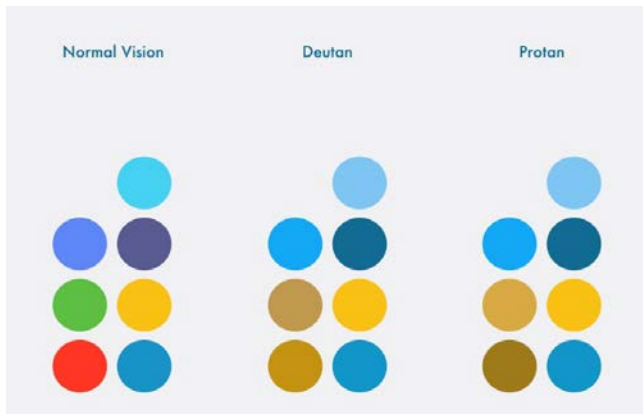
traživača prepoznaje samo određene fontove, tzv. "sigurne web fontove". Zbog toga web dizajneri uglavnom rade samo sa tom grupom opšte prihvaćenih fontova.

Socijalna dimenzija, WEB-a, ima čitavu paletu nus pojava, koje pokrivaju sve sfere našeg života, počev od ekonomske, kulturne, zabavne pa sve do zdravstvene sfere. Generalno, uticaj WEB-a u svima njima je veliki. Svako ima prava na pristup informacijama na mreži, bez obzira na materijalni status, lokaciju na zemljinoj kulgi, fizička, zdravstvena i druga ograničenja. U ovom radu biće obrađene tehnike izrade web prezentacije prilagođene osobama sa izareženim problemom razlikovanja boja, odnosno daltonizmom. Daltonizam, predstavlja poremećaj prepoznavanja boja. Radi se generalano o naslednoj bolesti, mada se javlja i kao posledica, oboljenja dijabetisa, multiplaskleroze, starenja, posledice različitih medicinskih tretmana i sl. [4].

## 2. DALTONIZAM i WEB

Prema podacima svetske zdravstvene organizacije danas na svakog dvanaestog muškaraca javlja se jedan sa problemom razlikovanja boja, odnosno na svaku 200-tu žensku osobu dolazi po jedna sa problemom razlikovanja boja [4-6].

Postoje, različitih tipovi ove bolesti. Opšte je poznato da zdrava osoba poseduje sposobnost razlikovanja oko 2000 boja, dok u slučaju osoba za izraženim problemom daltonizma taj broj je znatno manji. Danas su dominantna tri tipa daltonizma i to: protanopija (ne prepoznavanje crvene boje), deuteranopija (ne prepoznavanje zelene boje) i tritanopija (ne prepoznavanje plave boje) [6].



Slika 1. Tipovi Daltonizma

Ova činjenica primorala je kreatore web prezentacija da pri izradi svojih prezentacija, obrate pažnju i na ovaj problem [7]. Iz tog razloga, sprovedene su brojne analize, razvijen veliki broj studija, i ponuđena čitava paleta rešenja i tehnika, namenjenih dizajnerima u cilju efikasnijeg prilagođavanja web sadržaja osobama sa izraženim problemom daltonizma.

Značaj ovog problema, postaje jasniji kad se uzme u obzir činjenica da je pravilna primena elemenata teorije boja od suštinskog značaja za kvalitet i uspeh web prezentacije. Dalje veliki broj odluka, koje posetioci donose prilikom posete web stranicama upravo su zanosvane na osećanju i emocijama izazvnim na bazi dizajna sadržaja nego na osnovu gerničkih kodova i brojnih taksonomija [8].

Pravilno kreirana strategija izrade web prezentacije, mora da uzme u obzir potrebe ove populacije posetilaca, odnosno da obezbedi primenu pravilnog odnosa kontrasta boja, pravilnim izborom boja za pozadinski i frontalni deo web prezentacije, u cilju omogućavanja da osobe sa problemom prepoznavanja boja mogu da detektuju jasnu razliku među bojama, čime im se omogućuje da dobiju korektnu informaciju vizulnim putem a ne samo kroz analizu kodova korišćenih boja. Efektivno korišćenje teorija boja je jedno od najmoćnijih oruđa web dizajnera i dizajnera uopšte. Boje su forma neverbalne komunikacije koje mogu izazvati reakciju u deliću sekunde. One mogu trenutno promeniti raspoloženje, pobuditi osećanja, izazvati reakciju ili inspirisati ljude na akciju [9].

Danas postoje različiti softverski alati za simulaciju ovih poremećaja koji nam omogućavaju da se upozna na pravilan način percepcija daltonista. Osim što podižu svest o poremećajima viđenja boja, simulacije pomažu dizajnerima vizuelnih informacija da izbegnu upotrebu problematičnih kombinacija boja [10].

## 3. INKLUZIVNI WEB DIZJAN I PRIMERI PRIMENE

Glavna ideja inkluzivnosti je omogućiti svim korisnicima upotrebu web stranice, tj. prilagoditi je svima koji imaju potrebu za informacijama ili funkcijama koje ona sadrži. Nadogradnjom postojećih tehnika upotrebljivosti i pristupačnosti a i korišćenjem tehnika kao što su fleksibilnost web stranice i njena prilagođenost raznim korisnicima razvila se ideja inkluzivnog web dizajna. Fleksibilnost dizajna omogućava jednostavnije korišćenje web stranice i onim korisnicima koji pretraživanje vrše preko pokretnih uređaja, tako da se dizajn menja s promenom rezolucije ekrana. Prilagodljiv dizajn je nova tehnika gde se web sadržaj prilagođava pojedincu tako da mu olakšava pretraživanje kroz personalizaciju web stranice [11-13]. Elementi prigalodavanja web prezentacije licima sa izraženim problemom prepoznavanja boja, biće predstavljeni na primeru web prezentacije BASKET 3x3 koja je dostupna na adresi <https://basket3v3.000webhostapp.com/>. Dizajn je jednostavan i pristupačan, i veoma razumljiv.

Od plugin-ova korišćeni su Elementor, Astra Themes, YoastSEO, Ultimate Social Media Icons i All-In-One Wp Migration. Elementor je veoma popularan i često korišćen plugin i služi za brže i lakše kreiranje web prezentacija zbog brojnih ugrađenih opcija za funkcionalnosti koje se najčešće koriste. Astra Themes nudi brojne šablone osnovnih tema za web sajtove od kojih je jedna izabrana i korišćena u ovom primeru.

Paleta boja koja je korišćena u okviru izrade ove prezentacije sadržala je ukupno 15 boja. Korišćenjem Astra Themes odabran je jedan od minimalističkih obrazaca za teme i dodatno je prilagođen da bude što prostiji i pristupačniji. Naime, ova tema se karakteriše minimalnim brojem boja. Na taj način, izbegava se konfuzija kod poestioca sa izraženim problemom prepoznavnja boja. Dalje, interaktivni elementi su dovoljno veliki, razumljivi i vidljivi čime je obezbeđeno da njihovo korišćenje bude lakše i intuitivnije. Ispoštovan je zahtev da dodirne površine budu najmanja 48x48 piksela, što je takođe omogućilo osobama sa problemima prepoznavanja boja da interaguju i da se lakše kreću kroz web sadržaj.



Slika 2. Naslovna strana sa dominantnim minimalizmom



Slika 3. Čitljivost

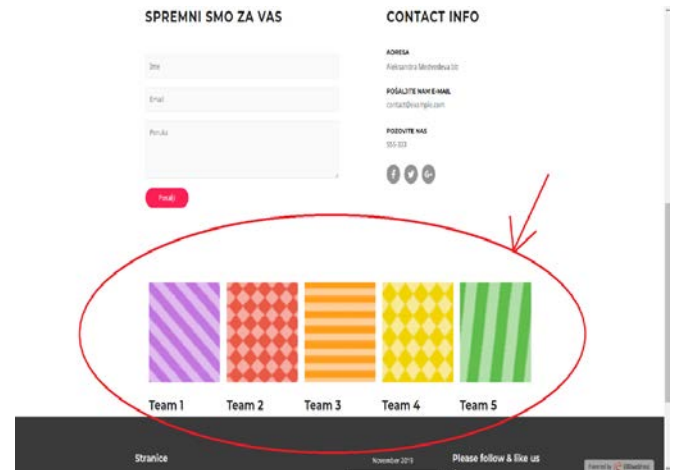
Pri projektovanju čitljivosti, vođeno je računa da se ispoštuje princip komunikacije, na osnovu koje je i izvršen izbor fonta. Font je biran tako da izgled slova ne bude zamarajući za oči, razmak između grafema je izabran u skladu sa Googleovim zahtevima. Izbor je bio Ariel.

Korišćeni su veličine 16-24pt, koje je omogućavaju lakšu čitljivost korisnicima sa vizuelnim problemima.



Slika 4. Korišćenje velikih fontova

Kao jedan od načina, omogućavanja lakšeg snalaženja za prezentacije sa stanovišta osoba sa izraženim problemom prepoznavanja boja, u opciji za prijavu timova, korišćena je tehnika predstavljanja boja pomoću tekstura (sl. 5). Korišćeno je ukupno pet različitih tekstura, za svaki tim po jedna. Primenjeni su kontrasti najmanje 4:5:1 za veće elemente, a 7:1 za regularne. Takođe, poštujući prirodu problema izazvanog daltonizmom, pri izradi web prezentacije izbegavana je primena kombinacija: zelena i crvene boje, zelene i braon boje, plave i ljubičaste boje, zelene i plave boje, svetlo zelene i žute, plave i sive, zelene i sive, kao i zelene i crne boje.



Slika 5. Primer diferencijacije boja teksturama i obrascima

#### 4. ZAKLJUČAK

Boja predstavlja psihofizički osećaj nastao kao rezultat interakcije između svetlosnog stimulusa, receptora u oku koji registruju taj stimulus i nervnog sistema koji interpretira signal receptora. Stvaranje web-a koji je više inkluzivan zahteva ulaganje napora od strane svih onih koji u tome učestvuju, a to su, web dizajneri, developeri i klijenti koji ih angažuju. Oni moraju svi biti svesni činjenica i imati u vidu koliko je korišćenje tehnika inkluzivnog web dizajna bitno kako za korisnike tako i za njih same. Inkluzivni web dizajn ima mnogo veće pozitivne efekte nego što se na prvi pogled može naslutiti. Naime osim toga što će se pristup i razumevanje web sadržaja učiniti osnovnim pravom svih ljudi koji žele da konzumiraju taj sadržaj, doći će i do rasta popularnosti tih web sadržaja koji su kreirani s obzirom na inkluzivne principe. Samim tim će sa većim brojem posetilaca biti i većeg broja potencijalnih korisnika što direktno utiče na veću zaradu putem tih web sadržaja. Bez obzira na ostale benefite, samo ta činjenica može biti dovoljna da inkluzivni web dizajn stavi u prvi plan onih ljudi koji su u mogućnosti da ulože svoje vreme i resurse u ovu disciplinu.

#### LITERATURA

- [1] Beiard, J. & George, J., (2014). "The Principles of Beautiful Web Design". Australia: Site point.
- [2] Cunningham, K., (2012). "Accessibility Handbook". USA: O'REILLY.
- [3] Robbins, J. (2012) "Learning Web Design: A Beginner's Guide to HTML, CSS, JAVA Script, and Web Graphics", Canada: O'REILLY.
- [4] Horton, S., Quesenbery, W., (2013). "A Web For Everyone: Designing Accessible User Experience". New York: Rosenfeld.
- [5] Thatcher, J., Burks, M., Heilmann, C., Henry, S., Kirkpatrick, A., Lauke, P., et al., (2006). "Web Accessibility: Web Standards and Regulatory Compliance". USA: Friends of.

- [6] Betsy, J., (2003). "Color Blindness". (2003, November 2). USA: Pearson Education Inc. Retrieved September 22, 2014, [http://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/tmrs\\_rg/ColorBlindness.pdf?WT.mc\\_id=TMRS\\_Color\\_Blindness](http://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/tmrs_rg/ColorBlindness.pdf?WT.mc_id=TMRS_Color_Blindness)
- [7] EIZO. (2006). "Color Universal Design Handbook". Totember 22, 2014, <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Cor/Color%20Universal%20Design%20handbook.pdf>
- [8] Spiezel, C., (2001). "Interface Design Guidelines for Users of All Ages". USA: Age light. Retrieved September 22, 2014, <http://www.agelight.com/webdocs/designguide.pdf>
- [9] <http://24ways.org/2012/colouraccessibility/>
- [10] <http://stocklogos.com/topic/designinglogos-color-blind>
- [11] <http://99designs.com/designerblog/2013/04/17/designers-need-to-understand-color-blindness/>
- [12] <http://uablogs.missouri.edu/interface/2011/05/is-your-site-color-blind-accessible/>
- [13] [http://snook.ca/technical/colour\\_contrast/colour.htm](http://snook.ca/technical/colour_contrast/colour.htm)



## PREDNOSTI KORIŠĆENJA CLOUD PLATFORMI KOD IoT APLIKACIJA BENEFITS OF USING CLOUD PLATFORMS WITH IoT APPLICATIONS

Mirko Kosanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Miloš Kosanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – Veliki razvoj informacionih tehnologija koje su potpomognute komunikacionim, računarskim i senzorskim tehnologijama dovele su do razvoja jedne potpuno nove oblasti: Internet stvari (Internet of things – IoT). Ne čudi što je uz sav tehnološki napredak koji smo doživeli u poslednjih nekoliko decenija svet sada pametniji i povezani više nego ikad ranije. Sa druge strane veliki razvoj inteligentnih senzorskih čvorova koji su potpuno samostalno mogli da prate raznolike promene u nadgledanju prirodnih događaja omogućio je razvijanje velikog broja aplikacija koje su se bazirale na IoT. Sve one zahtevale su razvoj velikog broja različitih IoT platformi koje su znatno skraćivale potrebno vreme za razvoj IoT aplikacija i u velikoj meri pojednostavnile izradu IoT aplikacija. Ovaj rad na jednom praktičnom primeru pokazuje koje sve prednosti programeri mogu očekivati od cloud platformi prilikom izrade IoT aplikacija.

**Ključne reči:** Internet stvari, IoT aplikacije, IoT platforme.

**Abstract** – The great development of information technologies, aided by communications, computer and sensor technologies, has led to the development of a completely new area: the Internet of Things (IoT). It is not surprising that with all the technological advances we have experienced in the last few decades, the world is now smarter and more connected than ever before. On the other hand, the large development of intelligent sensor nodes that were able to independently monitor the various changes in monitoring natural events made it possible to develop a large number of applications based on IoT. All of these required the development of a large number of different IoT platforms, which significantly shortened the time required to develop IoT applications and greatly simplified the development of IoT applications. On one practical example we shows what all the benefits developers can expect from cloud platforms when developing IoT applications.

**Key words:** Internet of things, IoT applications, IoT platforms

### 1. UVOD

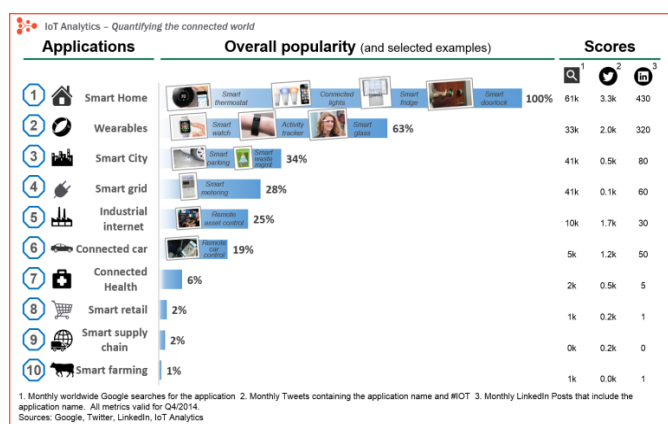
Odavno je prošlo vreme kada su se računari i uređaji nalazili samo u velikim kompanijama ili u rukama nekolicine korisnika. Današnja stvarnost je da su računari i uređaji svuda oko nas: u našim domovima, zgradama, kancelarijama a i u sopstvenim džepovima – mobilni telefoni. Lepota Internet stvari (IoT) je u tome što su svi uređaji sposobni da međusobno komuniciraju i razmenjuju informacije. Unutar Interneta IoT uređaji komuniciraju kako jedni s drugima tako i sa korisnicima kako bi generisali i isporučili ogromne količine podataka o procesima koje nadgledaju. Na osnovu Deloitteove definicije [1], IoT je „paket tehnologija i pridruženih poslovnih procesa koji uređajima svih vrsta omogućuju da sistemima prenose informacije o svom statusu, stvarajući priliku za procenu i delovanje na ovom novom izvoru informacija.“ Prema Niku Džonsu, potpredsedniku istraživanja u Gartneru [2], „IoT će nastaviti da pruža nove mogućnosti za inovacije u digitalnom poslovanju tokom naredne decenije, od kojih će mnoge biti omogućene novim ili unapređenim tehnologijama.“ Još 2008. godine broj Internet povezanih objekata na našoj planeti je prevazišao ukupan broj ljudi koji na njoj živi. Po Gartner-u procene su da će

okvirno biti 14,2 milijardi povezanih IoT stvari u 2019. godini a 25 milijardi do 2021. godine, što će stvoriti ogromne količine podataka. „Podaci su gorivo koje pokreće IoT i sposobnost organizacije da iz toga izvuče značenje definisane njihov dugoročni uspeh“, rekao je takođe Nick Jones [2]. Njegova vizija predviđa da će u budućnosti svet biti pun umreženih, pametnih uređaja koji će posedovati jedinstvenu identifikaciju. Svi ti uređaji biće opremljeni velikim brojem različitih senzora i moći će da potpuno samostalno sakupljaju veliki broj različitih podataka, koje će bezičnom vezom međusobno razmenjivati ili prosledivati nadređenom uređaju, koji će te podatke omogućiti da budu Internet dostupni.

Cilj ovog rada je da prikaže da izrada jedne IoT aplikacije i nije tako komplikovan zadatak. Nakon uvoda u 2 poglavlju navedena su aktuelna područja primene IoT aplikacija. Slojevitost struktura IoT aplikacije prikazana je u poglavlju 3. Najčešće korišćene platforme prilikom izrade IoT aplikacija su date u poglavlju 4. Poglavlje 5 ukratko objašnjava popularnu Google IoT platformu Xively, dok nam poglavlje 6 praktično pokazuje kako je moguće izraditi jednu IoT aplikaciju koja se zasniva na Xively platformi. Poglavlje 7 zaključuje ovaj rad.

## 2. PRIMENA IOT

Kako IoT predstavlja jedno proširenje i nadgradnju računarskih sistema, koja nam omogućava da pratimo i beležimo gotovo svaku pojavu u prirodi, veoma je veliki di-japazon njihove primene. Od industrijskih primena, ekonomskog okruženja, finansijskog tržišta, poljoprivrede, energetike, razvoja softvera, maloprodaje, automobilske industrije, zdravstvene zaštite i mnogih drugih kroz upotrebu različitih uređaja. Dečije igračke, satovi, automobili, kućni aparati, avioni, naučni uređaji su samo neki od uređaja koji su se nedavno pridružili redovima onih koji koriste IoT zbog njihovih prednosti. Prema IDC-u [5], industrije za koje se očekuje da će najviše potrošiti na IoT rešenjima u 2019. godini su diskretna proizvodnja (119 milijardi dolara), procesna proizvodnja (78 milijardi dolara), transport (71 milijarda dolara) i komunalije (61 milijardi dolara). Navešćemo samo neke od najčešćih primena IoT danas koje su u procentima prikazane na slici 1.:



Slika 1. Različite primene IoT [5]

**Pametne kuće:** Uz IoT, pametne kuće postaju stvarnost. Zahvaljujući njima mi možemo kontrolisati sigurnost našeg doma, pratiti kretanja u njemu putem video nadzora, prilagoditi nivo osvetljenja, klima uređaja, potrošnje električne ili toplotne energije, potrošnje vode, kontrole ulaznih vrata ili prozora i upravljati sa mnogim kućanskim aparatima sa samo nekoliko klikova sa pametnog uređaja ili mobilnog telefona.

**Prikupljanje i obrada podataka:** Senzori se mogu postaviti na određene uređaje ili ljude i sa njih kontinuirano prikupljati podatke. Njihovom obradom mogu se predupređiti mnogi neželjeni događaji kako za uređaje tako i za zdravlje praćenih ljudi.

**Pametni automobili:** U današnje vreme vozila su optimizovana da pružaju ključne informacije koje olakšavaju vozaču da upravlja vozilom. Od čitanja e-poruka preko zvučnog sistema do pametnih statistika i metrika o performansama automobila kao i navođenja kretanja vozila od odredišta do destinacije, IoT pruža brojne aplikacije za automobilsku industriju.

**Poljoprivreda:** Snabdevanje hranom je kritično pitanje koje se pomno nadgleda. IoT pruža sredstva za pametnu poljoprivredu gde podaci o vlažnosti tla, hranjivim materijama, upotrebi vode, ciklusima rasta biljaka, đubrivom i drugim, igraju ključnu ulogu u istraživanju i napretku tehnologija koje omogućavaju povećanje proizvodnje hrane.

**Maloprodaja:** IoT nudi trgovcima mogućnost da se povežu sa kupcima na jedan vrlo blizak način koji je usmeren

na unapređenje celokupnog iskustva kako u prodavnici tako i u maloprodajnoj mreži. Na primer, prodavci mogu da prate put kupca kroz prodavnicu kako bi maksimizirali izgled rafova i poboljšali plasman proizvoda.

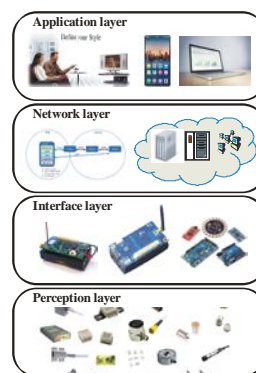
**Energija:** Pametne energetske mreže dizajnirane su za prikupljanje podataka i analizu ponašanja potrošača i dobavljača kako bi se poboljšala efikasna upotreba resursa. Pored toga, pametne elektroenergetske mreže sposobne su da otkrivaju izvore nestanka struje kako bi na vreme omogućili nabavku energije iz distribuiranog energetskog sistema.

**Zdravstvo:** Pametni medicinski uređaji koje pokreće IoT pomažu u prikupljanju podataka za pružanje sveobuhvatnije analize pacijenata i čak otkrivanja bolesti. Preko povezanih uređaja pružaoci zdravstvene zaštite mogu personalizovati konsultacije i dijagnoze pacijenta pa čak i omogućiti daljinsko lečenje pojedinih bolesnika.

Posmatrajući sve ove primene slobodno možemo da kažemo da je primena IoT gotovo neograničena. Teško da postoji i jedna ljudska delatnost gde se ne bi moglo primeniti i iskoristiti prednosti koje na IoT omogućava.

## 3. SLOJEVITI PRIKAZ IoT APLIKACIJE

Gotovo sve IoT aplikacije izgledaju dosta komplikovano. One objedinjuju dosta različitih kako hardverskih tako i softverskih tehnologija. Na prvi pogled izgleda da nije uopšte jednostavno razviti jednu IoT aplikaciju jer se od autora zahteva veliko poznavanje raznolikih tehnologija kako softverskih, hardverskih tako i komunikacionih. Sa druge strane od te aplikacije zahteva se jako velika fleksibilnost i funkcionalnost što još više otežava njen razvoj. Međutim, IoT ne bi doživeo tako buran razvoj poslednjih godina da je to tako. Mnogi softveri, case alati, koji su razvijeni kao i pomenute platforme omogućile su da se veoma jednostavno mogu razviti veoma moćne IoT aplikacije. Da bismo prikazali svu jednostavnost kod razvoja IoT aplikacije prikazaćemo taj razvoj kroz jednu slojevitu strukturu te aplikacije. U okviru nje svaki sloj ima svoje osobenosti u pogledu softvera i hardvera. Takođe svaki sloj u ovoj strukturi ima svoj određeni zadatak koji treba da obavi. Osnovna arhitektura aplikacije zasnovane na IoT-u može se razmotriti kroz četiri različita sloja prikazana na slici 2:



Slika 2. Slojevit arhitektura IoT aplikacije

a. Percepcijski sloj - sastoji se od različitih povezanih fizičkih senzora koji bi trebalo da se koriste za nadgledanje i beleženje događaja u našoj aplikaciji. Na ovom sloju ne postoji neki inteligentni softver dok hardver obuhvata široki spektar raznolikih senzora: od jednostavnih senzora koji daju skalabilne podatke (temperatura, pritisak, on/off, ...) do vrlo inteligentnih senzora u vidu IP kamera i različitih aktuatora.

b. Sloj interfejsa - predstavlja kontrolnu jedinicu koja prikuplja podatke iz percepcijskog sloja. Ova jedinica se uglavnom sastoji od različitih sitnih, jeftinih bežičnih senzorskih čvorova koji su mrežno organizovani i raspoređeni su u širokom geografskom području. Oni su sposobni da samostalno integrišu neprekidno osmatranje i beleženje promena, njihovo ažuriranje i bežično slanje ka nadređenim uređajima. Na ovom sloju imamo veoma veliki spektar mikrokontrolera (Arduino, Raspberri, BeagleBone Black i drugi) kao veliki broj inteligentnih bežičnih senzorskih platformi, *sensor node*, (mica, telos, rene, iris i td). Pri izradi IoT aplikacije najveći deo posla predstoji ovde jer treba napraviti aplikaciju koja će očitavati senzore. Olakšavajuću okolnost je da svi proizvođači nude jako veliki spektar različitih biblioteka i softvera koji olakšavaju izradu aplikacije.

c. Mrežni sloj - akumulirani podaci se u mrežnom sloju usmeravaju prema nekoj Cloud ili Web infrastrukturi, koja treba da omogući da ti podaci stignu do aplikacijskog sloja i krajnjeg korisnika. Na ovom sloju nalazi se veoma veliki broj sftverskih platformi koje smo ranije opisali u poglavlju 3.

d. Aplikativni sloj – obuhvata uređaje i aplikacije putem kojih se vrši kontrola i nadzor nadgledanih pojava. To mogu da budu različiti uređaji: mobilni telefon, lap-top ili tablet na kojima je instalirana potrebna aplikacija i putem koga se vrši nadgledanje bilo gde u svetu tj. gde postoji Internet konekcija. Pojava Android operativnog sistema u mnogome je omogućila i pojednostavnila izradu aplikacija koje se instaliraju na mobilnim uređajima preko kojih se prate promene nadgledanim pojavama i time doprinele još većoj popularnosti ovih aplikacija.

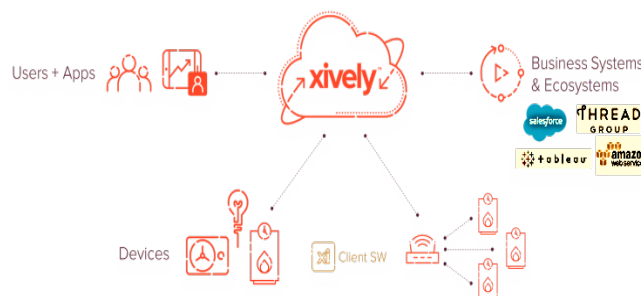
#### 4. PLATFORME ZA IZRADU IOT APLIKACIJA

Broj IoT uređaja koji se međusobno povezuju raste velikom brzinom, što uslovljava i sve veći broj IoT platformi. Jedinstvena definicija IoT platforme ne postoji ali se ona može definisati kao skup generičkih funkcionalnosti koje se koriste prilikom pravljenja IoT aplikacija [3]. IoT platforma ima mogućnost da pristupi, čuva, skladišti, transformiše podatke koje detektuju inteligentni uređaji, ali i da ih sigurno poveže i integriše sa poslovnim procesima i sistemima. Potrebno je da ima različite alate koji treba da pomognu programerima. Na prvom mestu odgovarajući API (*Application Programming Interface*) kao i okruženje koje omogućuje brz razvoj novih aplikacija i integrisanje u poslovne sisteme. One treba da pruže programerima velike mogućnosti da razvijaju, kontrolišu i upravljaju svojim IoT aplikacijama sa jedne centralne lokacije na jednostavan i siguran način, putem velikog broja različitih uređaja. Od njih se samo zahteva da imaju nesmetani pristup Internetu. IoT platforme ubrzavaju proces razvoja velikog broja raznolikih aplikacija tako što obezbeđuju gotovo sve potrebne alate u jednom jedinstvenom okruženju zasnovanom na oblaku (*Cloud Computing*). Sve to omogućuje programerima IoT aplikacija da ne troše vreme na podešavanje svojih aplikacija za komunikaciju preko Interneta što u mnogome smanjuje vreme potrebno za razvoj takvih aplikacija. Jedna dobra IoT platforma bi bila idealna ako bi uključivala većinu alata koji su nam potrebni prilikom izrade IoT aplikacija kao što su: MQTT brokeri, HTTP serveri, REST API podrška, baze podataka za čuvanje senzorskih podataka, Node-RED za složene aplikacije, lokacija uređaja, sigurna komunikacija, izveštavanje, analitika, i jednostavne

alate za izradu Web i mobilnih aplikacija. Kako su do sada razvijene brojne platforme koje pomažu kod razvoja IoT aplikacija mi ćemo ovde navesti samo neke od poznatijih koje se danas koriste: Axeda (<https://www.ptc.com/axeda/product/iot-platform>), Xively (<https://Xively.com/>), Carriots (<https://www.altair-smart-works.com/>), ThingsWorx (<https://www.ptc.com/en/products/iiot>), Thingspeak ([https:// thingspeak.com/](https://thingspeak.com/)), Monogoto (<https://iot.monogoto.io/>), kubo (<https://kubo.business/>), Wecon (<http://www.we-con.com.cn/>), AWS (<https://aws.amazon.com/>), Google IoT cloud (<https://cloud.google.com/>), Xamarin–izrada mobilnih aplikacija i druge.

#### 5. IoT PLATFORMA Xively

Popularna IoT platforma pod nazivom Xively pripada širokom spektru programske podrške koju nam omogućuje **Google Cloud Platform**-a. IoT platforma Xively je poslovna platforma za izgradnju, upravljanje i dobijanje podataka sa većeg broja povezanih IoT uređaja. Xively daje podršku programerima u bilo kojoj fazi izgradnje jedne IoT aplikacije, koja bi trebalo da reši neki problem i dovede do krajnjeg proizvoda, brzo, pouzdano i sigurno. Sledeća blok šema koja je prikazana na slici 3. prikazuje konceptualnu arhitekturu jednog IoT rešenja za aplikaciju na bazi Xively platforme.



Slika 3. Tipična Xively arhitektura [6]

Na nivou uređaja, Xively pomaže u upravljanju komunikacijom, primenjuje robusne bezbednosne protokole i pruža alate za upravljanje poverljivim podacima i ažuriranjem softvera. Xively je trenutno dostupan na velikom broju uređaja, od jeftinih WiFi čipova do robusnih industrijskih mrežnih prolaza (*gateway*). Broj uređaja koji podržavaju Xively raste svakog dana. Mobilne i Web aplikacije koje podržavaju Xively mogu koristiti funkcije za razmenu poruka i upravljanje platformom za obezbeđivanje i komunikaciju sa uređajima, upravljanje korisnicima i pristupom, pružanje uvida u usluge i integraciju sa sistemima vaše poslovne inteligencije. Xively se specijalizovao za rešavanje IoT problema za kompanije u komercijalnom, industrijskom i kućnom prostoru. Na taj način Xively uređaji mogu nas automatski obavestiti kada im je potrebna pažnja, ako se premaše neki limitirajući faktori ili odgovoriti na promene koje želimo da učinimo na osnovu nekog podatka. Međutim, mnoge kompanije koje imaju najviše koristi od povezivanja svojih proizvoda imaju malo iskustva u stvaranju tehnologija koje bi to omogućile. Xively ovim kompanijama omogućuje alate preko kojih mogu bez nekog velikog poznavanje tehnologije povezivanja IoT uređaja da to uspešno urade. Platforma Xively nudi mnoštvo usluga za brzo povezivanje IoT proizvoda i podršku uređajima i korisnicima povezanog sistema. Neke od ovih usluga uključuju:

- Poruke u realnom vremenu - Xively povezuje proizvode i aplikacije, sa mogućnošću da istovremeno automatski pretražuje bilo kakve promene na sistemu.
- Poslovna logika – omogućeno je da se naši uređaji, korisnici i grupe u Xively modeliraju pomoću povezanog upravljanja proizvodom (CPM) koji prihvata poruke koje nude druge IoT platforme.
- Sigurnost - Svaka poruka je u potpunosti šifrirana i uređaji su zaštićeni od spoljnih napada. Xively koristi modele odnosa uređaja i korisnika za autorizaciju pristupa podacima.
- Integracija - Xively se povezuje sa našim back-end serverom i integriše se sa drugim poslovnim sistemima.

## 6. PRIMER IoT APLIKACIJE

Arhitektura IoT aplikacije predstavljena u ovom radu može se primeniti na različite načine kako bi se zadovoljili različiti aplikativni scenariji sa minimalnom promenom koda i dizajnom. Ovaj sistem omogućava ovlašćenim vlasnicima zemljišta da daljinski kontrolišu i nadgledaju događaje putem pametne aplikacije sa grafičkim korisničkim interfejsom (GUI). Predloženi sistem predstavlja klasičnu aplikaciju klijent-server koja se zasniva na sistemu mikrokontrolera Arduino, Wi-Fi (ESP2866 štiti), Xively platformi i Android kompatibilnoj mobilnoj aplikaciji. ESP8266 Wi-Fi modul je samostalni SOC sa integrisanim setom TCP/IP protokola koji omogućava bilo kom mikrokontroleru pristup nekoj Wi-Fi mreži. Nudi kompletno i samostalno rešenje za Wi-Fi umrežavanje, omogućavajući mu bilo hosting aplikacija ili prebacivanje svih funkcija Wi-Fi mreže sa drugog procesora aplikacija. Ovaj štiti može se koristiti i na klijentskoj i na serverskoj strani. S obzirom da Arduino već podržava TCP/IP stack, fokusirali smo se na implementaciju softvera za povezivanje sa udaljenim korisnikom. Softver predložene IoT aplikacije podeljen je u tri glavna dela: klijentska aplikacija na pametnom mobilnom uređaju, aplikacija serverskog softvera na nekim Web ili Cloud uređajima i firmware mikrokontrolera. Klijentska aplikacija za Android sistem može se obaviti korišćenjem IDE programa Google Android Programming - App Inventor i Java programskim jezikom. IoT aplikacija koju ćemo ovde prikazati omogućuje nam da napravimo sistem koji će kontrolisati vlažnosti zemljišta. Aplikacija će automatski slati e-mail upozorenje kad god nivo vlage zemlje padne ispod određenog praga koji smo mi postavili. Ceo sistem se sastoji od nekoliko komponenata i to: prva komponenta je Arduino uređaj koji obuhvata mikrokontroler koji je povezan sa senzorom koji je zadužen da prati nivo vlažnosti zemljišta i o tome putem Wi-Fi mreže obaveštava Xively server. Druga i treća komponenta se nalaze na platformi Xively i one predstavljaju Xively server i Zapier servis. Četvrta komponenta predstavlja klijentski deo koji može biti na bilo kom uređaju koji ima mogućnost pristupa Internetu. U zavisnosti od programske podrške ovakva konfiguracija će moći da prima, čuva i prikazuje podatke koje registruje senzor vlažnosti.

U razvoju ove IoT aplikacije za kontrolu vlažnosti zemljišta koristili smo sledeće komponente: Arduino razvojni sistem sa priloženim senzorom vlažnosti, Xively cloud platformu i Zapier servis. Prvo smo pristupili povezivanju Arduino mikrokontrolera sa senzorom i Wi-Fi čipom. Napisali smo kod koji očitava vrednost senzora i taj podatak šalje Wi-Fi mrežom prema Xively platformi. Da bi mogli da koristimo Xively prvo moramo da otvorimo besplatni nalog na

<https://personal.xively.com/>. Nakon što podesimo naš nalog potrebno je da se prijavimo na Xively platformu. Tu sad treba podesiti kontrolnu tablu koja je u okviru našeg naloga a odnosi se na podatke koji su bitni za naš novi projekat. Nakon unošenja potrebnih podataka Xively će automatski generisati jedinstveni API ključ i Feed ID. Oba podatka su bitna i potrebno ih je uneti u Arduino kod kako bi omogućili unikatnu vezu između Xively servera i našeg Arduino kontrolera koji putem senzora beleži promene na zemljištu. Ovdje je još potrebno da se otvori kanal (dobiće se i kanal ID koji treba uneti takođe u Arduino kod) putem koga će podaci sa senzora direktno dolaziti do Xively servera koji će te podatke pamtit na tom kanalu. Time je podešavanje Xively servera završeno. Ostalo je da podesimo još i Zapier servis. Kako Xively podržava pokretanje samo spoljnih zadataka: na primer, ako vrednost kanala pređe određeni prag, možemo izvršiti neki sopstveni zadatak. Xively koristi HTTP POST da pokrene neki spoljni zadatak. Svi podaci se predaju primaocu pomoću HTTP POST metode. Podaci Xively su dostupni preko HTTP-a i mogu se koristiti za formiranje sopstvenih podataka, kontrolne table ili generisanje sopstvenih upozorenja. Međutim, ako se to pojedinačno radi izgubiće se sve prednosti IoT aplikacija jer za svaku aplikaciju je potrebno da se piše unikatni kod. Da bi smo to izbegli mi smo za generisanje okidača u Xively iskoristili Zapier servis. Zapier je web alat koji omogućava automatizaciju zadataka tipa ako/onda. Predstavlja besplatni servis koji omogućava da se automatski povežu API-i različitih aplikacija na Internetu. On podržava uzajamnu integraciju preko sto servisa i ima već prekonfigurisane hiljade šablona koji su nam na raspolaganju i koje možemo konfigurisati prema svojoj potrebi.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo pokušali da pokažemo da izrada jedne IoT aplikacije i nije tako složeni zadatak i pored toga što objedinjuje veoma veliki broj različitih tehnologija. Činjenica da ogromnu količinu podataka iz različitih izvora možemo omogućiti velikom broju klijenata, pruža neviđene mogućnosti za razvoj ogromnog broja aplikacija. Sa druge strane, jednostavnost izrade IoT aplikacije je prosto fascinantna. Potrebno je samo osnovno poznavanje principa kako ona funkcioniše jer nam na raspolaganju stoje veoma veliki broj IoT platformi. One nam znatno pomažu prilikom izrade aplikacije, pre svega u pogledu smanjivanja brzine izrade IoT aplikacije ali i u pogledu pojednostavljenja njene izrade.

## LITERATURA

- [1] <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/internet-of-things/iot-in-electric-power-industry.html> 25.10.2019
- [2] <https://svitla.com/blog/best-10-examples-of-iot-applications>, pos. 15.11.2019
- [3] M.Castro, A.Jara, A.F.Skarmeta, "An Analysis of M2M Platforms: Challenges and Opportunities for the Internet of Things", 6 Intern.Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, 2012
- [4] <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44596319>, pos.20.11.2019
- [5] <https://iot-analytics.com/10-internet-of-things-applications/>, pos. 25.11.2019
- [6] <https://www.developerXively.com/docs/what-is-Xively>, pos. 25.11.2019

## ROBUSNOST SVD ALGORITMA ZA INSERTOVANJE VODENOG ŽIGA U AUDIO SIGNAL NA NF FILTRIRANJE

### ROBUSTNESS OF THE SVD ALGORITHM FOR WATERMARK ON THE AUDIO SIGNAL RELATIVE TO LOW PASS FILTERING

Zoran Milivojević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Bojan Prlinčević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija Zvečan, Nušićeva 6, Zvečan, Srbija*

**Sadržaj** - U ovom radu izvršena je analiza robusnosti SVD algoritma za insertovanje vodenog žiga u audio signal, na NF filtriranje. U prvom delu rada opisan je SVD algoritam za insertovanje i ekstrakciju vodenog žiga u audio signal. U drugom delu rada prikazan je eksperiment u okviru koga je vršeno testiranje robusnosti SVD algoritma u odnosu na NF filtriranje. Filtriranje je obavljeno FIR filtrom dužine  $N_d$  sa graničnim frekvencijama  $f_g$ . Dobijeni rezultati su analizirani primenom objektivnih (MSE i NC) i subjektivnih (vizuelni kvalitet) mera kvaliteta. Na osnovu detaljne analize predložen je maksimalni koeficijent insertovanja  $\alpha$  i granična frekvencija filtra  $f_g$  iznad koje je SVD algoritam robusan.

**Ključne reči:** Audio signal. Vodeni žig. SVD algoritam. NF filter.

**Abstract** - In this paper, the analysis of the robustness of the SVD algorithm for watermarking the audio signal, on NF filtering, was performed. The first part of paper describes the SVD algorithm for inserting and extracting the watermark in to the audio signal. The second part of the paper presents experiment in which the robustness of the SVD algorithm was tested in relation with the NF filtering. Filtering was performed by an FIR filter of length  $N_d$ , with cut-off frequency  $f_g$ . The obtained results were analyzed using objective (MSE and NC) and subjective (visual qualities) quality measures. Based on the detailed analysis, the maximum coefficient insertion  $\alpha$  and the cut-off frequency of the filter  $f_g$ , above which the SVD algorithm is robust, are proposed.

**Key words:** Audio signal. Watermark. SVD algorithm. NF filter.

#### 1. UVOD

Usled brzog razvoja savremenih komunikacija povećana je razmena multimedijalnih sadržaja. U takvom okruženju zaštita autorskih prava i dokazivanje vlasništva predstavljaju veliki problem, naročito prilikom distribucije multimedijalnih sadržaja (slike, video, audio...). Da bi se rešio problem zaštite autorskih prava audio sadržaja koristi se princip umetanja skrivenih podataka. U cilju dokazivanja autorskih prava u audio signal insertuje se digitalni vodeni žig (eng. watermarkig) [1]. Insertovanje vodenog žiga treba da bude takvo da insertovani žig ne dovodi do degradacije audio signala koje bi se manifestovale u vidu šumova. Razvijen je veći broj algoritama za insertovanje i ekstrakciju digitalnog žiga u audio signal [2-7]. Algoritam prikazan u radu [2] kao vodeni žig insertuje sliku, dimenzija  $M \times N$ , primenom SVD transformacije. Zbog toga se sekvenca (engl. frame) audio signala dužine  $M \cdot N$  transformiše u matricu dimenzija  $M \times N$ . Nakon insertovanja žiga dvodimenzionalna matrica se prevodi u jednodimenzionalni niz, odnosno u audio signal sa vodenim žigom.

U procesu distribucije digitalnog sadržaja dolazi do degradacije, koje su rezultat poremećaja nastalih usled prisustva šumova ili usled primene algoritama za procesiranje

audio signala [8-10]. Degradacije mogu dovesti do toga da ekstrahovani vodeni žig bude oštećen u meri da bude neupotrebljiv u procesu dokazivanja vlasništva nad audio signalom. Zbog toga se zahteva da vodeni žig bude otporan, odnosno, robusan na smetnje i atake. Veoma često korišćena tehnika u procesiranju audio signala jeste filtriranje filtra propusnika niskih, visokih i većeg broja propusnika opsega. Filtriranjem audio signala menjaju se i spektralne karakteristike insertovanog vodenog žiga što neminovno dovodi do degradacije kvaliteta ekstrahovanog žiga. Posledica može biti takva da kvalitet ekstrahovanog žiga bude toliko degradiran da se ne može koristiti u procesu dokazivanja vlasništva.

Autori ovog rada izvršili su analizu efekta filtriranja audio signala sa vodenim žigom NF filtrom, sa graničnom učestanošću  $f_g$ , u audio opsegu gde se nalaze snažne spektralne komponente (500-5000 Hz). Realizovan je eksperiment u kome je primenom SVD algoritma za insertovanje i ekstrakciju vodenog žiga [2] insertovan žig sa raznim koeficijentima insertovanja. Nakon toga je vršeno filtriranje signala sa žigom i ekstrakcija žiga. Objektivnim (mere MSE i NC) i subjektivnim (vizuelno testiranje kvaliteta) testiranjem kvaliteta ekstrahovanog vodenog žiga u odnosu na originalni žig, testirana je robusnost SVD algoritma na NF filtriranje i dat je predlog za  $\alpha_{max}$  i  $f_{g\_min}$ .



Rad je organizovan na sledeći način: Sekcija 2 opisuje SVD algoritam za insertovanje i ekstrakciju digitalnog vodenog žiga. U sekciji 3 je opisan eksperiment i prikazani su rezultati. Sekcija 4 je zaključak.

## 2. ALGORITMI

Za insertovanje i ekstrakciju digitalnog vodenog žiga, u audio signal, korišćen je algoritam baziran na SVD dekompoziciji. Algoritam za insertovanje žiga u audio signal se izvršava u sledećim koracima:

**Ulaz:**  $x$ - audio signal,  $W$ - vodeni žig,  $\alpha$ -koeficijent insertovanja žiga.

**Izlaz:**  $x_w$ -audio signal sa insertovanim digitalnim vodenim žigom.

**Korak 1:** Transformacija audio signala,  $x$ , u dvodimenzionalnu (2D) matricu  $A$ .

**Korak 2:** Primena SVD dekompozicije na matricu  $A$ :

$$A = U \times S \times V^T. \quad (1)$$

**Korak 3:** Insertovanje digitalnog žiga u matricu  $S$ :

$$D = S + \alpha \times W. \quad (2)$$

**Korak 4:** Primena SVD dekompozicije na matricu  $D$ :

$$D = U_w \times S_w \times V_w^T. \quad (3)$$

**Korak 5:** Audio signal sa insetovanim vodenim žigom dobijen je korišćenjem matrice  $S_w$ :

$$A_w = U \times S_w \times V^T. \quad (4)$$

**Korak 6:** Matrica  $A_w$  transformisana je u jednodimenzionalni audio signal,  $x_w$ .

Algoritam za ekstrakciju žiga iz audio signala se izvršava u sledećim koracima:

**Ulaz:**  $x_w$ -audio signal sa insertovanim digitalnim vodenim žigom,  $\alpha$ -koeficijent insertovanja žiga,  $U_w$  i  $V_w$ -ortogonalne matrice.

**Izlaz:**  $W_e$ -ekstrakovan digitalni vodeni žig.

**Korak 1:** Transformacija audio signala,  $x_w$ , u dvodimenzionalnu matricu  $A_w^*$ .

**Korak 2:** Primena SVD dekompozicije na matricu  $A_w^*$ :

$$A_w^* = U^* \times S_w^* \times V^{*T}. \quad (5)$$

**Korak 3:** Matrica koja sadrži žig dobijena je primenom jednačine:

$$D^* = U_w \times S_w^* \times V_w^T. \quad (6)$$

**Korak 4:** Izdvojeni digitalni vodeni žig dobijen je primenom jednačine:

$$W_e = (D^* S) / \alpha. \quad (7)$$

## 3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

### 3.1. Eksperiment

Za potrebe testiranja uticaja filtriranja watermarked audio signala na ekstrakciju digitalnog vodenog žiga izvršen je sledeći eksperiment:

**Korak 1:** Korišćenjem algoritma za insertovanje vodenog žiga, (sekcija 3) dobijen je watermarked audio signal  $x_w$ .

**Korak 2:** Filtriranje audio signala sa insertovanim vodenim žigom  $x_w$ , primenom NF filtra granične frekvencije  $f_g$  dobijen je signal  $x_{wf}$ .

**Korak 3:** Iz filtriranog signala  $x_{wf}$ , ekstrakovan je digitalni vodeni žig.

**Korak 4:** Izvršena je komparativna analiza ekstrakovanog digitalnog vodenog žiga  $W_{ef}$  sa originalnim žigom  $W$  primenom objektivnih i subjektivnih mera kvaliteta.

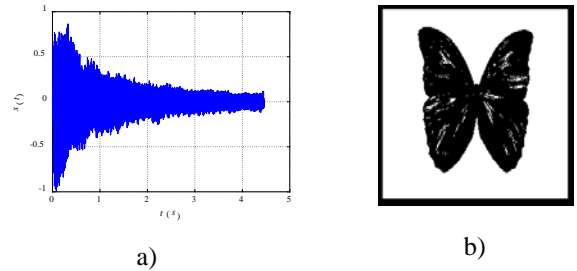
Za objektivnu ocenu kvaliteta primenjena je srednja kvadratna greška:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (W(i, j) - W_{ef}(i, j))^2}{M \times N}, \quad (8)$$

i normalizovani korelacioni koeficijent:

$$NC = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (W(i, j) \cdot W_{ef}(i, j))}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (W(i, j))^2} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^N (W_{ef}(i, j))^2}}. \quad (9)$$

U eksperimentu je korišćen audio signal G1 (Slika 1.a) snimljen na Stainway B koncertnom klaviru. Snimanje audio signala je obavljeno sa frekvencijom semplovanja  $f_s = 44.1$  kHz, 16 bita po semplu i u formi wav fajla arhivirano na hard disku. Kao digitalni vodeni žig korišćena je slika Leptir, dimenzija  $256 \times 256$  (Slika 1.b). Filtriranje je obavljeno FIR filtrom, propusnikom niskih frekvencija sa graničnim frekvencijama  $f_g = (500:500:5000)$  Hz, dužine  $N_d = 635$ . Na slici 2.a prikazan je impulsni odziv za  $f_g = 500$  Hz, a na slici 2.b amplitudske karakteristike filtra.



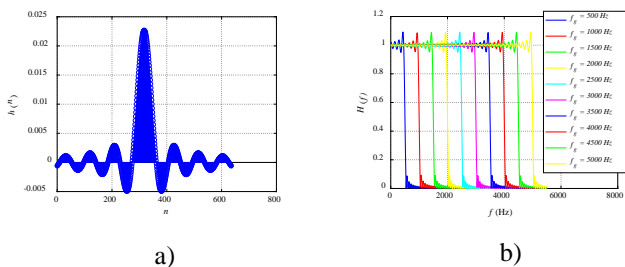
**Slika 1.** a) Vremenski oblik Test signala (Ton G1,  $f_0 = 48.99$  Hz), i b) vodeni žig, slika Leptir.

### 3.2. Rezultati

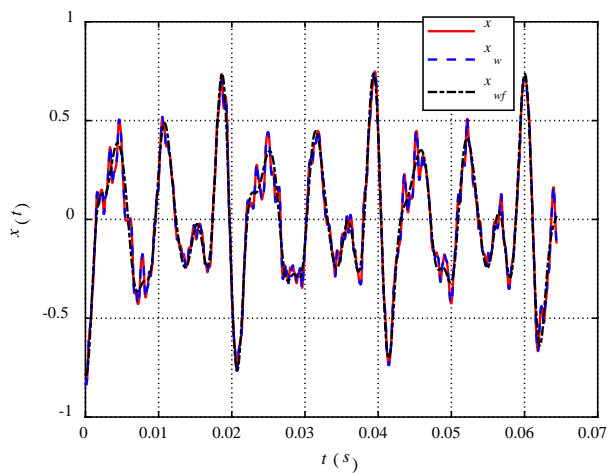
Na slici 3. prikazani su vremenski oblici: a) test signala  $x$  (Ton G1  $f_0 = 48.99$  Hz), b) signala sa insertovanim digitalnim vodenim žigom  $x_w$  i c) filtriranog signala sa žigom  $x_{wf}$  ( $f_g = 500$  Hz). Na slici 4. prikazane su amplitudske karakteristike: a) test signala  $x$  ( $X$ ), b) signala sa žigom  $x_w$  ( $X_w$ ) i c) filtriranog signala sa žigom  $x_{wf}$  ( $X_{wf}$ ) ( $f_g = 500$  Hz).

Na slikama 5 i 6 prikazani su dijagrami: a) srednje kvadratne greške (MSE) ekstrakovanog žiga i b) normalizovani korelacioni koeficijenti (NC), u zavisnosti od granične frekvencije  $f_g = (500:500:5000)$  i koeficijenta insertovanja žiga  $\alpha = (0.001:0.001:0.02)$ .

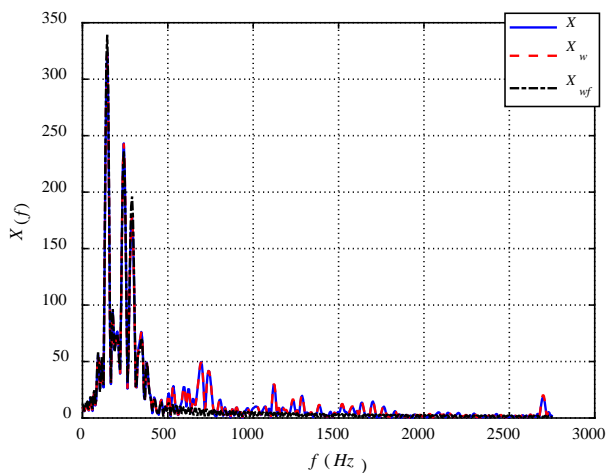
Izgled ekstrakovanog vodenog žiga  $W_e$ , koji je insertovan u audio signal  $x$  sa koeficijentom insertovanja  $\alpha = 0.01$  i nakon toga, filtriran NF filtrom sa graničnim frekvencijama: a)  $f_g = 500$  Hz, b)  $f_g = 1500$  Hz, c)  $f_g = 2500$  Hz, d)  $f_g = 3000$  Hz, e)  $f_g = 3500$  Hz i f)  $f_g = 5000$  Hz, prikazan je na slici 7.



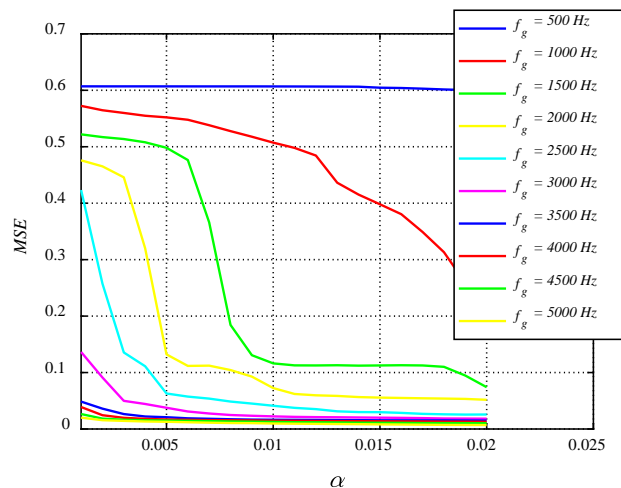
Slika 2. FIR filter: a) impulsni odziv ( $f_g = 500$  Hz i  $N_d = 635$ ), i b) amplitudne karakteristike.



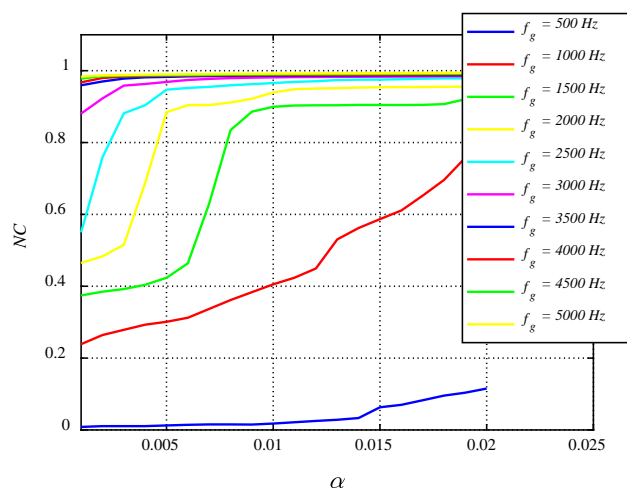
Slika 3. Vremenski oblici: a) test signal  $x$ , b) signal sa žigom  $x_w$ , i c) filtrirani signal sa žigom  $x_{wf}$  ( $f_g = 500$  Hz).



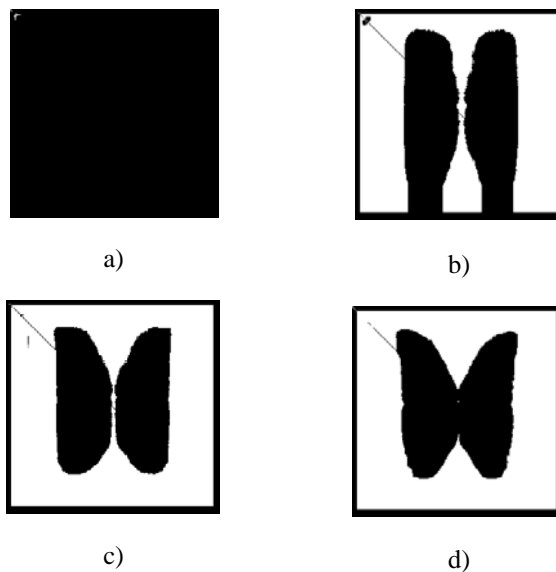
Slika 4. Amplitudne karakteristike: a) test signal  $x$  ( $X$ ), b) signal sa žigom  $x_w$  ( $X_w$ ), i c) filtrirani signal sa žigom  $x_{wf}$  ( $X_{wf}$ ) za  $f_g = 500$  Hz.



Slika 5. MSE ekstrakovanog žiga u funkciji granične frekvencije  $f_g$ .



Slika 6. NC ekstrakovanog žiga u funkciji granične frekvencije  $f_g$ .





**Slika 7.** Izgled ekstrakovanog žiga ( $\alpha = 0.01$ ) u zavisnosti od granične frekvencije: a)  $f_g = 500$  Hz, b)  $f_g = 1500$  Hz, c)  $f_g = 2500$  Hz, d)  $f_g = 3000$  Hz, e)  $f_g = 3500$  Hz i d)  $f_g = 5000$  Hz.

### 3.3. Analiza rezultata

Objektivna analiza sprovedena je na osnovu rezultata (MSE) prikazanih na slici 5. Komparativnom analizom rezultata zaključuje se da nakon filtriranja NF filtrom sa graničnim frekvencijama  $f_g = (500:500:5000)$  na watermarked audio signal, MSE opada sa porastom granične frekvencije  $f_g$  i koeficijenta insertovanja  $\alpha$ . Vrednosti MSE naglo opadaju pri  $\alpha = 0.01$  i  $f_g = 3000$  Hz. Na osnovu rezultata (NC) prikazanih na slici 6. može se zaključiti da nakon filtriranja NF filtrom sa graničnim frekvencijama  $f_g = (500:500:5000)$  na watermarked audio signal, NC raste sa porastom granične frekvencije  $f_g$  i koeficijenta insertovanja  $\alpha$ . Vrednosti NC naglo rastu pri  $\alpha = 0.01$  i  $f_g = 3000$  Hz.

Subjektivnom komparativnom analizom vizuelnog kvaliteta ekstrakovanih žigova prikazanih na slici 7. (koeficijent insertovanja  $\alpha = 0.01$ ) može se zaključiti da primena NF filtra na watermarked audio signal dovodi do značajnih vidljivih degradacija žiga, koje zavise od granične frekvencije filtra i koeficijenta insertovanja. Ekstrakovan žig prikazan na slici 7.a ( $f_g = 500$  Hz) je neprepoznatljiv. Izgled ekstrakovanog žiga prikazanog na slici 7.b i 7.c ( $f_g = 1500$  Hz odnosno  $f_g = 2500$  Hz) je vizuelno poprima konture žiga međutim i dalje neprepoznatljiv. Izgled ekstrakovanog žiga prikazanog na slici 7.d ( $f_g = 3000$  Hz) je vizuelno zadovoljavajućeg kvaliteta. Sa porastom granične frekvencije vizuelni kvalitet ekstrakovanog žiga raste, slika 7.e i ( $f_g = 3500$  Hz) i slika 7.f ( $f_g = 5000$  Hz).

Objektivnom i subjektivnom analizom zaključuje se da pri insertovanju vodenog žiga SVD algoritmom sa  $\alpha = 0.01$ : a) nije narušen kvalitet audio signala, i b) vizuelni kvalitet ekstrakovanog žiga je zadovoljavajući. Pored toga zaključuje se da je SVD algoritam pokazao robusnost u odnosu na kvalitet ekstrakovanog žiga pri filtriranju NF filtrom sa  $f_g \geq 3000$  Hz.

### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je robusnost SVD algoritma za insertovanje digitalnog vodenog žiga u audio signal u odnosu na NF filtriranje. Insertovanje žiga vršeno je sa koeficijentom insertovanja  $\alpha = (0.001:0.001:0.02)$ . Filtriranje je izvršeno primenom NF FIR filtra, sa graničnim frekvencijama  $f_g =$

$(500:500:5000)$  Hz, dužine  $N_d = 635$ . Nakon detaljne objektivne (mere MSE i NC) i subjektivne (analiza vizuelnog kvaliteta) analize ekstrakovanog vodenog žiga, utvrđeno da je kvalitet ekstrakovanog žiga zadovoljava za koeficijent insertovanja  $\alpha = 0.01$ . Pored toga, SVD algoritam iskazao je robusnost u odnosu na kvalitet ekstrakovanog vodenog žiga za filtriranje NF filtrom sa  $f_g \geq 3000$  Hz.

### LITERATURA

- [1] I.J. Cox, M.L. Miller and J.A. Bloom, "Digital Watermarking", Morgan Kaufmann Publishers, 2002.
- [2] W. Al-Nuaimy, M. A.M. El-Bendary et al., "An SVD audio watermarking approach using chaotic encrypted images", Digital Signal Processing No 21, pp. 76-779, 2011.
- [3] S. Xiang, J. Huang, "Histogram-based audio watermarking against time-scale modification and cropping attacks", IEEE Trans. Multimedia No. 9, p.p 1357-1372, 2007.
- [4] Z. Liu, A. Inoue, "Audio watermarking techniques using sinusoidal patterns based on pseudorandom sequences", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. No. 13 p.p 801-812, 2003.
- [5] A. N. Lemma, J. Aprea, W. Oomen, L.V. de Kerkhof, "A temporal domain audio watermarking technique", IEEE Trans. Signal Process. No. 51, p.p 1088-1097, 2003.
- [6] W. Li, X. Xue, P. Lu, "Localized audio watermarking technique robust against time-scale modification", IEEE Trans. Multimedia No. 8, p.p 60-69, 2006.
- [7] S. Erküçük, S. Krishnan, M.Z. Glu, "A robust audio watermark representation based on linear chirps", IEEE Trans. Multimedia No. 8, p.p 925-936, 2006.
- [8] K. Brandenburg, G. Stoll, et al., "The ISO/MPEG Audio Codec: A generic Standard for coding of High Quality Digital Audio", 92<sup>nd</sup> AES-convention, preprint 3336, Viena, 1999.
- [9] S. Hacker, "MP3: The Definitive Guide", O'Reilly & Associates, Sebastopol, CA 95472, 2000.
- [10] Bojan Prlinčević, Zoran Milivojević, "Robusnost SVD audio vodenog žiga na MP3 kompresiju", ICT Pulse, INFOFEST PULSE, str. 191 - 198, Budva, Crna Gora, 2019.



## ZAŠTITA WEB FORMI OD AUTOMATIZOVANIH NAPADA WEB FORM PROTECTION AGAINST AUTOMATED ATTACKS

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

**Sadržaj** - U ovom radu je prikazana zaštita Web forme od napada malicioznog automatizovanog softvera. Primenjena je besplatna Guglova reCAPTCHA tehnologija za obavljanje Tjuringovog testa kojim se uočavaju razlike između ponašanja čoveka i mašine. Za integraciju reCAPTCHA-e na klijentskoj strani Web aplikacije je korišćen Web API razvijen od strane Gugla. Analiza rezultata izvršenog reCAPTCHA testa se obavlja na serverskoj strani Web aplikacije korišćenjem PHP skripta. Jednostavna integracija i veoma pouzdan test reCAPTCHA tehnologiju preporučuju za korišćenje u visoko-pouzdanim Web stranicama za zaštitu od automatizovanog softvera.

**Ključne reči:** Softverski robot. reCAPTCHA. Tjuringov test. Web API.

**Abstract** - This paper describes the protection of the Website against malicious automated software attacks. Google's free reCAPTCHA technology has been implemented to perform Turing tests that detect differences between human and machine behavior. A Web API developed by Google was used on the client side to integrate reCAPTCHA. The results of the performed reCAPTCHA test is analyzed by PHP script on the server side of the Web application. Easy-to-integrate and highly reliable test reCAPTCHA technology is recommended for use in highly reliable Web sites for protection against automated software.

**Key words:** Bots, reCAPTCHA. Turing test. Web API.

### 1. UVOD

Svoju popularnost Internet može u prvom redu zahvaliti slobodi pristupa informacijama na Web-u. Pristup Web sadržajima bez ograničenja i nadzora je često praćen sa potencijalnim zloupotrebama korisnika. Problemi kod otvorenog pristupa nisu neautorizovani već automatizovani korisnici – softverski roboti. Softverski roboti (engl. *bots*) – botovi predstavljaju automatizovani softver kojim se drugi računar maskira kao čovek u cilju interakcije sa Web sadržajima. Neprestana interakcija bota sa Web stranicom može usporiti njen rad i beskorisno potrošiti raspoloživu procesorsku snagu. Zahtevi pravih korisnika neće biti opsluženi i to dovodi do nezadovoljstva pravih korisnika i njihovog napuštanja Web stranice.

Web stranice su uglavnom dizajnirane za pristup informacijama od strane ljudi (izuzimajući Web servise), tako da je evidentna potreba razlikovanja pravih korisnika od mašina (botova). Tjuringov test je klasičan primer uočavanja razlika i sličnosti u ljudskim i računarskim aktivnostima koje je formulisao Alan Tjuring (engl. *Alan Turing*) 1950. godine. Osnovna ideja Tjuringovog testa se sastoji u postavljanju niza istih pitanja i čoveku i mašini. Prema ovom testu, mašine su dostigle nivo čovečijeg razmišljanja samo ako ispitivač nije u stanju da razlikuje odgovore čoveka od odgovora mašine.

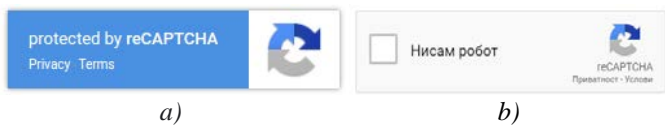
CAPTCHA (engl. *Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart*) je računarska tehnologija kreirana sa ciljem diskrepancije čovečijih od automatizovanih aktivnosti [1]. CAPTCHA se najčešće koristi

za unapređenje bezbednost Web stranica [2]. Ovom tehnologijom se sprečava zloupotreba mrežnih usluga, kao što je prijem neželjene e-pošte (engl. *spam*), napad softverskim robotom ili "phishing". Bot može kreirati lažne korisničke naloge, slati e-poštu ili generisati lažni Web sadržaj. Kako bi se Web stranice odbranile od neželjenog automatizovanog mrežnog saobraćaja neophodno je integrisati tehnologije koje prave jasnu razliku između rada bota ili čoveka. Postojeće CAPTCHA tehnologije se mogu svrstati u sledeće kategorije:

- CAPTCHA na bazi teksta [3],
- CAPTCHA na bazi slika,
- Audio bazirana CAPTCHA [4],
- Video bazirana CAPTCHA.

Kod CAPTCHA-e zasnovane na tekstu se od korisnika zahteva prepoznavanje niza zakrivljenih karaktera. Prepoznavanje zakrivljenog teksta se može otežati dodavanjem različitih pozadina tekstu. Ovaj zadatak čovek jednostavno rešava, dok to za automatizovani softver nije jednostavan zadatak. Ova kategorija CAPTCHA-e se najčešće koristi u praksi jer je relativno jednostavna a istovremeno pruža veliku pouzdanost pri proceni tipa korisnika.

Kod CAPTCHA-e baziranoj na slici se traži od korisnika da odabere jednu ili više slika sa specifičnim semantičkim sadržajem. Korisniku se nudi niz slika koje on treba da svrsta prema traženom kriterijumu. Različite varijacije informacija na slikama ne predstavljaju veliki problem za čoveka, dok je



Slika 1. Guglovi vidžeti reCAPTCHA-e a) nevidljive forme b) sa poljem za potvrdu.

to ozbiljan problem za automatizovani softver. Napredne verzije CAPTCHA-e zasnovane na slikama (*slagalica* ili *klik na semantičku oblast slike*) su pouzdanije u odnosu na CAPTCHA-e zasnovanim na tekstu.

CAPTCHA bazirana na audiju, zahteva prepoznavanje glasovnih sadržaja u deliću zvučnog uzorka. Ova kategorija CAPTCHA-e se često kombinuje sa prethodno pomenutim realizacijama. CAPTCHA na bazi video zapisa traži od korisnika da dovrše niz na bazi prikazanog video sadržaja. Ova kategorija CAPTCHA-e je najsloženiji i zahteva mnogo više vremena da korisnici ispravno reše zadatak. Iako je veoma pouzdan, sporost u odlučivanju je razlog zbog čega se retko koristi.

## 2. GUGLOVA CAPTCHA - reCAPTCHA

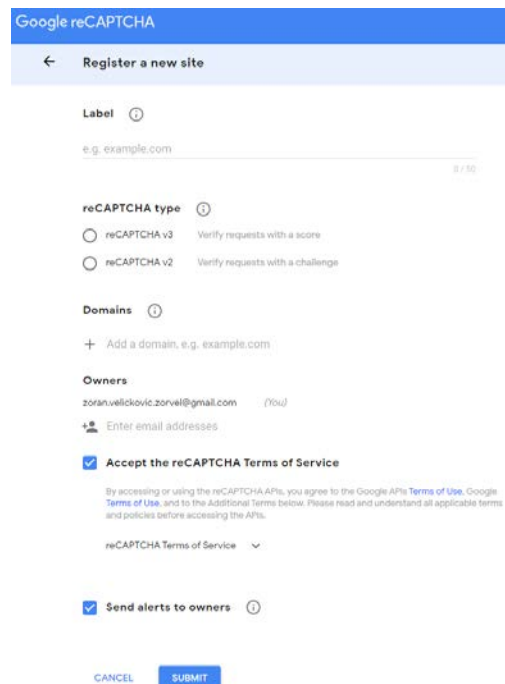
Guglov (engl. *Google*) besplatni servis reCAPTCHA [5] pomaže u zaštiti Web lokacija od neželjene pošte i zloupotrebe automatizovanog softvera. Postavljeni zadaci su lako rešivi za ljude, ali teško rešivi za botove i druge zlonamerne softvere. Dodavanjem Guglove reCAPTCHA-a na Web lokaciju može se blokirati automatizovani softver i istovremeno pomoći pravim korisnicima da jednostavno pristupe sadržajima Web stranice. Usluga reCAPTCHA koju nudi Gugl, može se naći na mnogim popularnim Web stranicama. Gugl je kreirao nekoliko generacija reCAPTCHA-e, a trenutno se mogu izabrati verzije reCAPTCHA v3 ili reCAPTCHA v2.

reCAPTCHA v3 omogućava proveru legitimnosti interakcija bez bilo kakve interakcije korisnika. To je JavaScript API koji vraća ocenu na osnovu koje se mogu planirati dalje aktivnosti na Web stranici. Na osnovu rezultata, mogu se zahtevati dodatne aktivnosti u procesu autentifikacije korisnika ili ga prihvatiti kao pravog korisnika.

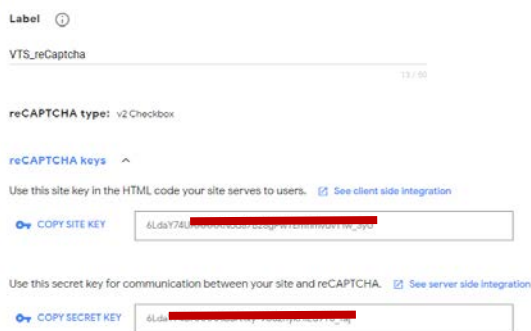
Verzija reCAPTCHA v2 ima dve forme. Nevidljiva forma podrazumeva oznaku da je Web stranica zaštićena reCAPTCHA-om bez potrebe korisnika za ikakvom interakcijom (Sl. 1a). Provera se obavlja kada korisnik klikne na postojeće dugme na formi Web stranice ili se može indirektno pozvati preko JavaScript API poziva. Za integraciju je potreban povratni poziv JavaScripta kada je verifikacija reCAPTCHA završena. Samo za najsumnjiviji mrežni saobraćaj će se ponuditi korisniku da reši dodatne zadatke.

Forma reCAPTCHA v2 se kreira poljem za potvrdu "Нисам робот" gde se od korisnika zahteva da klikne polje za potvrdu kako bu ukazao da sam nije robot (Sl.1b). Ako korisnik ne potvrdi iskaz, smatraće se da se radi o zlonamernom softveru.

Ako korisnik potvrdi polje, biće izazvan da se utvrdi da li se zaista radi o čoveku. Ovo verzija je najjednostavnija za integraciju na Web stranicu i zahteva samo dve linije HTML koda da se postavi polje za potvrdu. U ovom radu je za integrisanje provere korisnika korišćena upravo ova verzija Guglove reCAPTCHA-e.



Slika 2. Registraciona stranica reCAPTCHA-e.



Slika 3. Par API ključeva dobijenih u procesu registracije.

## 3. REGISTRACIJA SERVISIA

Da bi se mogao koristiti ovaj besplatan Guglov API, neophodno je prethodno obaviti registraciju Web stranice na kojoj će se koristiti reCAPTCHA-a [6]. Da bi se obavila registracija Web stranice koja koristi reCAPTCHA-u potrebno je imati važeći Guglov nalog.

Uobičajeni način za korišćenje Guglovih usluga u formi API-a zasnovan je na konceptu API ključeva. API ključ se zahteva za svaku Web lokaciju na kojoj se koristi reCAPTCHA. Prijavljivanje Web stranice (Sl. 2) se obavlja na Guglovoj stranici za programere [6].

Za korišćenje reCAPTCHA-e na Guglovoj stranici se kreiraju par ključeva: *site key* i *secret key*. „Site key“ se koristi pri pozivanju reCAPTCHA usluge sa zaštićene Web stranice, dok se „secret key“ koristi za autorizaciju komunikacije Web aplikacije i Guglovog reCAPTCHA servera kako bi se verifikovao korisnički odgovor. „Secret key“, kako mu i samo ime kaže, treba čuvati iz bezbednosnih razloga. Prvi korak registracije je selekcija tipa reCAPTCHA-e koji će se koristiti (v1, v2 ili v3). Potom, treba registrovati ovlašćene domene ili naziv projekta. Nakon prihvatanja uslova pod kojima se usluge obavlja, treba kliknuti na dugme Registration da bi se generisao jedinstveni tajni API ključevi (Sl. 3).

#### 4. INTEGRACIJA reCAPTCHA-a NA WEB STRANICU

Forma na kojoj je integrisana zaštita od automatizovanih napada je razvijena u *Bootstrap* studiju. Bootstrap studio je razvojno okruženje u kome se kreiraju atraktivne Web stranice uz podršku kaskadnim opisima stilova i JavaScriptu. Ovo razvojno okruženje izučavaju studenti na Master strukovnim studijama Multimedijalne komunikacije na VTŠ-u Nišu u okviru predmeta Napredne Web tehnologije. Na razvijenu formu dodata je zaštita od automatizovanih napada integracijom Guglove reCAPTCHA tehnologije. Forma se nalazi na Web stranici koja omogućava kreiranje naloga korisnika. U dnu Web stranice dodata je Guglova reCAPTCHA forma sa poljem za potvrdu.

HTML kod kojim se integriše reCAPTCHA na Web stranicu je dat na slikama 4, 5 i 6. Na Sl. 4 prikazano je zaglavlje HTML dokumenta kojim se uključuju kaskadni opisi stilova iz eksternih fajlova. Takođe uključuju se JavaScript klase koje se odnose na podršku za reCAPTCHA API.

```
<html>
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>VTS_Captcha</title>
  <link rel="stylesheet" href="assets/bootstrap/css/bootstrap.min.css">
  <link rel="stylesheet" href="assets/css/Registration-Form-with-Photo.css">
  <link rel="stylesheet" href="assets/css/styles.css">
  <!-- reCaptcha -->
  <script src="https://www.google.com/recaptcha/api.js" async defer></script>
</head>
```

**Slika 4.** Zaglavlje HTML dokumenta u koji je integrisana zaštita od automatizovanih napada reCAPTCHA.

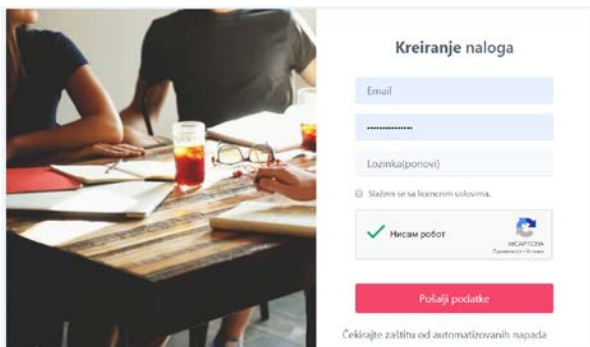
```
<?php
if (isset($_POST['ContactButton'])) {
  $url = 'https://google.com/recaptcha/api/siteverify';
  $privatekey = "6LdaY74UAAAAACSrt1xy-xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx";
  $response = file_get_contents($url . "?secret=" . $privatekey . "&response=" . $_POST['g-recaptcha-response'] . "&remoteip=" . $_SERVER['REMOTE_ADDR']);
  $data = json_decode($response);
  if (isset($data->success) AND $data->success == true)
  {
    echo '<script>var Captcha_OK = true </script>';
  }
  else
  {
    echo '<script>var Captcha_OK = false </script>';
  }
}
?>
```

**Slika 5.** PHP kod serverskog dela aplikacije.

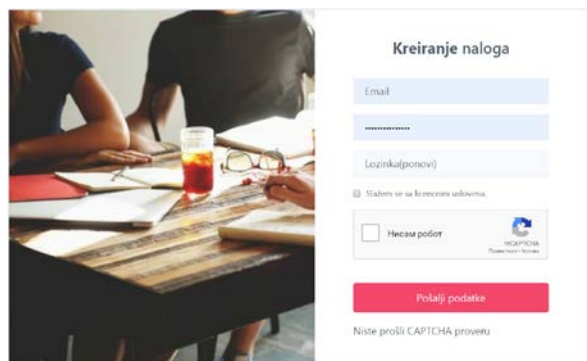
Na Sl. 5. prikazan je PHP kod na serverskoj strani aplikacije. Serverska strana aplikacije analizira odgovor Guglovog servera za proveru korisnika. Odgovor je zapakovan u formi JSON-a i potrebno je na prijemu ekstrahovati odgovor. Ako je procena Guglovog API-a da se radi o automatizovanom softveru, ne šalju se registracioni podaci. U suprotnom registracioni podaci se šalju u aplikacionu bazu podataka. Sama forma se sastoji od niza <div> elemenata kojim se definiše struktura stranice. Klase upotrebljene u ovom primeru su definisane u JS bibliotekom bootstrap.js koja je uključena u HTML kod standardnom oznakom za <script>. HTML kod je prikazan na Sl. 6.

```
<body>
  <div class="register-photo">
    <div class="form-container">
      <div class="image-holder"></div>
      <form method="post" action="">
        <h2 class="text-center"><strong>Kreiranje</strong> naloga</h2>
        <div class="form-group"><input class="form-control" type="email" name="email" placeholder="Email"></div>
        <div class="form-group"><input class="form-control" type="password" name="password" placeholder="Lozinka"></div>
        <div class="form-group"><input class="form-control" type="password" name="password-repeat" placeholder="Lozinka(ponovi)"></div>
        <div class="form-group">
          <div class="form-check"><label class="form-check-label"><input class="form-check-input" type="checkbox"> Slažem se sa licencnim uslovima.</label></div></div>
        <div class="g-recaptcha" data-sitekey="6LdaY74UAAAAANod87xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx"></div>
        <div class="form-group">
          <button class="btn btn-primary btn-block" type="submit" name="ContactButton">Pošalji podatke</button></div>
        <div id="odgovori"> <label class="form-check-input">Čekirajte zaštitu od automatizovanih napada</label></div>
        <script language="JavaScript">
          var elem = document.getElementById("odgovori");
          if (Captcha_OK == true)
          {
            elem.textContent = "Podaci su USPEŠNO poslani!";
          }
          else
          {
            elem.textContent = "Niste prošli CAPTCHA proveru";
          }
        </script>
      </form></div></div>
  <script src="assets/js/jquery.min.js"></script>
  <script src="assets/bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>
</body>
</html>
```

**Slika 6.** HTML i JS kod za integraciju reCAPTCHA-e.



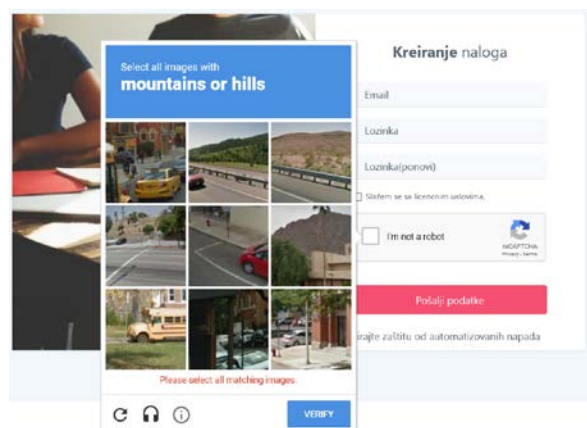
a)



b)



c)



d)

**Slika 7.** Izgled prijavnog obrasca sa integrisanom Guglovom reCAPTCHA tehnologijom za zaštitu od automatizovanih napada kada je a) test uspešno obavljen b) test neuspešan – radi se automatizovanim softveru ili nije čekirana provera c) neuspešna provera - vreme je isteklo d) iniciran dodatni test koji generiše Guglov servis.

Na slikama 7a) - 7d) prikazani su izgledi obrazaca sa integrisanom reCAPTCHA tehnologijom. Na sl. 7a) prikazana je uspešna provera korisnika i kada su podaci sa forme poslani serveru Web stranice. Vizuelno je obavljeno čekiranje iskaza "Нисма робот" za uspešno obavljen Tjuringov test. Na sl. 7b) prikazan je slučaj kada korisnik nije čekirao iskaz "Нисма робот" što je izazvalo neuspešan Tjuringov test. PHP skript je analizom odgovora ispisao poruku korisniku da nije prošao Tjuringov test. Na sl. 7c) prikazan je slučaj kada je isteklo vreme za obavljanje Tjuringovog testa. Podaci sa forme nisu poslani na server Web stranice. Na slici 7d) prikazan je izgled dodatnog testa koji generiše Guglov reCAPTCHA server za slučaj kada je potrebno dodatno proveriti korisnika. Ovde se radi o reCAPTCHA testu zasnovanom na slikama kod koga treba čekirati slike sa prikazom brda ili planine. Po čekiranju odgovarajućih slika sa traženim sadržajem treba kliknuti na taster verify. Proveru čekiranih slika obavlja Guglov reCAPTCHA server i odgovor se šalje u formi JSON-a na Web stranici. PHP skript ove Web stranice ekstrahuje odgovor i na osnovu njega kreira dalje akcije na Web stranici. Ako su korektno selektovane slike, sadržaj forme se šalje na server Web stranice i podaci su smešteni u bazu podataka. U suprotnom, onemogućiće se slanje podataka na server i eventualno će se generisati novi Tjuringov test.

## 5. ZAKLJUČAK

Osnovna svrha Web stranice je da ljudima omoguće jednostavan pristup svojim sadržajima. Međutim, pored ljudi, sadržajima Web stranice mogu pristupiti i automatizovani softveri – botovi. Maliciozni botovi mogu izazvati različite probleme u funkcionisanju Web stranica, a neki od njih su nelegalno slanje i prijem e-pošte, kreiranje lažnih naloga ili postavljanje lažnih sadržaja. Da bi se zaštitila Web stranica od napada automatizovanim softverom u ovom radu se koristi Tjuringov test kojim se uočava razlika između postupaka čoveka i mašine. Primenjena je besplatna Guglova reCAPTCHA tehnologija za obavljanje Tjuringovog testa. Za integraciju reCAPTCHA-e na Web stranici korišćen je Web API razvijen od strane Gugla. U radu je prikazan HTML kod kojim se reCAPTCHA integriše na Web stranicu. Takođe, prikazan je PHP kod kojim se rezultat obavljenog Tjuringovog testa analizira na serverskoj strani Web stranice. Jednostavna integracija Web API-a i veoma pouzdan test reCAPTCHA obezbeđuju pouzdanu zaštitu Web stranice od zlonamernog automatizovanog softvera. Guglova reCAPTCHA tehnologija se preporučuje za korišćenje u visokopouzdanim Web stranicama.

## LITERATURA

- [1] <http://captcha.net/>
- [2] N. Roshanbin, J. Miller „A survey and analysis of current captcha approaches“, Journal of Web Engineering, Vol. 12, No.1&2, pp. 1 - 40, 2013.
- [3] J. Chen, X. Luo, Y. Guo, Y. Zhang, D. Gong, „Survey on Breaking Technique of Text-Based CAPTCHA“, Security and Communication Networks, vol. 2017.
- [4] J. Tam, S. Hyde, J. Simsa, L. Von Ahn, “Breaking audio CAPTCHAs” NIPS 2008, pp. 1625 – 1632, 2008.
- [5] S. Sivakorn, J. Polakis, A. D. Keromytis, „I’m not a human: Breaking the Google reCAPTCHA“, Black Hat, ASIA 2016.
- [6] <https://developers.google.com/>



## OPTIMIZACIJA MREŽNE INFRASTRUKTURE SMANJENJEM VELIČINE BROADCAST DOMENA

### OPTIMIZING NETWORK INFRASTRUCTURE BY REDUCING THE SIZE OF BROADCAST DOMAIN

Dušan Stefanović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Milorad Mančić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Miloš Perić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Goran Milosavljević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sažetak** – Cilj rada je segmentiranje lokalne računarske mreže Visoke tehničke škole strukovnih studija Niš u više manjih VLAN-ova u cilju unapređenje sigurnosnih mera unutar LAN računarske mreže i optimizacije računarskog mrežnog saobraćaja redukcijom broja broadcast poruka na mreži.

**Ključne reči** – Broadcast domen, VLAN, Optimizacija, Alati za merenje mrežnog saobraćaja.

**Abstract** – The purpose of this paper is to segment the local computer network of the College of Applied Technical Sciences Nis into several smaller VLANs in order to improve security measures within the LAN computer network and optimize computer network traffic by reducing the number of broadcast messages on the network.

**Keywords** – Broadcast domain, VLAN, Optimization, Network traffic measurement tools

#### 1. UVOD

Proces ovog rada, nakon definisanja predmeta istraživanja, obuhvata tri faze. Prva faza podrazumeva upoznavanje trenutne mrežne infrastrukture Visoke tehničke škole Niš i analizu *broadcast* saobraćaja. U drugoj fazi, nakon identifikovanja i određivanja problema, postavljena je hipoteza, odnosno dat je predlog logičke topologije za smanjenje *broadcast* poruka promenom konfiguracije već postojećih aktivnih mrežnih uređaja unutar lokalnog domena Visoke tehničke škole Niš. U trećoj fazi sprovede se merenja i analiza mrežnog saobraćaja nakon implementacije nove konfiguracije aktivnih mrežnih uređaja u cilju provere postavljene hipoteze.

#### 2. PROCES KOJI ĆE OBUHVATITI FAZE PRILIKOM OPTIMIZACIJE MREŽNOG DOMENA

U prvoj fazi pri merenju i analizi računarske mreže koriste se programi *Netflow analyzer* i *Wireshark*. Sve informacije o mrežnom saobraćaju iz lokalnog domena, sa glavnog *gateway*-a preusmeravaju se na program za obradu mrežnih paketa i servisa *Netflow analyzer*. *Wireshark* paralelno beleži *broadcast* mrežni saobraćaj, saobraćaj koji dolazi do server računara na kome su aktivna ova dva programa. Metodom komparativne analize dobijenih podataka dolazi se do zaključka da u periodu ispitnih rokova *broadcast* poruke zauzimaju 1.5% ukupnog mrežnog saobraćaja, a u periodu nastave i laboratorijskih vežbi *broadcast* poruke zauzimaju 1.3%. Ovaj procenat raste na manjem broju aktivnih uređaja u mreži i u nekim slučajevima iznosi 4% ukupnog mrežnog saobraćaja.

U drugoj fazi ovog istraživačkog rada sprovede se logičko dizajniranje topologije računarske mreže programom *Cisco packet tracer*. Po završetku dizajna logičke topologije, pristupa se fizički rekonfiguraciji već postojeće konfiguracije aktivnih mrežnih uređaja (ruter i svičevi) unutar mrežne infrastrukture lokalnog domena Visoke tehničke škole Niš.

U trećoj fazi sprovede se novo merenje i analiza mrežnog saobraćaja u rekonfigurisanoj mrežnoj infrastrukturi programima *Netflow analyzer* i *Wireshark*.

#### 3. ULOGA BROADCAST I MULTICAST MREŽNIH PAKETA

Broadcast frejm (eng. *frame*) predstavlja paket koji dolazi do svih uređaja unutar unutar LAN (eng. *Local Area Network*) mreže. Na drugom sloju OSI referentnog sistema, na sloju veze (eng. *Data Link*), destinaciona adresa broadcast frejma je FF:FF:FF:FF:FF:FF (sve binarne 1) [1].

Multicast frejm predstavlja paket koji dolazi do određenih grupa adresa. Na primer, frejm sa destinacionom adresom 01:00:0C:CC:CC:CC dolazi do Ciscovog rutera (eng. *router*) i sviča (eng. *switch*) na kojima je pokrenut *Cisco Discovery Protokol* (CDP) unutar LAN mreže. Svi uređaji koji rade na drugom sloju OSI referentnog sistema, kao što su svičevi i bridževi (eng. *bridges*), prosleđuju broadcast i multicast pakete na svim portovima (eng. *ports*). Prosleđivanje broadcast i multicast frejmova može biti veliki problem za veliku (svičovanu ili bridžovanu) mrežu. Ruteri ne prosleđuju broadcast ili multicast pakete. Svi uređaji koji se nalaze iza



graničnog rutera (eng. *Default Gateway*) pripadaju istom broadcast domenu (eng. *domain*) [1].

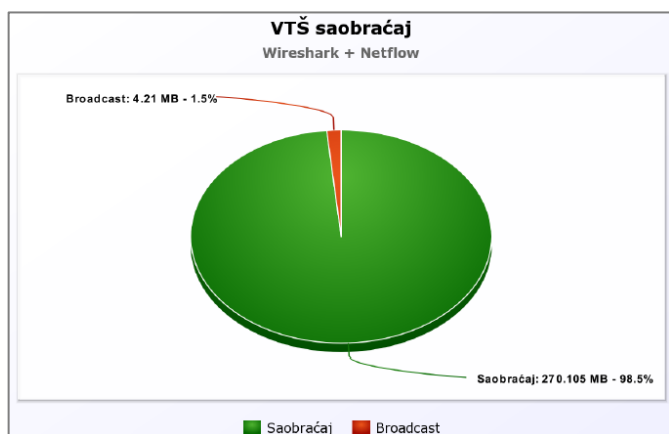
Pored dodavanja rutera kao rešenja prilikom smanjena broadcast saobraćaja, postoji rešenje implementiranjem virtualnih LAN-ova (eng. VLAN) koje utiče na određivanjem veličine broadcast domena [2].

VLAN tehnologija omogućava mrežnom administratoru da podeli krajnje uređaje, vezivanjem jednog ili više VLAN-ova na odgovarajućim portovima na sviču. Iako VLAN može da se poveže sa ostalim svičevima, broadcast saobraćaj unutar VLAN-a ne salje se izvan njega [3].

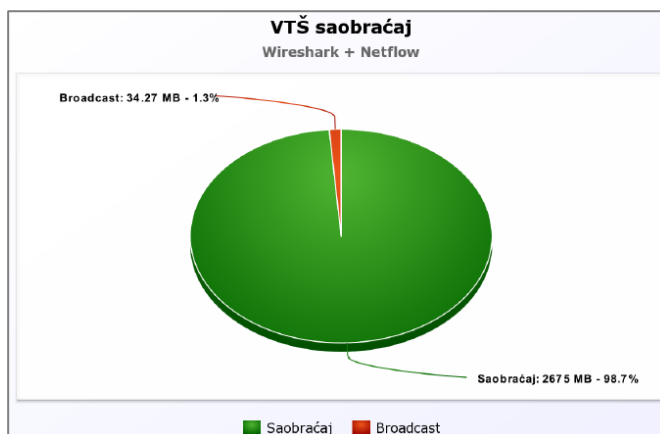
Previše broadcast paketa mogu preplaviti krajnje uređaje, svičeve i rutere. Od velike važnosti je istražiti nivo broadcast saobraćaja u postojećem dizajnu same topologije mreže i limitirati broj uređaja u jednom broadcast domenu. Termin broadcast radijacija (eng. *broadcast radiation*) često se koristi kako bi se opisao efekat širenja broadcast saobraćaj od strane pošiljaoca ka svim ostalim uređajima unutar broadcast domena. Broadcast radijacija može znatno uticati na smanjenje performansi krajnjih uređaja na mreži [3].

#### 4. REZULTATI MERENJA MREŽNOG SAOBRAĆAJA NA DOMENU VTŠ (PRVA FAZA)

Da bi dobili rezultate merenja, i analizirali mrežni saobraćaj unutar domena, koristimo programe *Netflow analyzer* i *Wireshark*. Sve informacije o mrežnom saobraćaju iz lokalnog domena, sa glavnog *gateway*-a preusmeravaju se na programe za obradu mrežnih paketa i servisa *Netflow analyzer*. *Wireshark* paralelno beleži *broadcast* mrežni saobraćaj, saobraćaj koji dolazi do server računara na kome su aktivna ova dva programa. Metodom komparativne analize dobijenih podataka dolazi se do zaključka da u periodu ispitnih rokova (sl. 1) *broadcast* poruke zauzimaju 1.5% ukupnog mrežnog saobraćaja, a u periodu nastave i laboratorijskih vežbi (sl. 2) *broadcast* poruke zauzimaju 1.3%. Ovaj procenat raste na manjem broju aktivnih uređaja u mreži i u nekim slučajevima iznosi 4% ukupnog mrežnog saobraćaja.

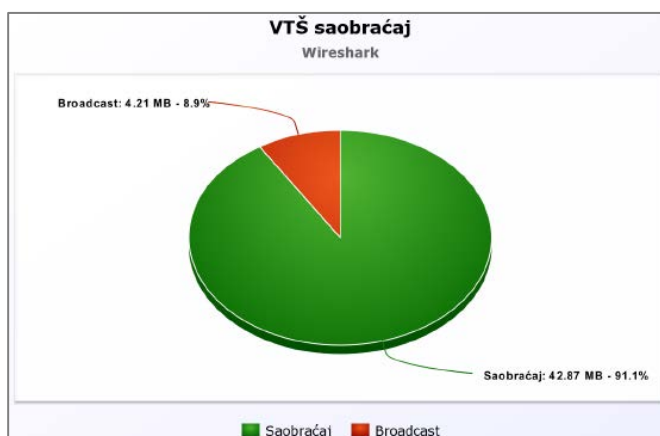


Slika 1. Rezultat mrenja broadcast saobraćaja u periodu ispitnih rokova.



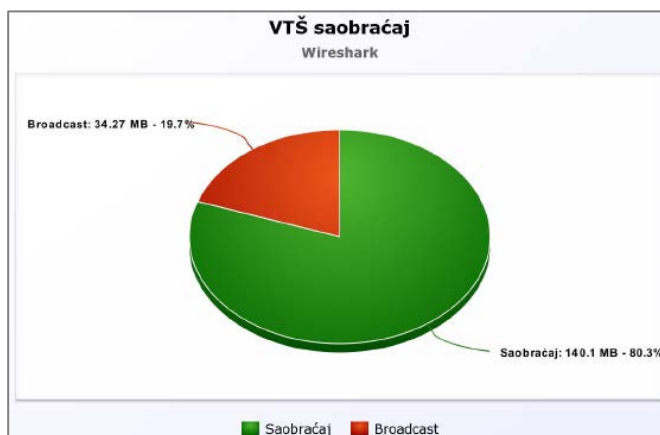
Slika 2. Rezultat mrenja broadcast saobraćaja u periodu nastave i vežbi.

U nastavku biće prikazan odnos broadcast saobraćaja od ukupnog iznosa saobraćaja koji je došao do računara na kome je podignut servis *Wireshark*, i prikazaće se odnos mrežnog saobraćaja u periodu smanjenih aktivnosti na mreži (sl. 3).



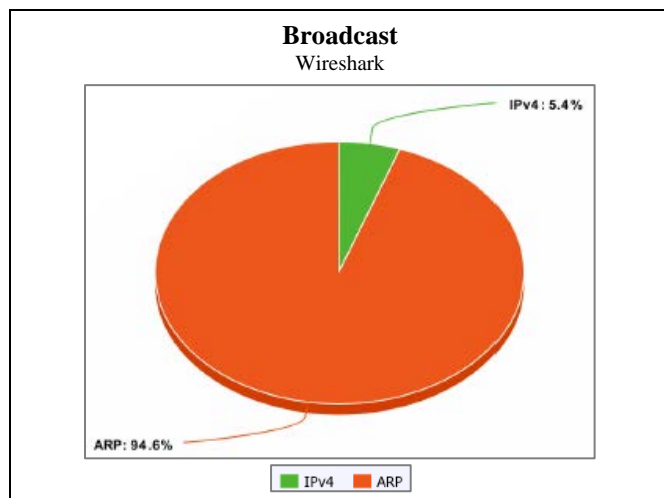
Slika 3. Rezultat mrenja odnosa ukupnog i broadcast saobraćaja servisom *Wireshark*, preiod smanjenih aktivnosti na mreži.

Period snimanja mrežnog saobraćaja tokom povećanih aktivnosti unutar lokalnog mrežnog domena (sl.4).



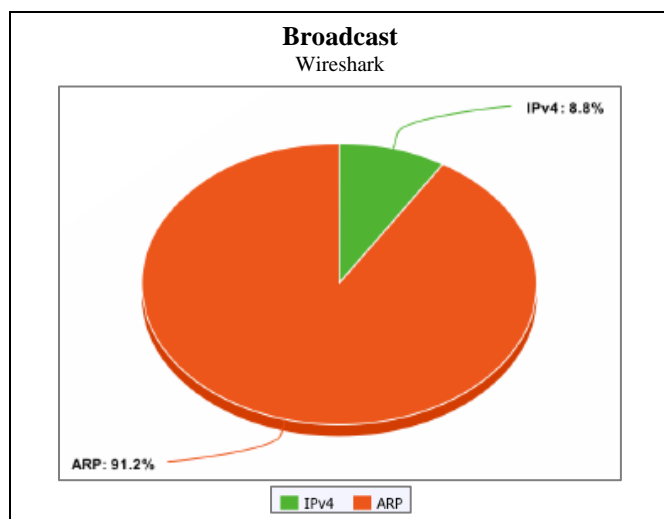
Slika 4. Rezultat mrenja odnosa ukupnog i broadcast saobraćaja servisom *Wireshark*, preiod povećanih aktivnosti na mreži.

Detaljnijom analizom samih *broadcast* paketa utvrdićemo koji sve protokoli i u kojoj meri koriste ovakvu vrstu generisanja mrežnog saobraćaja. Sledeće slike (sl. 5) prikazaće odnos IPv4 i ARP protokola.



**Slika 5.** Protokoli koji generišu broadcast saobraćaj i njihov odnos, period smanjenih aktivnosti na mreži

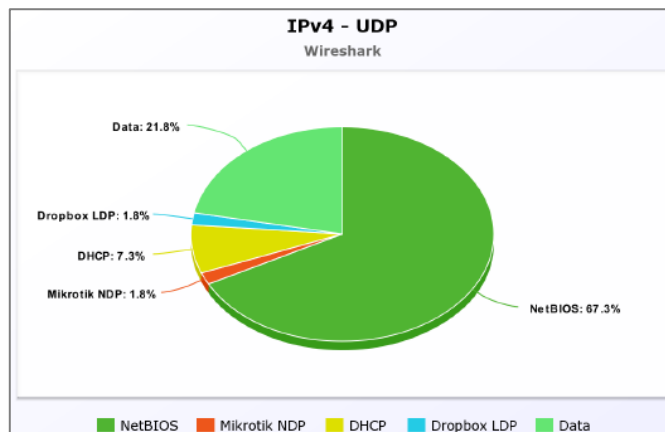
Odnos protokola koji generišu *broadcast* saobraćaj u periodu povećanih aktivnosti na mreži (sl. 6).



**Slika 6.** Protokoli koji generišu broadcast saobraćaj i njihov odnos, period povećanih aktivnosti na mreži

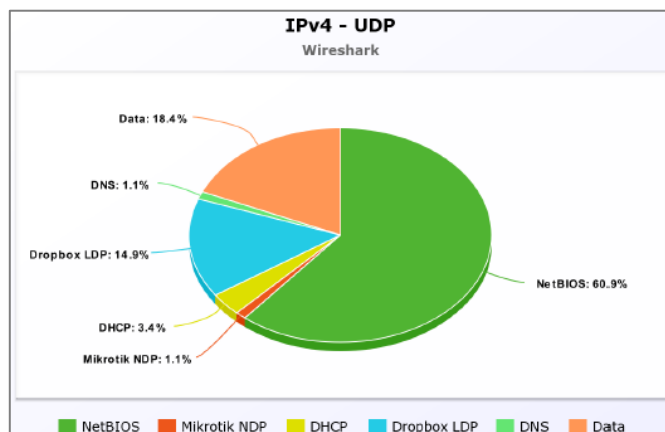
Postoje mnogi servisi unutar samog IPv4 – UDP protokola koji koriste *broadcast* saobraćaj za slanje poruka.

Neki od tih servisa koji uglavnom koriste ovakvu vrstu difuzionog slanja poruka su najčešće: DHCP (eng. *Dynamic Host Configuration protocol*) protokol za dinamičko konfigurisanje uređaja na krajnjim lokacijama. NetBIOS – protokol koji komunicira preko TCP/IP, omogućava primenu aplikacija baziranih na NetBIOS API-ju da koriste savremene TCP/IP mreže. Na sledećim dijagramima prikazaće se neki od njih (sl. 7).



**Slika 7.** Servisi koji koriste broadcast poruke, period smanjenih aktivnosti na mreži

Odnos broadcast poruka koje generišu IPv4 servisi u periodu povećanih aktivnosti na mreži mogu se videti na slici (sl. 8).



**Slika 8.** Servisi koji koriste broadcast poruke, period povećanih aktivnosti na mreži

Merenja prikazana na predhodnim dijagramima vršena su periodično u različitim vremenskim intervalima, različitim danima, ali sličnim uslovima. Na sledećoj tabeli (tabela 1) biće prikazani datumi merenja, vremenski interval datog merenja, broj aktivnih uređaja prilikom merenja, kao i odnos broadcast poruka i ukupno proteklog saobraćaja.

Komparativna analiza								
Br. merenja	Datum merenja	Vreme (1h)	Br. aktivnih rač.		Odnos broadcast poruka u % / MB			
			Pocetak m.	Kraj m.	Broadcast	Data		
1.	20.02.	10:38-11:38h	52	65	1.5%	4.21MB	98.5%	270.105MB
2.	19.03.	11-12h	67	84	0.9%	4.05MB	99.1%	434.877MB
3.	19.03.	12:15-13:15h	81	62	1.7%	5.5MB	98.3%	320.128MB
4.	20.03.	10:15-11:15h	69	88	1.3%	34.27MB	98.7%	2675MB

**Tabela 1.** Komparativna analiza (Faza 1)

1. Merenje (tabela 1) period smanjenih aktivnosti na mreži
2. Merenje (tabela 1) period nastave i vežbi
3. Merenje (tabela 1) period završetka laboratorijskih vežbi
4. Merenje (tabela 1) tokom laboratorijskih vežbi

## 5. ZAKLJUČAK

Očekuje se da se rekonfiguracijom postojećih aktivnih mrežnih uređaja, odnosno segmentiranjem jednog mrežnog segmenta u više zasebnih VLAN mreža, smanji broj broadcast poruka jer će se jedan veliki broadcast domen podeliti na više manjih broadcast domena što će sigurno uticati na optimizaciju tj. smanjenje broadcast poruka koje dolaze nepotrebno do svih uređaja na mreži. Smanjenjem broadcast poruka uređaji na mreži ne moraju da obrađuju poruke koje nisu namenjene njima štedeći svoje hardverske resurse i pritom dodatno štededeti propusni opseg mreže (eng. *bandwidth*). U poređnom analizom pre i posle konfiguracije segmentiranja mreže pokazće se koliko je nova konfiguracija uticala na smanjenje broadcast poruka.

## LITERATURA

- [1] Priscilla Oppenheimer, *Broadcast, Top-Down Network Design*, 2010.
- [2] Lazaro (Laz) Diaz, *Switching. CCNA Routing and Switching 200-125 Certification Guide*, 2019.
- [3] William A. Shay, *Virtualni VLAN-ovi. Savremene komunikacione tehnologije i mreže*, 2004.

## PROJEKTOVANJE PROIZVODA SA ASPEKTA TEHNOLOGIČNOSTI: PRIMER ZUPČASTOG PRENOSNIKA

### PRODUCT DESIGN IN TERMS OF MANUFACTURABILITY: AN EXAMPLE OF GEARBOX

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*

**Sadržaj** - Projektovanje proizvoda u savremnim uslovima proizvodnje je svakako najvažniji segment razvoja proizvoda, kako zbog samog inovativnog i inventivnog pristupa koji prate kreativne aktivnosti, tako i zbog činjenice da aktivnosti u ovoj fazi mogu da ostvare najveće uštede u troškovima i vremenu, ali i direktno utiču na dalji tok proizvodnje. Kako bi obezbedili da projektovani proizvod bude u granicama mogućnosti, a da se ispoštuju zahtevi proizvoda, u geometrijski 3D model proizvoda biće uneto i znanje o modelu proizvoda. Atributi i osobine kojima je proizvod opisan, postaju činjenice koje se adekvatnim relacijama povezuju sa bazama znanja. Na taj način na projektovanom proizvodu se automatski može izvršiti njegova analiza tehnologičnosti. U ovom radu biće prikazan model integracije znanja u adekvatno softversko okruženje, a analiza tehnologičnosti biće prikazana na primeru osmišljenog scenarija.

**Ključne reči:** Projektovanje proizvoda za proizvodnju; Analiza tehnologičnosti; Zupčasti prenosnik; Knowledge-based sistemi

**Abstract** - Design for manufacturability in modern manufacturing conditions is certainly the most important segment of product development, both because of the innovative and inventive approach that accompany creative activities, and the fact that activities at this stage can achieve the greatest savings in costs and time, and directly affect the further course of manufacturing. To ensure that the product is designed within the limits of manufacturable, and that it complies with the requirements of the product, knowledge about the product model will be inserted in the 3D geometric product. Attributes and characteristics that describe the product become the fast that are associated with knowledge bases using adequate relations. In this way, manufacturability analysis can be automatically performed at the designed product. This paper presents a model of knowledge integration in the appropriate software environment, and the manufacturability analysis will be presented at the designed scenario example.

**Key words:** Design for Manufacturing (DFM); Manufacturability Analysis, Gearbox; Transmission; Knowledge-based Systems.

## 1. UVOD

Izazovi funkcionalnog razvoja proizvoda i analize tehnologičnosti proizvoda, kao i mogućnosti projektovanja za proizvodnju i inženjerstva znanja (engl. knowledge engineering) 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 inženjersvom obezbeđuje se da multidisciplinarni timovi stručnjaka rade paralelno tokom razvoja proizvoda. Na taj način proizvod biva sagledan iz svih uglova životnog ciklusa proizvoda.

Analiza tehnologičnosti je specifična aktivnost koja se oslanja na metodologiju DFM (engl. Design for Manufacturability) [1] sa krajnim ciljem sagledanja svih karakteristika proizvoda i proizvodnih sposobnosti kako bi se donela odluka o mogućnostima izrade proizvoda, a kasnije i definisao proces planiranja proizvodnje.

Problemu projektovanja i konstruisanja uobičajenih delova i kataloškog izbora, Colton i Dascanio [2] pristupili su koncipiranjem i implementacijom integrirane radne okoline. Istraživanja u području modeliranja modela podataka proizvoda mogu se podeliti na rešavanje problema: semantike modela, integracije više računarskih procesa, minimalizacije troškova razvoja proizvoda, i obrade baza podataka.

Konvencionalni CAD sistemi nisu koncipirani za asistiranje projektantu u rešavanju kompleksnih problema što podstiče istraživanja integriranih programskih paketa. Gauseimer i Vajna [3], bave se aspektima kvaliteta i efikasnosti razvoja proizvoda. Snažan podsticaj istraživanjima dao je razvoj modela procesa projektovanja i konstruisanja temeljen na paradigmi veštačke inteligencije. Blount i Clarke tretiraju projektovanje i konstruisanje kao aktivnost rešavanja problema koja se može automatizovati [4]. Mostow [5] istražuje tehniku "kompilacije znanja" kao transformaciju

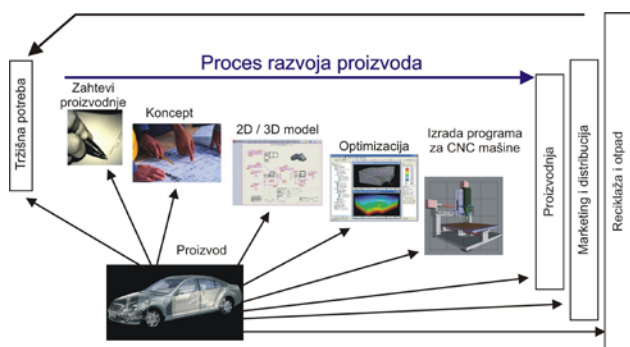
eksplicitno prikazanog znanja iz domena u efikasni algoritam za izvođenje određenih zadataka. Uloge ekspertnih sistema i sistema za upravljanje bazama podataka u prostoru "projektovanja za proizvodnju" razmotrene su u radu [6].

U ovom radu biće prikazan značaj projektovanja na sam konceptualni razvoj proizvoda, kao preduslov za uspešnu integraciju CAD modela sa tzv. inženjerskim sistemima zasnovanim na znanju. Prikazani model proizvoda projektovan je pomoću CATIA softverskog paketa, a akvizicija znanja u model proizvoda izvršena je pomoću CATIA V5 "Knowledgeware"-a. Na taj način se znanje o modelu unosi u programski modul u formi pravila, čime se obezbeđuje automatizovan proces analize tehnološkiosti..

## 2. ZNAČAJ PROJEKTOVANJA PROIZVODA

Dok termin konstruisanje podrazumeva definisanje geometrije, dimenzija, materijala, tolerancija i sl., pod projektovanjem se podrazumeva nalaženje naučno opravdanog tehničkog rešenja koje se može praktično realizovati a da pri tom zadovolji ekonomske kriterijume [7]. Projektovanje obuhvata definisanje tehničkog rešenja sa funkcionalnog, sadržajnog i konstruktivnog aspekta.

Iako troškovi procesa projektovanja/konstruisanja proizvoda učestvuju u malom delu ukupne cene proizvoda, odluke koje se donose tokom ovog procesa (slika 1) utiču na značajan deo ukupnih troškova u stvaranju novog proizvoda i od suštinske su važnosti za tržišni uspeh ili neuspeh novog proizvoda. Zbog toga je važno da se uspostavi koncept projektovanja proizvoda u kome se istovremeno integriše široki spektar konstrukcionih, tehnoloških, ekonomskih i drugih zahteva, u cilju smanjenja vremena i troškova razvoja, ali i povećanja kvaliteta i vrednosti proizvoda.



Slika 1. Proces izrade proizvoda.

Takav koncept naziva se simultano (engl. Simultaneous engineering) ili konkurentno inženjerstvo (engl. Concurrent engineering) i on potencira računarsku integraciju svih aktivnosti razvoja i realizacije proizvoda, pa se poslednjih godina naziva i integrisan razvoj proizvoda i procesa (engl. "integrated product and process development").

Tehnologije virtuelnog proizvoda [8] koriste tzv. integrisani model proizvoda u kome treba da budu smešteni svi relevantni podaci o proizvodu koji su potrebni za rad sistema za računarnom podržani razvoj proizvoda. Ovakvi integrisani modeli proizvoda, treba da posluže kao platforma za integraciju heterogenih programskih paketa koji se koriste u različitim fazama životnog ciklusa jednog proizvoda. Rad svih savremenih programskih paketa za projektovanje tehnološkog postupka i analizu tehnološkiosti konstrukcije zasniva se na primeni pojedinih metodologija iz domena

veštačke inteligencije [9]. To su obično razni ekspertni sistemi, genetski algoritmi i neuronske mreže.

## 3. „KNOWLEDGEWARE“ REŠENJA U OBLASTI PROJEKTOVANJA PROIZVODA

Termin "knowledgeware" opisuje softver u kome je sadržano znanje o modelu proizvoda čime se greške u projektovanju proizvoda, kao i same izrade, pokušavaju unapred sagledati, predvideti i izbeći.

Znanje potrebno za projektovanje proizvoda i tehnologije njegove izrade, predstavlja se najčešće pomoću objekata i pravila. Objektom se smatra entitet modela koji je opisan atributima i povezan sa okruženjem pomoću procedura. Pravila su relacije zavisnosti koje predstavljaju listu akcija koja treba izvršiti u određenim uslovima, a provere su određeni izrazi ili relacije koje mogu biti verifikovane odmah ili na zahtev radi obaveštavanja korisnika u slučaju da je prekršen uslovni deo provera. Generalno, i pravila i provere obezbeđuju da konstrukcija koja se projektuje bude usaglašena sa propisanim ograničenjima. U razmatranju pravila ovog rada jedan mogući oblik pri izradi žleba na vratilu ima u osnovi sledeći oblik:

if "tehnički element je žleb za klin – oblik tipa A"

then "alat za izradu je vretenesto glodalo".

## 4. ANALIZA TEHNOLOGIČNOSTI NA PRIMERU ZUPČASTOG PRENOSNIKA SNAGE

Analiza tehnološkiosti proizvoda je specifična aktivnost, koja ima za cilj upoznavanje proizvodnih karakteristika proizvoda i nivoa problema koji se mogu javiti pri njegovoj proizvodnji [10]. U tipičnom CAD okruženju, projektant stvara model proizvoda i koristi softver za analizu kako bi ispitao različite aspekte funkcionalnosti predložene konstrukcije.

### 4.1. Klasifikacija sistema za analizu tehnološkiosti

Na osnovu pristupa analizi tehnološkiosti, ovi sistemi mogu se podeliti u sisteme direktnog pristupa koji se zasniva na pravilima i proverama; i sisteme indirektnog pristupa zasnovane na generisanju tehnološkog plana i postupka, a zatim na modifikaciji raznih delova postupka u cilju smanjenja troškova.

Postoji više različitih načina iskazivanja mere za ocenjivanje i izražavanje tehnološkiosti:

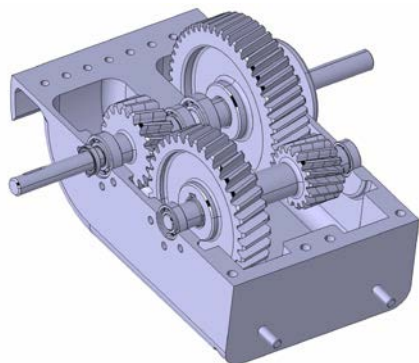
- Binarno ocenjivanje (0 ili 1 / da ili ne; ...);
- Kvalitativno ocenjivanje (opisne ocene tehnološkiosti kao što su: slabo, prosečno, dobro, odlično – izradljiv);
- Apstraktno-kvantitativno ocenjivanje izražava stepen tehnološkiosti konstrukcije dodeljivanjem numeričkih vrednosti na apstraktnoj skali (e.g. Fuzzy logic);
- Vreme i troškovi.

Sistemi za analizu tehnološkiosti su zapravo sistemi zasnovani na znanju (engl. Knowledge-Based systems – KBs) koji koriste postojeće znanje kako za rešavanje problema u određenoj oblasti. Određeni CAD programi integrišu KB sisteme, tako CATIA ima "Knowledgeware" modul koji je jedna vrsta ekspertnog sistema. Analiza procesa tehnološkiosti zapravo vrši procenu primene tehnologije izrade proizvoda na određenom modelu proizvoda. Proces se odvija automatizovano upoređivanjem dostupnih tehnika

prema raspoloživim resursima i proizvodno-tehnološkim ograničenjima.

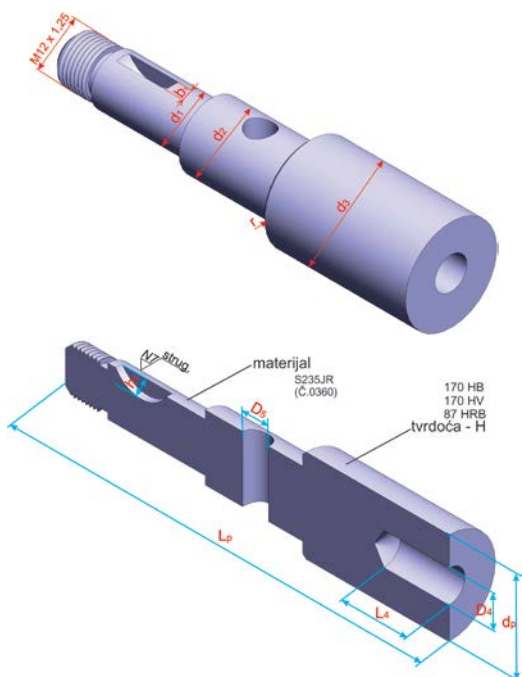
#### 4.2. Analiza tehnološkiosti zupčastog prenosnika snage

Struktura proizvoda treba biti strukturno i hijerarhijski sagledana od nivoa sklopova i podsklopova preko mašinskih elemenata do njegovih jednostavnih i složenih tehničkih elemenata (engl. Feature). Prikazani prenosnik (slika 2) je parametarski modeliran korišćenjem tehničkih elemenata, što daje osnovu za analizu tehnološkiosti dodavanjem osobina i atributa u formi modela znanja o proizvodu.



Slika 2. Prikaz parametarski projektovanog zupčastog prenosnika snage.

Potpuno je jasno da tehnološkiost proizvoda prikazanog na slici 3, zavisi od tehnološkiosti sklopova, podsklopova i elemenata koji su u proizvod ugrađeni i njegove stukture. Za sveukupnu konstrukciju i ocenu celokupne tehnološkiosti važno je proceniti sve elemente proizvoda. Ovde će biti prikazana procena tehnološkiosti jednog vratila ovog prenosnika.



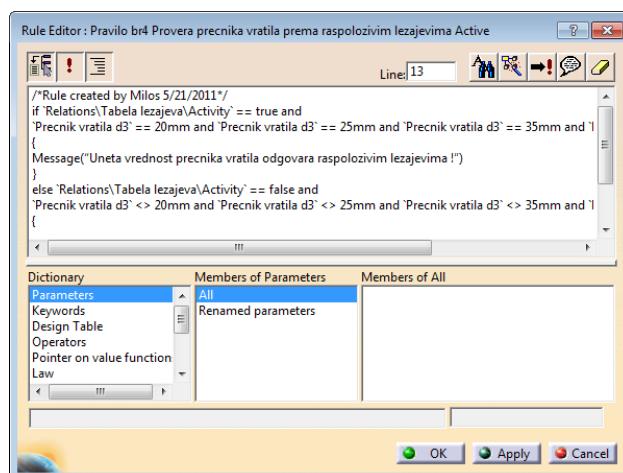
Slika 3. Model vratila sa karakterističnim atriburima.

Prikazani model vratila može se proizvesti iz cilindričnog priprema uz adekvatnu mašinsku obradu. Određeni elementi se izrađuju na strugu, dok se drugi naknadno obrađuju na bušilici (otvor) ili glodalici (žleb). Određena tehnološka ograničenja i mogući tehnološki postupci izrade ovog proizvoda, prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Tehnološka ograničenja izrade tehničkih elemenata na prikazanom vratilu.

	element	parametar	mogućnost izrade / tehnološko ograničenje
1	pripremak	dp	prečnik priprema mora biti manji ili jednak dvostrukoj visini šiljaka struga ( $d_p \leq 2H_s$ )
		Lp	dužina priprema mora biti manja od dužine između šiljaka struga ( $L_p < L_s$ )
2	stepenasto vratilo	d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , d <sub>3</sub>	da postoji odgovarajući nož za struganje – napadni ugao 90°
3	žleb	b <sub>1</sub>	da postoji odgovarajuće glodalo čiji radius je manji ili jednak širini žleba ( $r_g \leq b_1$ )
		h <sub>1</sub>	da dubina žleba ne bude veća od moguće visine upuštanja glodala
4	radius zaobljenja	r	da postoji nož kojim će se zaobliti prelaz između d <sub>2</sub> i d <sub>3</sub>
5	materijal	S235JR	da je materijal dostupan u magacinu i da ga ima u dovoljnim količinama, kao i da ga je lako nabaviti (uz minimalne troškove)

Tehnološka ograničenja unose se u softver u obliku pravila. Pravila su zapravo skup komandi koja se grupišu u baze podataka, pomoću programskog jezika. U slučaju CATIA V5 programskog paketa, korišćen je VB Script u kome korisnik definiše pravilo pomoću if/then relacija. Kreiranjem posebnih (instant) tabela, koje se povezuju sa Excel ili Access bazama podataka, unose se određene vrednosti (npr. katalog alata) koje postaju osnov za kasniju validaciju, odnosno proveru.



Slika 4. Editor pravila.

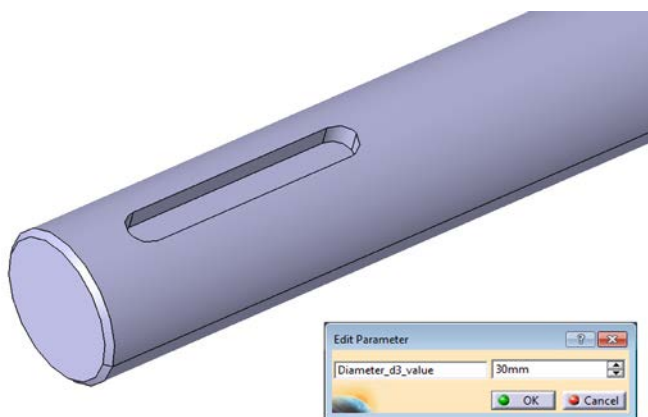
Slika 4 prikazuje vizuelno informisanje korisnika o aktivnosti tabele i daljim koracima koje treba preduzeti. Postoje i pravila čija je namena da izbegnu mogućnost nastanka konfliktne situacije koju mehanizam zaključivanja ne može da razreši. Tada se od korisnika zahteva da unese potrebne podatke ili da usmeri dalji logički tok zaključivanja.

#### 5. PRIMER RADA TEHNOLOŠKOG SAVETNIKA

Proces projektovanja proizvoda sa aspekta tehnološkiosti proveren je na primeru vratila zupčastog prenosnika snage. Vratilo prikazano na slici 4 je parametarski modelirano, a zatim je dodatno opisano atributima (prostorne orijentisanosti, tolerancija, materijala, itd.). Takav model znanja je integrisan sa bazama dostupnih alata, raspoloživih materijala, kao i drugim brojnim ograničenjima. Jedan deo takvih ograničenja prikazan je u tabeli 1. Integracija modula unutar programskog paketa, obezbedila je da se softver ponaša kao virtuelni tehnološki savetnik.

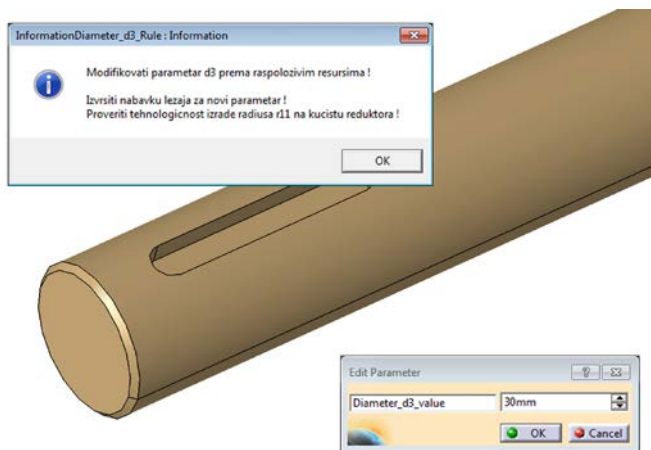
Ukoliko projektant želi da izvrši izmenu prečnika vratila  $d_3$  on pri tom treba da izabere vrednost koja jeste iz skupa standardnih vrednosti, shodno prethodno definisanim konstrukcijskim preporukama za dimenzionisanje prečnika vratila (slika 5). Sam izbor vrednosti nije nužno i konačna odluka u ovom procesu. Naime, ukoliko je izabrana vrednost povezana nekom relacijom sa određenom bazom podataka, time je ujedno postavljeno ograničenje koje mora biti provereno.

Prethodno definisano ograničenje kojim se prečnik  $d_3$  stavlja u vezu sa bazom podataka dostupnih ležajeva unutar proizvodnog pogona, zapravo uslovljava da merodavni prečnik mora odgovarati dostupnim resursima.



Slika 5. Projektant zadaje izmenu parametra  $d_3$ .

Izabrana vrednost, u slučaju prikazanog scenarija, se ne nalazi u skupu raspoloživih vrednosti prema merodavnom prečniku ležaja, odnosno u fabrici ne postoji dostupan ležaj za ovu vrednost prečnika, a sama reakcija Knowledgeware-a je prikazana na slici 6.



Slika 6. Reakcija Tehnološkog Savetnika projektantu u formi preporuke.

U ovom slučaju, skup dostupnih vrednosti kreiran je prema raspoloživim ležajevima (i njihovom merodavnom prečniku, koji odgovara prečniku vratila  $d_3$ ), tako da nije dozvoljeno da parametar  $d_3$  ne odgovara definisanim ležajevima u bazi. Zbog toga, programski paket daje savet prikazan na slici 6. Pri ovome, dodatno pravilo vezano je za samo mesto montaže vratila na kućištu reduktora, pa zbog toga treba proveriti tehnološki izrade radiusa na kućištu prenosnika i to na mestu gde se ugrađuje potrebni ležaj. Na taj način se definiše oslonac za ležište i važno je razmotriti njegovu tehnološki u slučaju izmene parametra  $d_3$ .

## 6. ZAKLJUČAK

Parametarskim projektovanjem proizvoda obezbeđen je preduslov za dalji rad sa proizvodom, odnosno za sam process analize tehnološki proizvod. Korišćenje CATIA V5 softvera i njegovog Knowledgeware-a omogućuje unos tehnoloških ograničenja tokom samog projektovanja proizvoda, što projektantu omogućava da koristi dostupne resurse ili da zahteva nabavku potrebnog resursa npr. specijalnog alata.

Ovakav pristup omogućava aktivnu akviziciju znanja u određenim proizvodnim uslovima i stvaranje baze znanja određenih sistema. Te baze znanja mogu se standardizovati i postati obavezne za upotrebu u odgovarajućim proizvodnim sistemima. One mogu da budu u obliku pravila, procedura ili pak elektronskih kataloga, ugrađenih u same sisteme za projektovanje ili postavljene u nekoj deljenoj bazi u okviru Intraneta proizvodnog sistema.

Predloženi koncept je uspešno verifikovan i dalja istraživanja ovog koncepta biće usmerena ka uključivanju metoda veštačke inteligencije. Na taj način bi se afirmisao novi kvalitet stručnjaka u procesu razvoja proizvoda, a softverska rešenja bazirana na ekspertnim sistemima obezbedila bi da proces donošenja bude jednostavniji i pouzdaniji.

## LITERATURA

- [1] J. Bralla, editor. Design for manufacturability handbook, 2nd ed. McGraw-Hill Professional, 1998.
- [2] Colton J. S., Dascanio J. L., An Integrated, Intelligent Design Environment, Engineering with Computers, Vol. 7, No. 3, pp. 11-22., 1991.
- [3] Gauseimer J., Frank T., Hahn A., Integrated product development: An Integral Approach to Computer Aided Development of Advanced Mechanical Engineering Products, Proceedings of International Conference on Engineering Design ICED 95, pp. 1276-1289., WDK, Heurista, 1995.
- [4] Blount G. N., Clarke S., Artificial Intelligence and Design Automation Systems, Journal of engineering Design, Vol. 5, No. 4, pp. 299-314., 1994.
- [5] Mostow J., Towards Automated Development of Specialized Algorithms for Design Synthesis: Knowledge Compilation as an Approach to Computer-Aided Design, Research in Engineering Design, Vol. 1, No. 3, pp. 167-186., 1990.
- [6] Miller G. S., Colton J. S., The Complementary Roles of Expert Systems and Database Management Systems in a Design for Manufacture Environment, Engineering with Computers, Vol. 8, No. 3, pp. 139-149., 1992.
- [7] Manic M., Miltenovic V., Stojkovic M., Banic M., "Feature Models in Virtual Product Development", Strojišni vestnik, 56 (3). 2010.
- [8] Erastos F., and B. Eion, Towards the smart organization: An emerging organizational paradigm and the contribution of the European RTD programs, Journal of Intelligent Manufacturing 12, pp. 101-119., 2001.
- [9] Bok, K., Myung, S., & Han, S. H., Lens barrel design on distributed knowledge-base, Knowledge intensive computer aided design pp. 255-271., Kluwer Academic Publisher, 2000.
- [10] Ristić M., "Projektovanje proizvoda sa aspekta tehnološki", Magistarski rad, Univerzitet u Nišu – Mašinski fakultet, Niš, 2012.



## ANALIZA NEGATIVNIH EFEKATA DEJSTVA VIBRACIJA NA ZDRAVLJE OPERATERA NA RADNIM MAŠINAMA

### ANALYSIS OF NEGATIVE EFFECTS OF VIBRATION ON HEALTH OF OPERATORS ON WORKING MACHINES

Boban Cvetanović, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

**Sadržaj** - *Vibracije su česta prateća pojava pri obavljanju radova u industriji i terenskih radova u građevinarstvu, poljoprivredi i rudarstvu, pri čemu su negativnom dejstvu vibracija naročito izloženi operateri na mašinama i vozilima koja se pri tome koriste. Mnogobrojne studije ukazuju da se štetno dejstvo vibracija kod ovih radnika prenosi kroz celo telo, pri čemu su naročito štetne one visokih intenziteta i niskih frekvencija, zbog poklapanja sa frekvencijama oscilovanja pojedinih ljudskih organa i pojave rezonanse. Izuzetno je bitna i dužina izlaganja čoveka vibracijama jer duže izlaganje ima za posledicu pojavu težih hroničnih oboljenja. U ovom radu analiziraju se kratkoročni i dugoročni efekti vibracija koje imaju na zdravlje operatera na radnim i građevinskim mašinama.*

**Ključne reči:** Vibracije. Radna mašina. Zdravlje.

**Abstract** - *Vibrations are a common occurrence when performing work in industry and field work in construction, agriculture and mining, with the negative effects of vibration being particularly exposed to operators on machines and vehicles used therein. Numerous studies indicate that the harmful effects of vibration in these workers are transmitted throughout the body, with high intensities and low frequencies being particularly harmful due to the oscillation frequencies of individual human organs and the appearance of resonance. Extremely important is the length of human exposure to vibration, since longer exposure results in the occurrence of more severe chronic illnesses. This paper analyzes the short- and long-term effects of vibration on the health of operators on working and construction machines.*

**Key words:** Vibration. Working machine. Health.

#### 1. UVOD

Ubrzani razvoj tehnike prati i stalan porast nivoa vibracija u čovekovo radnoj i životnoj sredini. Može se reći da je u periodu najbržeg uspona tehnike (zadnjih 50 do 100 godina), ukupan nivo vibracija i buke zabeležio najveći porast. Istraživanja osnovnih faktora „zagađivanja“ okoline u razvijenim industrijskim zemljama, pokazuju da buka i vibracije zauzimaju treće mesto, odmah iza zagađenja vazduha i vode.

Vibracije su pojava sa kojom se čovek svakodnevno susreće pri radu, tokom transporta ili u kući, pri čemu se, najčešće, javljaju kao neželjena posledica nekog korisnog procesa. Vibracije koje deluju na ljudski organizam (*eng. human vibration*), slično zvuku, mogu biti prijatne ili neprijatne za onoga ko ih prima. U literaturi se vibracije, koje su neprijatne po primaoca i koje imaju štetno dejstvo po njegovo zdravlje, često nazivaju i loše vibracije.

Negativna dejstva vibracija na ljudsko telo su brojna, ali do danas nisu potpuno i kompleksno proučena. Veza između delovanja mehaničkih vibracija, nastalih pri radu mašina, uređaja i alata i nekih profesionalnih oboljenja i bolesti radnika, uočena je još šesdesetih godina prošlog veka. Ipak, aktivnije izučavanje negativnih efekata po zdravlje radnika,

usled dejstva vibracija, postalo je izraženo tek poslednjih 20 do 30 godina.

Vibracije koje nepovoljno utiču na organizam čoveka, najčešće se javljaju pri terenskim radovima koji uključuju korišćenje snažnih mašina i vozila, kao i teških alata. Tako su kritične delatnosti, u pogledu izloženosti radnika dejstvu ovih vibracija, građevinarstvo, poljoprivreda, rudarstvo, šumarstvo, transport i industrija, a kritična zanimanja vozači i operateri teških radnih, građevinskih i poljoprivrednih mašina (traktori, kombajni, skrejperi, grejderi, bageri, buldožeri, damperi, kompaktori, finišeri, viljuškari i dr.), vozači helikoptera, lokomotiva i kamiona, kao i rukovaoci teškim alatima (pneumatski čekići, vibronabijači, lančane testere i dr.).

U ovom radu izvršice se analiza mogućih negativnih efekata dejstva vibracija na zdravlje operatera na radnim mašinama.

#### 2. VIBRACIJE I LJUDSKO TELO

Vibracije koje dejstvuju na ljude, u zavisnosti da li deluju lokalno ili opšte, bez obzira na izvor vibracija, mogu se podeliti u dve grupe:

- vibracije celog tela (*eng. whole body vibration - WBV*)
- vibracije šaka – ruka (*eng. hand-arm vibration – HAV*)



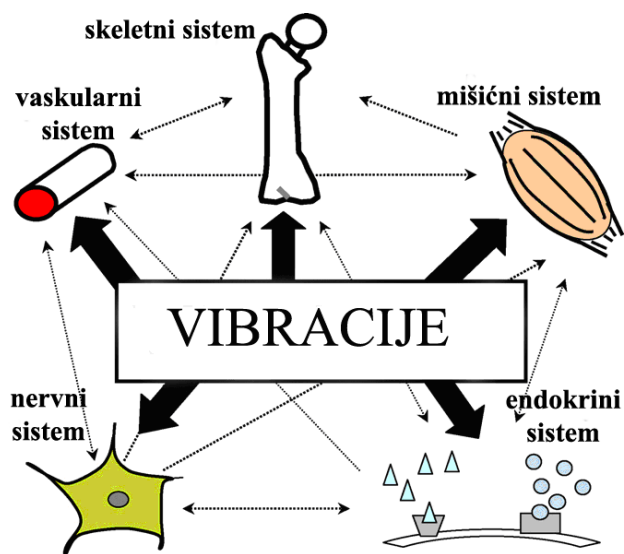
Vibracije celog tela se, često, u literaturi nazivaju i opšte, a vibracije šaka – ruka, lokalne ili segmentne vibracije. Dejstvo ovih dveju vrsta vibracija je i po prirodi i po zdravstvenim efektima na čoveka, potpuno različito i zato se odvojeno i proučavaju. Pojedini autori u klasifikaciji ljudskog odgovora na delovanje vibracija, daju još i morsku bolest ili mučninu u toku vožnje (*eng. motion sickness*).

U pogledu uticaja na ljudsko telo, merodavni frekventni opseg za vibracije celog tela je 0,5 do 80Hz, dok je za vibracije šaka – ruka relevantni opseg od 5 do 1500Hz.

Prema Evropskoj Direktivi o vibracijama [2] i prema našem Pravilniku o vibracijama [3], pod vibracijama celog tela podrazumevaju se “mehaničke vibracije koje, kada se prenose na celo telo, predstavljaju rizik za bezbednost i zdravlje zaposlenog, a naročito postoji rizik od nastanka bolesti donjeg dela leđa i povrede kičme zaposlenog”. Sa druge strane, prema istoj Direktivi i našem Pravilniku, pod vibracijama šaka-ruka podrazumevaju se “mehaničke vibracije koje, kada se prenesu na sistem šaka-ruka, predstavljaju rizik za bezbednost i zdravlje zaposlenog, a naročito na nastanak vaskularnih, koštanih, neuroloških ili mišićnih poremećaja”.

Prema istraživanju Evropske agencije za bezbednost i zdravlje na radu, svaki treći radnik u Evropi izložen je nekoj vrsti vibracija, bilo od alata, mašina ili vozila, pri čemu je preko 10% svih radnika, vibracijama izloženo puno radno vreme. Najveća izloženost radnika vibracijama, u Evropskoj Uniji, je u sektoru građevinarstva, gde je čak 63% radnika izloženo vibracijama, u rudarstvu i teškoj industriji 44%, poljoprivredi i ribarstvu 38%, transportu 23% itd. Svi ovi sektori podrazumevaju konstantno korišćenje teških radnih mašina, koje su i najveći generatori vibracija [4].

Posle dužeg i konstantnog izlaganja vibracijama, doći će do niza funkcionalnih poremećaja i organskih promena na tkivima raznih organa i sistema u organizmu [5]. Iako su oštećenja najizrazitija na samom mestu delovanja vibracija, one ne utiču na poremećaj samo jednog organa u telu, već su odgovorne za poremećaje čitavih fizioloških sistema (kao npr. skeletnog, mišićnog, endokrinog, nervnog ili vaskularnog) (slika 1.).



Slika 1. Uticaj vibracija na fiziološke sisteme [6]

Uopšteno govoreći, poremećaji koji se javljaju u ljudskom telu, pod dejstvom vibracija, zavise od mnogobrojnih faktora. Većina autora polazi od uticaja fizičkih karakteristika vibracija (frekvencija, intenzitet ubrzanja vibracija, pravac i smer oscilovanja). Ne treba, međutim, zaboraviti ni uticaj dužine izloženosti, mesta neposrednog kontakta i prenošenja kroz tkivo (pravac širenja vibracija), kao i mogućnostima gušenja vibracija u različitim tkivima.

Vibracije koje deluju na čoveka imaju veći uticaj na telo ukoliko se pobudna frekvencija vibracija poklopi sa nekom od sopstvenih frekvencija delova ljudskog tela, odnosno ukoliko se pojavi tzv. rezonansa. Neke od frekvencija vertikalnog oscilovanja pojedinih delova ljudskog tela su: glava 20-30Hz, ramena 4-5Hz, grudni koš 50-60Hz, kičmeni stub 10-12Hz, abdomen 4-8Hz, ruke 5-10Hz, podlaktice 16-30Hz, šake 50-200Hz, očne jabučice oko 25 Hz itd. [7]. Sa aspekta mogućeg poklapanja sa frekvencijama oscilovanja većine delova ljudskog tela i pojavu rezonanse, značajne su niskofrekventne vibracije radnih mašina, frekvencija od 1Hz do 50Hz.

### 3. NEGATIVNI EFEKTI DEJSTVA VIBRACIJA PO ZDRAVLJE OPERATERA NA RADNIM MAŠINAMA

Zbog udruženosti vibracija sa drugim opasnostima i štetnostima pri radu, ne može se, uvek i potpuno jasno, uspostaviti uzročno-posledična veza između dejstva vibracija i oštećenja zdravlja operatera na radnim mašinama.

Ipak, brojne studije i istraživanja pokazuju da čak i kratkotrajna, konstantna izloženost visokim nivoima vibracija donosi zdravstvene probleme ovim radnicima, kao što su mučnina i vrtoglavica, dok dugotrajna i konstantna izloženost vibracijama, po pravilu, dovodi do trajnih poremećaja čitavih fizioloških sistema.

Ozbilnost ovih poremećaja zavisi od mnogobrojnih faktora. Pored već spomenutih fizičkih karakteristika vibracija i dužine izloženosti, ne treba nikako zaboraviti i individualne karakteristike organizma [5].

#### 3.1. Kratkoročni efekti dejstva vibracija

Pri svakodnevnom, ali kratkotrajnom delovanju vibracija, nepovoljnih frekvencija i amplituda, u telu operatera može doći do nelagodnosti kao što su nedostatak daha, mučnina, razdražljivost, gubitak ravnoteže (vrtoglavica) itd. Ponekad, u zavisnosti od frekvencije i pravca delovanja vibracija, mesta kontakta sa telom i trajanja izloženosti vibracijama, može doći i do poremećaja sna i upornih glavobolja. Glavobolje, vrtoglavica i zamor očiju javljaju se kada dejstvuju vibracije frekvencija 10-20Hz, dok se bol u grudima i abdomenu javlja pri frekvencijama 4-10Hz [8].

Vibracije mogu svojim delovanjem da otežaju i usvajanje informacija od strane operatera (npr. putem očiju), slanje informacija (npr. preko pokreta ruku ili nogu) ili složene procese koji povezuju ulazne i izlazne informacije (npr. pamćenje, donošenje odluka...). Najveći uticaj vibracija, koje deluju na telo ovih radnika, je kod usvajanja informacija (uglavnom vid) i kod izlaznih procesa (uglavnom kontinualna kontrola rukama). Na jednostavne zadatke (npr. vreme za prostu reakciju) vibracije ne utiču.

Vibracije izazivaju pasivni veštački pokret ljudskog tela. Kontrola motorike, koja nedostaje tokom dejstva vibracija na telo, je najizraženija promena normalnih psihičkih funkcija neuromišićnog sistema. Vibracije izazivaju, ubrzanjem uzrokovano, naizmeničnu aktivnost površinskih mišića leđa operatera, tako da je potrebna kontrakcija mišića da bi položaj ostao nepromenjen. Vreme aktivnosti mišića zavisi od frekvencije i veličine ubrzanja. Podaci ukazuju da do povećanog opterećenja kičme operatera može doći usled smanjene stabilizacije kičme pri frekvencijama od 6,5 do 8 Hz i tokom početne faze iznenadnog pomeranja nagore. Zamor leđnih mišića tokom izloženosti vibracijama obično premašuje zamor koji se javlja u slučaju normalnog položaja pri sedenju bez vibracija tela. Refleksi tetiva se mogu umanjiti ili privremeno nestati tokom izloženosti tela vibracijama pri frekvencijama iznad 10Hz [8].

Većina ovih promena nisu trajnog karaktera i, uglavnom, nestaju nakon prekida izlaganja vibracijama i odmora operatera. Treba ipak naglasiti da osetljivost organizma na dejstvo vibracija i gubljenje efekata njihovog dejstva, umnogome zavisi od kompletnog fizičkog i psihičkog stanja operatera.

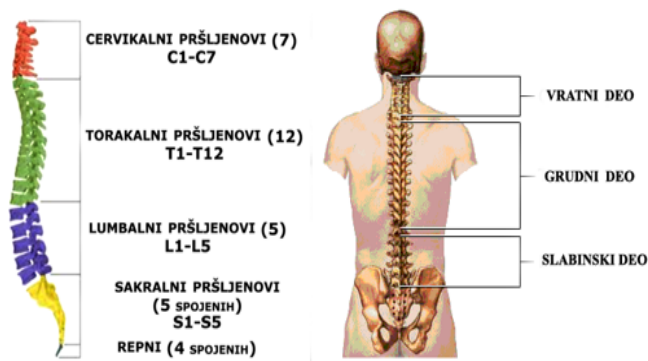
### 3.2. Dugoročni efekti dejstva vibracija

Mnogo su opasniji dugoročni efekti po zdravlje operatera, od dejstva vibracija. Do njih dolazi pri dugotrajnoj i konstantnoj izloženosti tela visokim vrednostima ubrzanja vibracija. Ove promene su, po pravilu, trajnog (hroničnog) karaktera.

Na prvom mestu po zastupljenosti nalaze se bolesti mišićno-koštanog sistema i vezivnog tkiva. Najčešće oboljenje mišićno-koštanog sistema je dorzalgiya tj. bol u leđima, duž kičmenog stuba. Dorzalgiya može biti ograničena na jedno ili više područje leđa-kičme (slika 2.) [9].

S obzirom na deo leđa u kojem se bol javlja mogu se razmatrati sledeća hronična oboljenja:

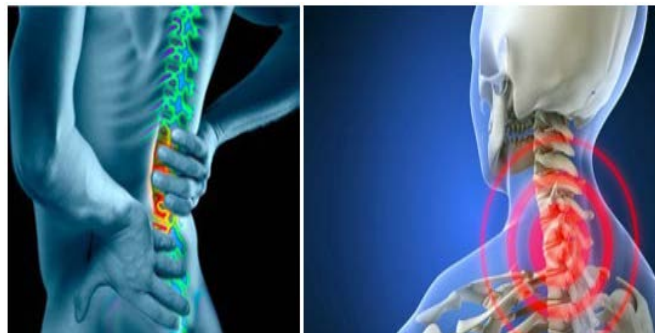
- bol u vratnom (cervikalnom) delu kičme (sedam pršljenova od C1 do C7), koji se naročito javlja pri konstantnom izlaganju vibracijama frekvencija 20 do 30Hz,
- bol u grudnom (torakalnom) delu kičme (dvanaest pršljenova od T1 do T12) gde je kritično područje frekvencija 5 do 10Hz,
- bol u slabinskom (lumbalnom) delu kičme (pet pršljenova od L1 do L5), gde je osetljivost naročita na frekvencije u opsegu od 4 do 8Hz.



Slika 2. Delovi kičmenog stuba ugroženi dejstvom vibracija [9].

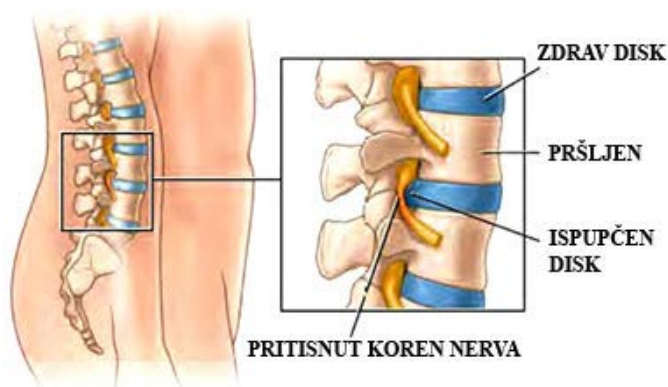
Nesumnjivo, najčešći dugoročni štetni efekat vibracija na telo operatera na radnim mašinama je lumbalgija ili poremećaj i bol slabinskog dela kičme (u engleskom jeziku se umesto termina *lumbalgia* mnogo češće koristi termin *low back pain*), a često i oboljenje vratnog dela kičme tzv. cervikalna spondiloza (eng. *cervical spondylosis*) (slika 3.).

Bol, koja se javlja u donjem delu leđa, oseti tokom svog života čak 60% do 80% ljudi, a među operaterima na radnim mašinama javlja se kod čak oko 40% ukupnog broja operatera [10].



Slika 3. Bol u lumbalnom i cervikalnom delu kičme [10].

Ukoliko se bolovi u kičmi zdravstveno ne tretiraju ili se ne tretiraju na pravi način, kao posledica dolazi do težih oštećenja, a to je diskus hernija (eng. *spinal disc herniation*). To je izmeštanja centralnog dela diska, pri čemu dolazi do ispučavanja spoljnog prstenastog dela i pritiskanja nervnog korena, izazivajući upalu nerva, smanjenu provodljivost impulsa, pa samim tim i slabiji rad organa koji taj nerv inerviše. Može se javiti u bilo kom međupršljenskom disku, ali se najčešće javlja u lumbalnom i vratnom nivou kičmenog stuba (slika 4.).



Slika 4. Diskus hernija [11].

U naučnim studijama je primećen podatak o češćim odlascima u invalidsku penziju i dugotrajnim bolovanjima usled oštećenja diska među rukovaocima na radnim mašinama. Ipak, zbog visoke prisutnosti ovakvih poremećaja kičme i kod populacije koja nije izložena vibracijama, ne može se, sa potpunom sigurnošću, tvrditi da su samo vibracije bile uzrok ovih poremećaja zdravlja kod osoba koje su izložene vibracijama. Drugim rečima vibracije nisu jedini, ali su značajan uzrok ovom oboljenju.

Treba, naglasiti da se funkcija kičme, menja kako starenjem, tako i bolestima i povredama. Zato, pri proučavanju uticaja vibracija na telo, treba obratiti pažnju i na ove faktore, naročito na starost obolelih.

Od ostalih oštećenja treba istaći da dugotrajno dejstvo vibracija, velikih amplituda, može izazvati propadanje kvaliteta mišićnog tkiva, kao i promene na tetivama, sa mogućim cepanjem i pucanjem tetiva na mestu pripoja na kosti.

Promene u kardiovaskularnom, respiratornom i endokrinom sistemu (npr. ubrzanje rada srca, krvni pritisak i potrošnja kiseonika), koje traju tokom izloženosti vibracijama, mogu da se uporede sa promenama tokom umerenog fizičkog rada, čak i pri relativno visokim nivoima vibracija. Potpuno je jasno da posledice dejstva zavise i od opšteg zdravstvenog stanja, starosti i pola radnika.

Važno je ukazati i na moguća oboljenja digestivnog sistema, odnosno bolesti organa za varenje, pri čemu je zbog pojave rezonanse, kritična frekvencija vibracija između 4 i 5Hz, dok jake vibracije celog tela sa frekvencijama višim od 40Hz, mogu dovesti do oštećenja i poremećaja u centralnom nervnom sistemu [8].

#### 4. ZAKLJUČAK

Operateri na radnim i građevinskim mašinama izloženi su, po pravilu, visokim intenzitetima vibracija koje imaju štetno dejstvo na ljudsko telo. Posledice dejstva vibracija mogu biti kratkoročnog ili dugoročnog karaktera. Za kvalitetnu analizu ovih efekata po zdravlje, problem predstavlja činjenica da se vibracije uvek javljaju u kombinaciji sa drugim profesionalnim opasnostima i štetnostima, pa, vrlo često, ni medicinska rada ne može utvrditi da li su za nastale posledice krive samo vibracije ili kombinovano delovanje svih opasnosti i štetnosti. Ova činjenica, ipak, ne znači da uticaj vibracija treba zanemariti, već one treba da budu predmet kvalitetne analize, kako bi se pokušali smanjiti negativni efekti po zdravlje kako operatera na ovim mašinama, tako i kod drugih radnika koji su izloženi dejstvu vibracija.

#### LITERATURA

- [1] R.Uzunović, *Zaštita od buke i vibracija*. Beograd, 1997.
- [2] European Parliament and the Council of the European Union, Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration), Official Journal of the European Communities, OJ L 177, 13, 2002.
- [3] Službeni glasnik RS, Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan rad pri izlaganju vibracijama, SG br.93/2011, Beograd, 2011.
- [4] European Agency for safety and health at work, Workplace exposure to vibration in Europe an expert review, Belgium, 2008.
- [5] D.Cvetković, M.Prašćević, *Buka i vibracije*, Fakultet zaštite na radu, Univerzitet u Nišu, 2008.
- [6] B.Cvetanović, M.Cvetković, D.Cvetković, *Vibracije kao profesionalni rizik po zdravlje ratara u ruralnoj proizvodnji, Rizik i bezbednosni inženjering*, Kopaonik, 2014.
- [7] Bruel & Kjaer, *Human vibration. Lecture note*, 1998.
- [8] M.J.Griffin, *Handbook of human vibration*, London: Academic Press, 1990.
- [9] B.Cvetanović, J.Jovanović, Pregled negativnih zdravstvenih efekata dejstva vibracija na vozača traktora. *Traktori i pogonske mašine*, 18 (3), 58-65, 2013.
- [10] H.Dupuis, G.Zerlett, Whole-Body Vibration and Disorders of the Spine. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 59, 323-336., 1987.
- [11] E.Johanning, Whole-Body Vibration Related Disorders in Occupational Clinical Setting – An International Comparison, 5th International Conference on Whole Body Vibration Injuries, Amsterdam, Nederland, 2013.

## UNAPREĐENJE MONITORINGA POSTROJENJA ZA TRETMAN MEDICINSKOG OTPADA OPTIMIZACIJOM SELEKCIJE OTPADA

### IMPROVEMENT OF MEDICAL WASTE TREATMENT MONITORING BY OTIMIZATION OF WASTE SELECTION

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

**Sadržaj** – Kao jedna od mogućnosti u doprinosu smanjenja količine medicinskog otpada, a samim tim i očuvanje životne sredine, jeste i optimizacija procesa selekcije medicinskog otpada. U ovom radu biće prikazane neke od prednosti monitoringa postrojenja za tretman medicinskog otpada u slučaju detaljnije selekcije sa aspekta ekonomičnosti ali i sa aspekta smanjenja količine otpada koji se deponuje i time povećava bezbednost ljudi koji su prisutni u tokovima otpada, ali i bezbednosti na širem nivou.

**Ključne reči:** Monitoring. Medicinski otpad. Tretiranje otpada. Selekcija otpada.

**Abstract** - As a possibility in contributing to the reduction of the amount of medical waste, and therefore the preservation of the environment, is the process of medical waste selection optimization. This paper will show some of the advantages of monitoring facilities for treatment of medical waste with economy aspects, as well as decreasing the amount of waste being deposited and thus assessing the best conditions for work and increasing the safety of people who are present in waste streams, but also on a wider scale.

**Key words:** Monitoring. Medical waste. Waste treatment. Waste selection.

#### 1. UVOD

Upravljanje otpadom je značajno pitanje održivog razvoja koje uključuje tehničke, socijalne, ekonomske, pravne, ekološke, političke, čak i kulturne komponente.

Imajući u vidu postojeće probleme stanja upravljanja otpadom u Republici Srbiji, cilj ovog rada je bio da se utvrdi značaj monitoringa postrojenja za tretman medicinskog otpada kao i mere za njegovo unapređenje.

Monitoringom se, pre svega, za svaku medicinsku ustanovu (državnu ili privatnu), za svaki medicinski istraživački centar ili laboratoriju, utvrđuje da li je efikasnije vršiti transport opasnog medicinskog otpada nakon separacije u drugu ustanovu na tretiranje, ili tretirati u sopstvenoj ustanovi.

Postojeći problemi stanja upravljanja otpadom u Republici Srbiji koje mora ispoštovati nacionalnu strategiju sa programom približavanja EU su i dalje veliki a obuhvataju:

- Nedovoljnu infrastrukturu namenjenu za tretman i odlaganje otpada,
- Odlaganje komunalnog i opasnog otpada iz domaćinstava,
- Nedostatak podataka o sastavu otpada kao i o njegovim tokovima,
- Nedostatak skladišta za odlaganje,

- Tretman i odlaganje opasnog otpada,
- Zagađenje vazduha, vode i zemljišta.

Navedeni problemi se mogu ukloniti ili bar ublažiti jedino redovnim posmatranjem i beleženjem aktivnosti koje se odvijaju u procesu upravljanja otpadom, u toku određenog vremenskog perioda, u odnosu na planirana ulaganja, aktivnosti i ishode, što predstavlja osnovni zadatak monitoringa.

Monitoring ima veliku ulogu u očuvanju životne sredine, a takođe je značajan i za planiranje i implementaciju projekata. Obavljaju ga i kontrolišu državni organi zaduženi za zaštitu životne sredine, ali i ovlašćene ustanove koje imaju stručna lica.

Najvažnija uloga monitoringa je da se ustanovi da li su i u kolikoj meri ugroženi priroda i čovek.

Medicinski otpad predstavlja sav opasan ili neopasan otpad koji se generiše pri pružanju zdravstvenih usluga. To je sav otpad koji nastaje u medicinskim ustanovama (državnim ili privatnim), medicinskim istraživačkim centrima ili laboratorijama.

- *Opasan otpad* je otpad koji po svom poreklu, sastavu ili koncentraciji opasnih materija može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od opasnih karakteristika utvrđenih posebnim propisima, uključujući i ambalažu u kojoj je opasan otpad bio ili jeste upakovan.

- *Neopasan otpad* je otpad koji nema karakteristike opasnog otpada i sličan je otpadu koji se stvara u domaćinstvima.

Grane u kojima se stvara medicinski otpad su: dijagnostika, lečenje, prevencija bolesti, rehabilitacija i naučno-istraživački rad.

Opasni medicinski otpad možemo podeliti na kategorije prikazane *Tabelom 1.*

**Tabela 1.** Podela opasnog medicinskog otpada.

Kategorija otpada	Opis
<b>Infektivni</b>	Laboratorijske kulture, serumi
<b>Patoanatomski</b>	Krv, telesne tečnosti
<b>Oštri predmeti</b>	Igle, skalpeli, noževi
<b>Farmaceutski</b>	Razni lekovi
<b>Genotoksični</b>	Citostatici
<b>Hemijski</b>	Dezinficijensi, reagensi, rastvarači
<b>Teški metali</b>	Toplomeri, baterije
<b>Posude pod pritiskom</b>	Plinske boce, metalni tankovi
<b>Radioaktivni</b>	Tečnosti koje se koriste u radio terapiji

Zbrinjavanje otpada u zdravstvenim ustanovama obuhvata dva osnovna principa:

- 1) Na samom mestu nastanka otpada neophodno je osigurati razvrstavanje i izdvojeno sakupljanje;
- 2) Otpad se prikuplja u odgovarajuću ambalažu prilagođenu njegovim svojstvima, količini, načinu sakupljanja, prevoza i obradivanja na takav način da se štiti okolina i osoblje koje njime upravlja.

Obrada opasnog medicinskog otpada može biti fizička, mehanička, parna sterilizacija i hemijska sterilizacija.

U Kliničkom centru Niš se obrada vrši mehanički, korišćenjem drobilice i parnom sterilizacijom, primenom autoklava od 2009. godine.

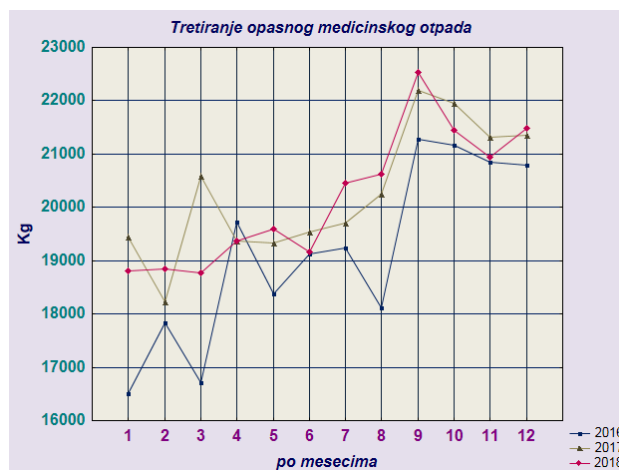
Krajnji produkt tretmana opasnog medicinskog otpada je neopasni otpad čija se zapremina tretiranjem smanjuje za 30% i koji se odlaže na komunalnu deponiju.

## 2. TRETIRANJE INFEKTIVNOG MEDICINSKOG OTPADA

Klinički centar Niš u svom radu generiše više od 100 tona neopasnog otpada godišnje i više od 200 tona opasnog medicinskog otpada godišnje. Prema važećem Zakonu o upravljanju otpadom „Sl. glasnik RS br.“ 36/2009 i Pravilnika za upravljanje medicinskim otpadom „Sl. glasnik RS br.“ 78/2010), donosi *Plan upravljanja otpadom* 01. 10.2014. godine.

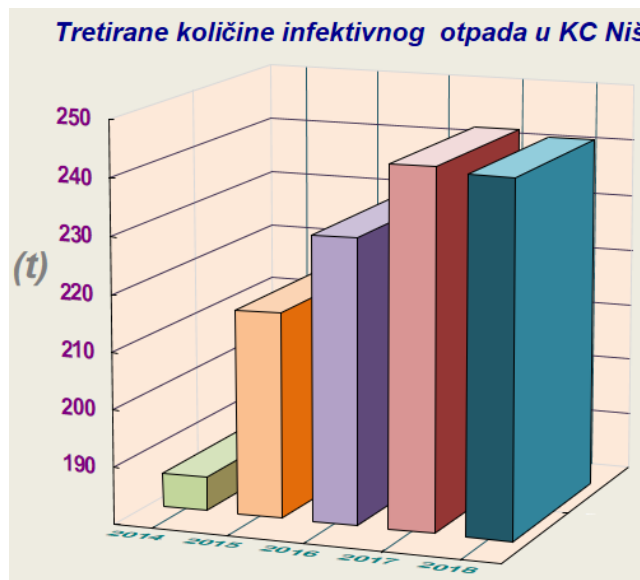
Analiza medicinskog otpada u odnosu na broj bolesničkih dana u Kliničkom centru u Nišu data je u radu [1]. Ocena kvaliteta sistema i relativna funkcija kvaliteta sistema za upravljanje medicinskim otpadom opisani su u radovima [2] i [3].

Odeljenje za tretman medicinskog otpada u Kliničkom centru Niš, CMT, može da prihvati samo infektivni otpad. U otpad koji ne može da prihvati spadaju: hemikalije i/ili njihova ambalaža, toksične materije, farmaceutska sredstva, lekovi i/ili njihova ambalaža, citostatične ili citotoksične supstance, patoanatomski otpad, sudovi pod pritiskom, rastvarači i drugi zapaljivi materijali, otpadna ulja, i sl. Količine infektivnog otpada koje je KC Niš tretirao u poslednje tri godine po mesecima date su na *Sl.1.*



**Slika 1.** Tretiranje sopstvenog i uslužnog infektivnog medicinskog otpada po mesecima.

U proseku za poslednjih pet godina CMT je izvršio tretiranje oko 223.420 kg infektivnog medicinskog otpada, odnosno, detaljno po godinama dato je na *Sl.2.*



**Slika 2.** Tretirane količine infektivnog medicinskog otpada.

### 2.1 Benefiti monitoringa medicinskog otpada

Klinički centar u Nišu vrši uslužno tretiranje infektivnog medicinskog otpada za Dom zdravlja u Nišu i druge klinike koje nisu u njegovom sastavu. Na godišnjem nivou uslužno tretiranje se vrši za oko 30t otpada u proseku.

Na osnovu odluke Upravnog odbora Kliničkog centra u Nišu, usluga tretiranja infektivnog medicinskog otpada za treće lice iznosi 250 dinara po kilogramu. Kako je cena

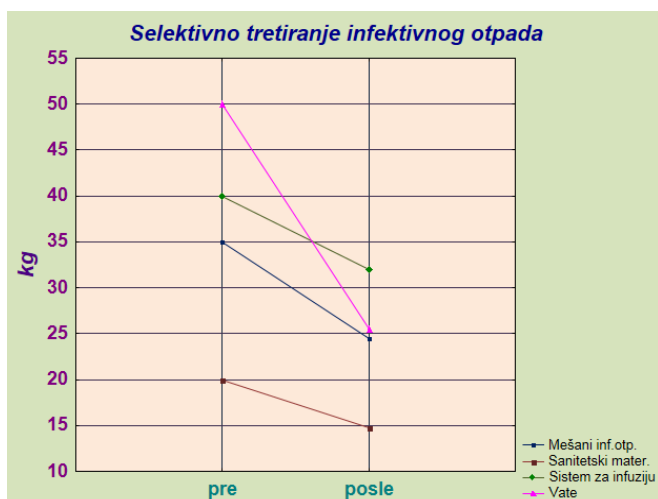
troškova za tretman, sakupljanje i transport infektivnog medicinskog otpada 71,73 dinara po kilogramu, zarada koju Klinički centar u Nišu ima pružanjem uslužnog tretiranja infektivnog medicinskog otpada je 178,27 dinara po kilogramu. Količina koju prosečno godišnje Klinički centar u Nišu tretira za treća lica, oko 30t otpada, dovodi do zarade od oko 5 348 000 dinara.

Ušteda od oko 9 780 000 dinara godišnje i zarada od oko 5 348 000 dinara, prikazuje da je Klinički centar u Nišu na dobitku od oko 15 128 000 dinara godišnje, o čemu je bilo reči u radu [4].

### 3. OPTIMIZACIJA PROCESA SELEKCIJE MEDICINSKOG OTPADA

Kao jedna od mogućnosti u doprinosu smanjenja količine medicinskog otpada a samim tim i očuvanje životne sredine jeste i optimizacija procesa selekcije medicinskog otpada putem autoklaviranja kao tretmana.

Prilikom sterilizacije sopstvenog infektivnog medicinskog otpada u autoklavama, izvršeno je merenje selektivnog infektivnog otpada pre i posle tretmana u autoklavama.



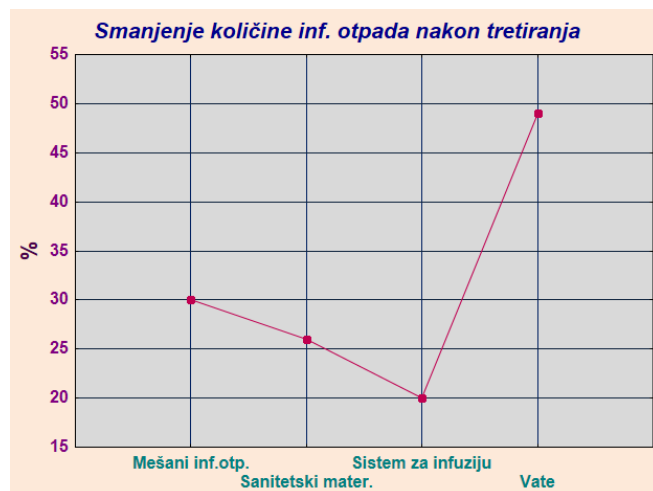
Slika 3. Količine infektivnog medicinskog otpada pre i posle tretiranja

Nakon detaljne selekcije, odnosno još preciznijim razdvajanjem infektivnog medicinskog otpada u šifri 18 01 03\* dobijeni su sledeći rezultati (Sl.3):

- Količina **mešovitog infektivnog otpada** nakon upotrebe, koji je infektivan u klasi 18 01 03\*, je 35 kg. Nakon tretmana sanitetskog otpada dobijena količina je 24,54 kg, odnosno, količina je smanjena za 29,89%.
- Količina **sanitetskog materijala** (gaze, zavoji,...) nakon upotrebe, koji je infektivan u klasi 18 01 03\*, je 20 kg. Nakon tretmana sanitetskog otpada dobijena količina je 14,8 kg, odnosno, količina je smanjena za 26%.
- Količina **plastičnog materijala - sistema za infuziju** nakon upotrebe, koji je infektivan u klasi 180103\*, 40 kg. Nakon tretmana plastičnog materijala - sistema za infuziju dobijena količina je 32 kg, odnosno, količina je smanjena za 20%.

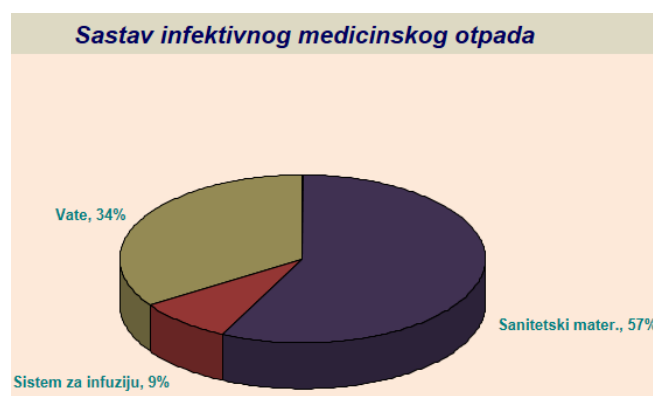
- Količina **sanitetskog materijala - vate** nakon upotrebe, koji je infektivan u klasi 180103\*, 50 kg. Nakon tretmana sanitetskog materijala - vate dobijena količina je 25,5 kg, odnosno, količina je smanjena za 49%.

Uporednom analizom primene detaljne selekcije infektivnog medicinskog otpada se može zaključiti da se najveće smanjenje količine postiže u slučaju tretiranja vate a najmanje kod plastičnog materijala - sistema za infuziju, Sl.4.



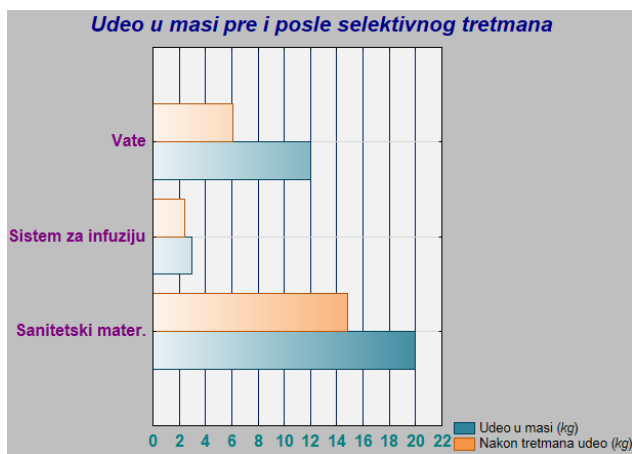
Slika 4. Smanjenje količine infektivnog medicinskog otpada nakon tretiranja

Detaljnijom selekcijom infektivnog medicinskog otpada je takođe utvrđeno da u masi od 35 kg mešanog infektivnog otpada, koliko staje u jedan kontejner zapremine 120l, nalazi se oko 20 kg sanitetskog materijala (gaze, zavoji,...), 3 kg plastičnog materijala - sistema za infuziju i oko 12 kg vate, Sl.5.



Slika 5. Procentualni udeo u mešovitom infektivnom otpadu

Nakon izvršenog selektivnog tretiranja i procenta kaliranja odvojenog infektivnog medicinskog otpada, za pomenute količine u masi mešovitog otpada, dobijaju se umanjene količine, koje u zbiru čine 23,32 kg neopasnog otpada, Sl.6.



Slika 6. Udeo u mešovitom inf. otpadu pre i posle tretmana

U slučaju tretiranja mešovitog infektivnog otpada mase 35 kg, koja staje u jedan kontejner, dobija se 24,5 kg neopasnog otpada. Nakon izvršene pomenute selekcije i tretiranja te iste količine, dobija se 23,32 kg, što je za 1,18 kg dodatno manje po jednom kontejneru.

Za količinu infektivnog medicinskog otpada koju KC Niš prosečno godišnje tretira od 223.420 kg, to znači da se selekcijom infektivnog otpada masa tretiranjem dodatno smanjuje za 7.532 kg godišnje, što predstavlja znatnu uštedu prostora za odlaganje na deponiji kao i jednu od mera poboljšanja sistema za upravljanje medicinskim otpadom.

#### 4. ZAKLJUČAK

Današnje javne deponije imaju veliki problem sa prostorom za odlaganje otpada. Infektivni medicinski otpad nakon tretmana postaje neopasan i kao takav se skaldišti u posebnim kasetama na gradskoj deponiji grada Niša. Najveći problem sa ovim otpadom je količina, jer je ograničen prostorom za skaldištenje.

Analizom metode autoklaviranja infektivnog medicinskog otpada zaključuje se da, medicinski otpad, pored osnovne funkcije da postaje neopasan otpad, smanjuje i količinu samog otpada, a samim tim i manje zauzima mesta na centralnoj ili lokalnoj deponiji. U periodu poslednjih pet godina može se utvrditi da u sistemu upravljanja infektivnim medicinskim otpadom postoji ušteda u prostoru skaldištenja na deponiji.

Detaljnijom selekcijom infektivnog medicinskog otpada postiže se dodatno povećanje kaliranja količine otpada, smanjenje potrebnog prostora za deponovanje neopasnog otpada, time i poboljšanje monitoringa za tretman medicinskog otpada i naravno, očuvanje životne sredine.

#### LITERATURA

- [1] M. Cvetković, M. Spasić, A. Boričić, D. Blagojević, Lj. Stojanović, "Analiza medicinskog otpada KC u Nišu u odnosu na broj bolesničkih dana", *Zbornik radova 12. međunarodnog savetovanja - Rizik i bezbednosni inženjering*, pp.428-437, 2017.
- [2] M. Cvetković, A. Boričić, D. Blagojević, "Ocena kvaliteta sistema za upravljanje medicinskim otpadom u KC u Nišu", *Zbornik radova 4. Naučnog skupa POLITEHNIKA 2017*, pp. 75-80, 2017.
- [3] M. Cvetković, A. Boričić, "Relativna funkcija kvaliteta sistema za upravljanje medicinskim otpadom", *Zbornik radova Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu*, pp. 60-63, 2017.
- [4] M. Cvetković, A. Boričić, "Značaj i benefiti monitoringa postrojenja za tretman medicinskog otpada", *Zbornik radova Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu*, pp. 51-54, 2018.



## UPRAVLJANJE PROCEDNIM VODAMA NA DEPONIJAMA LEACHATE MANAGEMENT ON LANDFILL

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

**Sadržaj** - U ovom radu prikazana je relevantnost pravilnog upravljanja procednim vodama. Kako procedne vode veoma negativno utiču na podzemne, površinske vode kao i na životnu sredinu generalno, prikazane su metode koje su adekvatne za primenu, prilikom tretmana procednih voda, u zavisnosti od preovladavajućih štetnih materija koje se u njoj nalaze. Formiranje procednih voda u telu deponije predstavljeno je kroz faze i procese koji vremenom nastaju u deponiji. Na kraju, predstavljene su prednosti i nedostaci metoda koje se mogu primeniti u procesu upravljanja procednim vodama.

**Ključne reči:** Procedne vode. Deponija. Životna sredina. Otpad

**Abstract** - In this paper is presented the relevance of proper management of leachate. As leachate have a very negative impact on groundwater, surface water and the environment in general, methods that are suitable for application during leachate are presented, depending on the predominant harmful substances contained in it. The formation of leachate in the landfill body is represented through the stages and processes that occur over time in the landfill. Finally, the advantages and disadvantages of the methods that can be applied in the process of managing the waters are presented.

**Key words:** Leachate. Landfill. Environment. Waste.

### 1. UVOD

Otpad nastaje kao rezultat ukupne ekonomske aktivnosti jedne države, a njegova količina i tretman direktno su povezani sa nacionalnom ekonomijom. Nastajanje otpada zavisi od: stepena industrijskog razvoja, količine, nivoa i vrste industrijskih i privrednih aktivnosti, životnog standarda, načina života, socijalnog okruženja, potrošnje i drugih parametara poput broja stanovnika i efikasnosti upravljanja otpadom [1].

Postupanje sa otpadom u Republici Srbiji može se generalno okarakterisati kao nedovoljno razvijeno i uglavnom je ograničeno samo na njegovo sakupljanje i odlaganje. Do 2000. godine je gotovo sav sakupljen otpad na području naše zemlje odlagan na nekontrolisana odlagališta, koja ne poseduju elemente sanitarne zaštite, ili na divlje deponije [2].

Otpadne vode predstavljaju tečnosti koje prožimaju čvrsti otpad i iz njega izvlače rastvorene ili suspendovane materijale. Kad god voda dođe u direktan kontakt sa čvrstim otpadom, postaje kontaminirana. Mnogo je materijala u čvrstom otpadu koji su lako rastvorljivi u vodi. Ostali materijali rastvorljivi u vodi nastaju kao proizvodi biološke razgradnje čvrstog otpada. I drugi materijali postaju rastvorljivi dejstvom na njih. Ono što posebno treba uzeti u obzir i što je posebno zabrinjavajuća činjenica jeste sve veća kontaminacija podzemnih i površinskih otpadnih voda, koje najčešće nastaju ispiranjem [3].

S obzirom na to može se reći da zagađenost otpadnih voda jeste rezultat bioloških, hemijskih i fizičkih procesa na deponijama koji zavise od sastava otpada koji se odlaže, starosti i veličine deponije kao i vodnog bilansa deponijskih voda.

Procedne vode su jedan od najvećih problema u pogledu zaštite stanovništva i životne sredine od štetnih uticaja i posledica deponovanja otpada. One direktno ugrožavaju površinske i podzemne vode na području lokacije deponija i u okolini. Količine procednih voda, način njihovog procedivanja između ostalih faktora (precipitacija, isparavanje, vrsta otpada, kompaktnost slojeva i dr.) značajno zavise od lokacije deponije, odnosno od načina odlaganja otpada i sistema prikupljanja i odvođenja procednih voda deponije kao i od mnogih drugih faktora koji značajno utiču na njihovo formiranje [4].

Dalja organizacija rada predstavljena je kroz procese koji se dešavaju u samom telu deponije, načine formiranja procedne vode kao i adekvatne metode koje se mogu primeniti pri tretmanu procednih voda.

### 2. PROCESI U TELU DEPONIJE

Unutar jedne deponije se dešavaju brojni složeni događaji i procesi koji se mogu klasifikovati kao [5]:

- fizički,
- hemijski i
- biološki proces



## 2.1. Fizički procesi u deponiji

Postoje 3 aspekta fizičkog procesa deponije. Sabijanje, rastvaranje i apsorpcija su koraci uključeni u fizički proces deponije. Proces sakupljanja i kompresije ide zajedno. Slično tome, rastvaranje i transport su usko povezani fenomeni, mada ne u istoj meri kao sabijanje i kompresija. Sve komponente zakopanog materijala podvrgnute su ova tri postupka. Sabijanje je proces koji započinje kompresijom i smanjenjem veličine čestica mehanizmom zbijanja i nastavlja se nakon što otpad ostane na mestu [6].

Od fizičkih pojava, adsorpcija je jedan od važnijih procesa, jer donosi imobilizaciju živih i neživih supstanci, što bi moglo predstavljati problem ako im se dozvoli da dođu do spoljne sredine. Mogao bi da igra važnu ulogu u zadržavanju virusa i patogena i nekih hemijskih jedinjenja [7].

## 2.2. Hemijski procesi u deponiji

Oksidacija je jedan od dva glavna oblika hemijske reakcije na deponiji. Očigledno je da je obim oksidacionih reakcija prilično ograničen, utoliko što reakcije zavise od prisustva kiseonika zarobljenog na deponiji od trenutka kada se napravi deponija.

Drugi glavni oblik hemijske reakcije uključuje reakcije koje nastaju zbog prisustva organskih kiselina i karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) sintetizovanih u biološkim procesima i rastvorenih u vodi ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Reakcije koje uključuju organske kiseline i rastvoreni  $\text{CO}_2$  su tipične reakcije kiselina-metal [8]. Proizvodi ovih reakcija su u velikoj meri joni metala i soli u tečnom sadržaju deponije. Kiseline dovode do solubilizacije, a samim tim i do mobilizacije materijala koji inače ne bi bili izvori zagađenja [9]. Rastvaranje  $\text{CO}_2$  u vodi pogoršava kvalitet vode, naročito u prisustvu kalcijuma i magnezijuma.

## 2.3. Biološki procesi u deponiji

Biološko raspadanje može se odvijati ili aerobno ili anaerobno. Oba načina reprodukcije se pokreću uzastopno u deponiji, tako da aerobni režim prethodi anaerobnom režimu. Iako su oba načina važna, anaerobna dekompozicija ima veći i dugotrajniji uticaj u pogledu povezanih karakteristika deponije [10].

Najveći deo raspadanja koji nastaje neposredno nakon što se otpad oloži na deponiju je aerobni. Taj proces traje sve dok sav kiseonik ( $\text{O}_2$ ) iz vazduha nije uklonjen. Trajanje aerobne faze je prilično kratko i zavisi od stepena sabijanja otpada, kao i od sadržaja vlage jer vlaga istiskuje vazduh iz međuprostora [11]. Pošto su krajnji proizvodi biološkog aerobnog raspadanja „pepeo“,  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , štetni uticaji na životnu sredinu tokom ove faze su minimalni.

Kada se preostala količina kiseonikom na deponiji uskoro potroši, većina biorazgradivih organskih materija na kraju se podvrgne anaerobnom procesu. Ovo anaerobno raspadanje je biološki gotovo isto kao i u anaerobnoj digestiji mulja iz otpadnih voda.

Tako da na kraju, u toku celokupnog radnog veka deponija, postoje izražene 4 faze razgradnje otpada, i to:

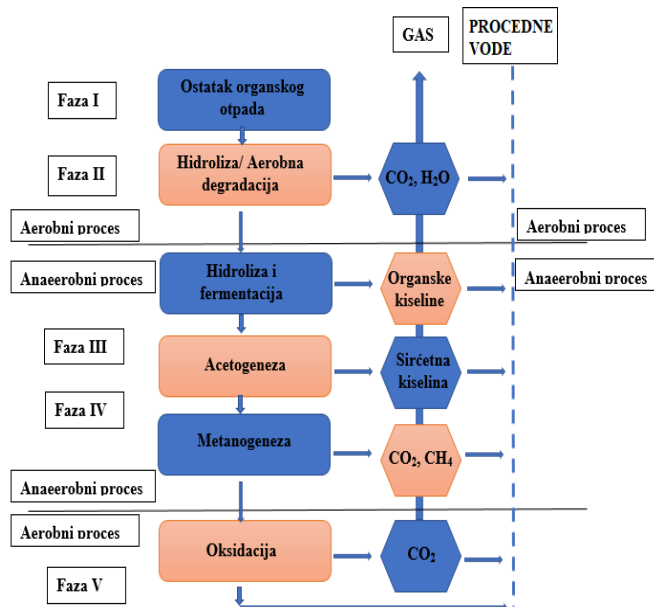
1) Faza I - aerobna faza koje je početna, kratka faza razgradnje i traje oko mesec dana. U ovoj fazi razgradnju otpada pospešuju aerobne bakterije.

2) Faza II – anaerobna, nemetanska faza koja traje okvirno nekoliko meseci. U ovoj fazi su aktivne bakterije kojima kiseonik nije potreban. Razgradnjom otpada se uglavnom stvaraju organske kiseline i alkoholi. Ova faza predstavlja fazu hidrolize i acidogeneze.

3) Faza III – anaerobna nestabilna metanska faza traje od nekoliko meseci do godinu dana. U ovoj fazi počinju delovati bakterije i dolazi do početka formiranja metana. Hemijska struktura otpada se stabilizuje i kao produkti se stvaraju acetati i vodonik.

4) Faza IV – anaerobna stabilna metanska faza koja traje godinama. U ovoj fazi su aktivne metanogene bakterije, koje su osetljive na pH vrednost i egzistiraju samo kad je pH oko 7. Tu je dominantno nastajanje  $\text{CH}_4$  i  $\text{CO}_2$ .

Kod nekih autora je dodatno uvedena i faza V, kao završna faza razgradnje otpada. U ovoj fazi se kod nekih deponija u gornjim slojevima mogu pojaviti aerobni procesi, kao što je i prikazano na slici broj 1.



Slika 1. Biološki procesi na deponiji [12].

U svim normalnim uslovima rada i eksploatacije deponija, faza 4 se ne može preskočiti, međutim moguće je da se faze 3 i 4 ne odvijaju u potpunosti, jer je moguće da metanske bakterije nemaju povoljne uslove za razvoj (pH vrednost, temperatura i sl.). U tim uslovima kiselinske bakterije proizvode kiselinu i ne prerađuju tu kiselinu u deponijski gas, već se one zajedno mešaju sa procednim vodama i odlaze kao efluent.

## 3. FORMIRANJE PROCEDNIH VODA NA DEPONIJAMA

Procedne vode koje nastaju produkcijom otpada predstavljaju najopasnije vode, odmah nakon nuklearnih otpadnih voda [13]. Predstavljaju entitet na koji utiče čitav kompleks činilaca, kako unutar samog tela deponije (starost deponije, morfološki sastav otpada, temperatura i sadržaj vlage, migracioni tok tečnosti, tehnologije tretmana otpada pre odlaganja, debljina tela deponije, faze dekompozicije otpada),

tako i van nje (meteorološki parametri, sa akcentom na godišnje količine padavina, smena godišnjih doba)-

Rizik od zagađenja podzemnih voda verovatno zauzima prvo mesto kada se govori o negativnim uticajima na životnu sredinu, jer je u istoriji većina deponija sagrađena bez drenažnih sistema i sistema za prikupljanje procednih voda. U novije vreme, propisi u mnogim zemljama zahtevaju postavljanje obloga i sistema za prikupljanje procednih voda kao i plan za tretman otpadnih voda [14].

Ukupne količine procednih voda uglavnom se formiraju od nadzemnih voda koje prodiru u telo deponija i eventualno podzemnih voda koje se mogu već nalaziti ispod postojećih deponija ili pojaviti na lokaciji. Vode, koje kod deponija i posebno kod neuređenih odlagališta otpada, mogu ući u telo deponija su:

- atmosferske vode,
- površinske,
- slivne vode,
- podzemne vode.

Procedne vode se generalno razlikuju po sastavu u zavisnosti od starosti deponije i vrste otpada koju sadrži. Stopa proizvodnje procednih voda na deponiji može se utvrditi izvođenjem vrednosti bilansa vode na deponiji. Bilans vode uključuje [15]:

- 1) sve izvore vode koji ulaze i odlaze sa deponije,
- 2) vodu koja se koristi za biohemijsku reakciju i
- 3) vodu izgubljenu u obliku pare sa odlagališta.

Primarni izvori vode su voda koja ulazi u deponiju kroz pokrov (padavine), vlaga u pokrovnom materijalu, priliv podzemne vode i svojstvena vlaga u čvrstom otpadu. A takođe i voda nastala kao nusproizvod raspadanja otpada.

Voda na deponiji napušta deponiju u obliku zasićene pare u deponijskom gasu i transpiracijom. Ostatak vode se skladišti u otpadu ili postaje procedna voda.

#### 4. ADEKVATNE METODE TRETMANA PROCEDNIH VODA

Procedne vode sakupljaju se drenažnim sistemom i mogu se tretirati zajedno sa otpadnim vodama iz postrojenja za separaciju reciklabilnog otpada, komunalnim otpadnim vodama iz pomoćnih objekata deponije, kao i otpadnim vodama od pranja vozila.

Odluka o načinu na koji će procedne vode biti tretirane zavisi od lokalnog stanja i potreba, i predstavlja skup naučnih znanja i inženjerskih odluka baziranih na iskustvu, a sve u skladu sa državnim i lokalnim zakonskim regulativama. Linija za prečišćavanje otpadnih voda formira se prema potrebnom stepenu obrade otpadnih voda kroz primarno prečišćavanje (prvi stepen) koje obuhvata operacije mehaničkog prečišćavanja, zatim sekundarno prečišćavanje (drugi stepen) koji obuhvata procese uklanjanja biorazgradivog zagađenja biološkim, hemijskim i fizičko-hemijskim postupcima prečišćavanja. Tercijarno prečišćavanje treći stepen koji obuhvata procese za uklanjanje nutrijenata biološkim ili hemijskim putem. Kvaternarno prečišćavanje ili četvrti stepen obuhvata procese za uklanjanje preostalog zagađenja i dezinfekciju vode. Na kraju dolazi sistem za izdvajanje mulja izdvojenog prethodnim postupcima. [16]

Najčešće korišćenje metode tretmana procednih voda su: mehanički, hemijski i biološki tretman.

Kod mehaničkih postupaka obrade procedne vode koriste se fizičke osobine vode i nečistoća u njoj (gustina, oblik, veličina) da bi delovanjem fizičkih sila (gravitacija, pritisak) izvršili prečišćavanje vode do određenog stepena čistoće koji prethodi sledećem stepenu obrade.

U praksi se često sprovodi samo mehaničko prečišćavanje putem: rešetki (grube, fine, ravne, bubnjaste), sita, usitnjivača, peskolova (vertikalni, horizontalni), bazena za stabilizaciju toka i homogenizaciju, primarna taložnica, separatora masti i ulja.

Kako bi se povećao efekat izdvajanja rastvornih, koloidnih i suspendovanih materija, teških metala, fosfora, azota, deterdženata, pesticida i dr., kao i da bi se postiglo izdvajanje toksičnih i baktericidnih polutanata, koriste se postupci hemijskog prečišćavanja otpadnih voda.

Biološki proces se primenjuje nakon uklanjanja suspendovanih i koloidnih čestica pomoću mehaničkih i hemijskih tretmana vode. Preostale netaložne i rastvorene materije se uklanjaju unapred pomenutim biološkim procesom. Biološki postupci su osnovni postupci tretmana komunalnih otpadnih voda, na osnovu kojih se postavlja kompletna tehnološka linija i reguliše ceo proces prečišćavanja otpadnih voda. Zadatak biološkog prečišćavanja je da se zaostale hranljive organske materije uklone iz otpadnih voda.

**Tabela 1. Tehnologije za tretman otpadnih voda [17].**

Tehnologija i procesi	Prednosti	Nedostaci
<b>Fizičko-hemijski procesi: flotacija, koagulacija/flokulacija, taloženje, hemijska oksidacija, adsorpcija, aeracija i isparavanje</b>	Niska ulaganja	Nizak nivo efikasnosti prečišćavanja
<b>Biološki procesi: aerobni (aerisane lagune), sa suspendovanim aktivnim muljem, peščani filteri sa navodnjavanjem, anaerobni-anaerobne lagune i anaerobna digestija; rotacioni biološki reaktor</b>	Efikasno i ekonomično uklanjanje BPK i amonijaka	Kompleksno održavanje sistema
<b>Membranske tehnologije: mikrofiltracija, ultrafiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza</b>	Visok nivo efikasnosti prečišćavanja	Visoka ulaganja, predtretman otpadnih voda, problematika otpadnog mulja

U tabeli 1 su prikazane tehnologije za tretman procednih voda koje bi bile u stanju da se efikasno i ekonomično izbere sa varijacijama u kvalitetu i količini procednih voda, kao i sa potrebnim stepenom prečišćavanja na osnovu zahtevanog kvaliteta vode u recipijentu kroz njihove prednosti i nedostatke.

## 5. ZAKLJUČAK

Briga o zaštiti životne sredine, kao i kontrola zagađenja okoline jedan je od ključnih doprinosa za očuvanje i unapređenje zdravlja ljudi. Vrlo je bitno kakav vazduh se udiše, kakva voda se pije, kako se zbrinjavaju otpadne vode, da li je hrana zdravstveno ispravna, koliko je zemljište očuvano od štetnih supstanci, kakva je kontrola jonizirajućeg i drugih vrsta zračenja, a vrlo važna, ako i ne najvažnija, karika u ovom lancu koja na to utiče je pravilno postupanje i zbrinjavanje čvrstog otpada i otpadnih voda .

Životna sredina se može štititi na razne načine: uvođenjem zelenih tehnologija, povećanjem učešća obnovljivih izvora energije, kroz set adaptivnih mera kao odgovor na trendove klimatskih promena, inoviranjem planerske prakse, implementacijom instrumenata zaštite životne sredine, ali i razmenom iskustava i naučnih dostignuća.

Srbija je zemlja u razvoju, i kao takva mora posebno da obrati pažnju na unapređenje sistema upravljanja otpadnim vodama, kao jednog od ključnih elemenata očuvanja i zaštite životne sredine. Zbog toga treba postaviti dobru osnovu u ovom sektoru, radi daljeg razvoja sistema upravljanja otpadom i otpadnim vodama u budućem periodu

Ilustracije (tabele, slike, dijagrami) mogu da budu i šire od jedne kolone. Predlog numeracije i označavanja prikazan je na sl. 1.

## LITERATURA

- [1] J. Stepanov, D. Ubavin, K. Prokić, H. Stevanović and N. Stanisavljević, "Analiza sistema upravljanja otpadom primenom LCI i LCIA metoda: studija slučaja južno-bačkog regiona za upravljanje otpadom (Srbija)," *Reciklaža i održivi razvoj*, no. 8, pp. 18-26, 2015.
- [2] D. G. Fenn, K. J. Hanley and T. V. DeGeare, "Use of the water balance method for predicting leachate generation from solid waste disposal sites," U. S. Environmental Protection Agency, Ohio, 1975.
- [3] A. Batrićević, "Napropisno odlaganje otpada u Srbiji-aktuelno stanje i kaznenopravna reakcija," *Zbornik instituta za kriminološka i sociološka ispitivanja*, vol. XXXVI, no. 1, pp. 107-122, 2017.
- [4] A. Serdarević, *Upravljanje procjednim vodama: produkcija, sastav, prikupljanje i obrada*, Sarajevo: Građevinski fakultet u Sarajevu, 2017.
- [5] B. Adhikari and S. N. Khanal, "Qualitative Study of Landfill Leachate from Different Ages of Landfill Sites of Various Countries Including Nepal," *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, vol. IX, no. 1, pp. 23-36, 2015.
- [6] K. Welikannage and B. Liyanage, "Organic waste composing by low cost semi aerobic converted trench method at Central Province," in *Proceedings of Annual Academic Sessions, Open University of Sri Lank*, Sri Lank, 2009.
- [7] H. Robinson, "The composition of leachates from very large landfills: an international review. *Commun Waste Resour Manage* 8(1):19-32," in *Tenth International Waste Management and Landfill Symposium*, Pula, 2005.
- [8] I. Rafizul and M. Alamgir, "Characterization and tropical seasonal variation of leachate: results from landfill lysimeter studied," *Waste Manage*, no. 32, pp. 2080-2095, 2012.
- [9] G. Chan, L. Chu and M. Wong, "Effects of leachate recirculation on biogas production from landfill co-disposal of municipal solid waste, sewage sludge and marine sediment," *Environment Pollution*, no. 118, pp. 393-399., 2002.
- [10] Q. Shuokr, A. Hamidi, M. S. and J. Mohammed, "Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: a comparative study," *Journal of Environmental Management*, no. 91, pp. 2608-2614, 2010.
- [11] Renoua, J. Givaudan, S. Poulain, F. Dirassouyan and P. Moulin, "Landfill leachate treatment: Review and opportunity," *Journal of Hazardous Materials*, pp. 468-493, 2008.
- [12] J. Trankler, C. Visvanathan, P. Kuruparan and O. Tubtimthai, "Influence of tropical seasonal variations on landfill leachate characteristics-Results from lysimeter studies," *Waste Manage*, vol. X, no. 25, pp. 1013-1020, 2005.
- [13] *Upravljanje čvrstim otpadom grada Novog Sada*, 2013.
- [14] P. Kjeldsen, M. A. Barlaz, A. P. Rooker, A. Baun, A. Ledin and T. H. Christensen, "Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review," *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. IV, no. 32, pp. 297-336, 2002.
- [15] A. Tatsi, I. Zouboulis, K. Matis and S. P., "Coagulation-flocculation pretreatment of sanitary landfill leachates," *Chemospher*, vol. 53, pp. 737-744., 2003.
- [16] M. Milinković, U. Šuberić and K. Đukić, "Studija izvodljivosti za upravljanje otpadnim vodama Barajevo," SOUTH- EAST FEDERATION FOR CITES AND REGIONS FOR THE ENVIRONMENT, Beograd, 2012.
- [17] M. Karanac, M. Jovanović, M. Mihajlović, A. Dajić, D. Stevanović and J. Jovanović, "Prilog tehnološkom projektovanju deponija u Srbiji," *Reciklaža i održivi razvoj*, no. 8, pp. 27-37, 2015.



## KONCEPTI UPRAVLJANJA KVALITETOM: TQM, SIX SIGMA I LEAN QUALITY MANAGEMENT CONCEPT: TQM, SIX SIGMA, AND LEAN

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*

**Sadržaj** - Tokom poslednjih decenija razvijeni su i primenjivani u poslovnim sistemima različiti koncepti upravljanja kvalitetom, uključujući potpuno upravljanje kvalitetom (TQM), šest sigma (Six Sigma), LEAN concept, Kaizen, poslovna izvrsnost itd. Iako koncepti TQM, six sigma i LEAN imaju mnogo sličnosti u poreklu, metodologiji, alatima i efektima, oni se razlikuju u nekim oblastima, posebno u pogledu teorijskog pristupa i glavnih karakteristika. Cilj ovog rada je analiza sličnosti i razlika između ova tri koncepta sa aspekta metodologije, alata i efekata.

**Ključne reči:** Upravljanje kvalitetom, potpuno upravljanje kvalitetom (TQM), šest sigma (Six Sigma), LEAN.

**Abstract** - Over the last decades, various quality management concepts have been applied in business systems, including full quality management (TQM), Six sigma, the LEAN, just-in-time (JIT), Kaizen, Business Excellences. Although TQM, Six sigma and LEAN have many similarities, especially in terms of origin, methodology, tools and effects, they differ in some areas, especially in terms of theoretical approach and major criticisms. The aim of this paper is to analyze the similarities and differences between these three concepts, including the evaluation of each concept in methodology, tools, and effects.

**Key words:** Quality management, total quality management (TQM), Six sigma, LEAN.

### 1. UVOD

Poslednjih decenija, upravljanje kvalitetom se predstavlja kao nova teorija menadžmenta [1]. Međutim, definicije upravljanja kvalitetom se razlikuju. Neki autori upravljanje kvalitetom definišu kao revoluciju u upravljanju, revolucionarnu filozofiju menadžmenta, novi način razmišljanja o upravljanju organizacijama, promenu paradigme, sveobuhvatan način za poboljšanje ukupnog organizacionog učinka, alternativu upravljanju kontrolom ili kao okvir za konkurentno upravljanje. Uprkos visokim ciljevima upravljanja kvalitetom, u literature su zabeleženi i neuspesi kompanija koji su pokušale da sprovedu uspešan koncept upravljanja kvalitetom [2].

Koncepti upravljanja kvalitetom koji su razvijeni i primenjivani zadnjih decenija su: potpuno upravljanje kvalitetom (TQM), šest sigma, LEAN koncept, reinženjering poslovnih procesa, just-in-time (JIT), Kaizen, poslovna izvrsnost itd. Međutim, opis i definicija koncepta upravljanja kvalitetom se razlikuju.

Na primer, neki autori definišu TQM kao kontinuirano razvijajući sistem upravljanja koji se sastoji od vrednosti, metodologija i alata, čiji je cilj povećati spoljašnje i unutrašnje zadovoljstvo korisnika sa smanjenom količinom resursa [3].

S druge strane, jedna od definicija koncepta Six sigma je da je to poslovni proces koji omogućava kompanijama da drastično poboljšaju svoju suštinu, dizajnirajući i

nadgledajući svakodnevne poslovne aktivnosti na način koji minimizira otpad i resurse, a istovremeno povećava zadovoljstvo kupaca [4].

LEAN koncept je definisan kao sistematski pristup u identifikovanju i uklanjanju otpada neprekidnim usavršavanjem proizvoda za kupca u potrazi za savršenstvom [5].

Bez obzira što se definicije TQM-a, Six sigma i LEAN razlikuju, cilj ovih koncepta je sličan: kroz poboljšanja, minimiziranje otpada i resursa do poboljšanja zadovoljstva kupaca i finansijskih rezultata. Ovi koncepti takođe imaju isto poreklo, evoluciju kvaliteta u Japanu posle II svetskog rata.

Iako je postignut značajan napredak u oblasti upravljanja kvalitetom uopšte i u TQM-u, Six sigma i LEAN-u, ne postoje jasna razgraničenja u pogledu sličnosti i razlika između ovih koncepta. Zbog toga je cilj ovog rada analiza sličnosti i razlika između TQM, Six sigma i LEAN koncepta u oblastima kao što su metodologija, alati i efekti.

U ovom radu, u prvom poglavlju, ukratko su predstavljeni koncepti TQM, Six sigma i LEAN, dok su u drugom delu analizirane su sličnosti i razlike između ovih koncepta upravljanja kvalitetom.

### 2. KONCEPTI ZA KONTROLU KVALITETA

#### 2.1. Potpuna kontrola kvaliteta (TQM)

TQM predstavlja sveobuhvatni koncept koji objedinjuje tehnički, tržišni, ekonomski, organizacioni i etički aspekt

poslovanja. Po svom pristupu TQM je vrhunski nivo koncepta unapređenja kvaliteta sa jedne strane, i vrhunski nivo koncepta menadžmenta sa druge strane. Tokom 1990-ih godina, TQM je evoluirao kao uobičajeni pojam među organizacijama.

**Metodologije i alati.** Osnovni koncepti TQM-a su:

- 1) Kontinuirano unapređenje procesa
- 2) Usredsređenost na korisnika/potrošača
- 3) Prevencija defekata
- 4) Univerzalna odgovornost.

Alati koji se često spominju u literaturi o TQM uključuju sedam alata za kontrolu kvaliteta: kontrolne liste, dijagram toka procesa, histogram, Pareto dijagram, dijagram uzroka i posledica (Išikava dijagram), lista sakupljenih grešaka i sedam alata za upravljanje [6]. Ciklus poboljšanja je takođe uobičajena metodologija za poboljšanje poslovanja i sastoji se od četiri faze: planirati, uraditi, proučiti i postupiti (PDSA).

**Efekt.** Neki autori tvrde da su se kupci koji zahtevaju kvalitet i konkurenti koji reaguju na takve zahteve okrenuli TQM-u kao ključ za poboljšanje ukupnih performansi [7]. Postoji mnogo različitih pristupa za procenu mogućih prednosti TQM-a. Istorijski gledano, jedan od najčešćih načina za kvantifikaciju koristi od kontrole kvaliteta bio je proceniti troškove lošeg kvaliteta. Poslednjih godina, istraživanje je takođe pokazalo da jedan od ciljeva TQM-a, zadovoljstvo kupaca, ima značajan pozitivan uticaj na tržišnu vrednost kao i na knjigovodstvene prinose.

## 2.2. Šest sigma (Six sigma)

Motorola je prva kompanija koja je primenila Six sigma koncept sredinom osamdesetih. 1988. godine Motorola je dobila Nacionalnu nagradu za kvalitet, što je dovelo do povećanog interesovanja za Six sigma koncept. Danas su mnoge organizacije razvile svoje Six sigma koncepte i on se sada primenjuje u gotovo svakoj industriji.

Six sigma se takođe može opisati kao koncept poboljšanja u cilju smanjenja varijacija procesa koji se fokusira na kontinuirana i probojna poboljšanja. Projekti za poboljšanje pokreću se u širokom rasponu oblasti i na različitim nivoima složenosti, kako bi se smanjila varijacija u proizvodnji. Glavna svrha smanjenja varijacije proizvoda ili usluge je zadovoljavanje zahteva kupaca.

**Metodologije i alati.** Glavne komponente za uspešnu implementaciju Six sigma koncepta je uključivanje menadžmenta, organizacija, infrastruktura, obuka i statistički alati. Jedno od najvažnijih pitanja infrastrukture je uključivanje menadžmenta. Postoje dve glavne metodologije poboljšanja u Six sigma, jedna za već postojeće procese i jedna za nove procese. Prva metodologija koja se koristi za poboljšanje postojećeg procesa može se podeliti u pet faza:

(1) *Definisanje.* Definisanje procesa ili proizvoda koji treba poboljšati. Prepoznavanje najprikladnijih članova tima koji će raditi na poboljšanju. Definisanje kupaca, njihovih potreba i zahteva i definisanje mapa procesa koju treba poboljšati.

(2) *Merenje.* Identifikovanje ključnih faktora koji imaju najviše uticaja na proces i odlučivanje kako ih izmeriti.

(3) *Analiza.* Analiza faktora kojima su potrebna poboljšanja.

(4) *Poboljšavanje.* Dizajniranje i primena najefikasnijeg rešenja. Analiza troškova i koristi treba da se koristi za identifikaciju najboljeg rešenja.

(5) *Kontrola.* Provera da li je primena bila uspešna i obezbeđivanje da poboljšanje traje tokom vremena.

Druga metodologija se često koristi kada postojeći procesi ne zadovoljavaju kupce ili nisu u mogućnosti da postignu strateške poslovne ciljeve. Ova metodologija se takođe može podeliti u pet faza: definisanje, merenje, analiza, projektovanje, verifikovanje.

Obično postoji mnogo različitih alata za poboljšanje koji se koriste u Six sigma konceptu: sedam alata za dizajn, sedam statističkih alata, sedam alata za projekat, sedam LEAN alata, sedam alata za kupce, sedam alata za kontrolu kvaliteta i sedam alata za upravljanje [4]. Alat je često jednostavan za upotrebu u tekućim i probojnim projektima poboljšanja, ali postoje i neki napredniji statistički alati u okviru njih.

**Efekt.** Povećano interesovanje za Six sigma koncept nastaje zbog pozitivnog finansijskog uticaja za koje neke kompanije tvrde da ovaj koncept daje. Na primer, Volvo Cars u Švedskoj tvrdi da je uvođenje Six sigma koncepta doprineo sa preko 55 miliona evra uštede tokom 2000. i 2002. godine [4]. Druga kompanija koja je uspela sa primenom Six sigma koncepta je Ericsson. Započeli su primenu Six sigma koncepta 1997. godine. Danas Six sigma vide kao model poslovne izvrsnosti za konkretne oblasti i kao metodu za postizanje poslovnih ciljeva. U kompaniji Ericsson u periodu od 1997. do 2003. godine ušteda ostvarena primenom ovog koncepta procenjena je na 200-300 miliona evra.

## 2.3. LEAN koncept

Među nekoliko koncepta upravljanja kvalitetom koji su razvijeni, LEAN koncept, je jedan od najraširenijih i uspešnih konceptata. Ukratko, LEAN je fokusiran na kontrolu resursa u skladu sa potrebama kupaca i smanjenju nepotrebnog otpada (uključujući gubljenje vremena). Koncept je uvela Toyota u 1950-ih, ali je tek od 1990. godine označena kao LEAN proizvodnja [8].

Iako postoji mnogo formalnih definicija LEAN koncepta, on generalno predstavlja sistematski pristup identifikovanju i uklanjanju elemenata koji ne dodaju vrednost procesu i kupcu. Posledice toga su težnja ka savršenstvu i procesa »vučenja« koji diktira kupac.

**Metodologije i alati.** LEAN principi su u osnovi vođeni vrednostima za kupca, što ih čini pogodnim za mnoge proizvodne i distributivne situacije. Opšte je priznato pet osnovnih principa LEAN koncepta:

(1) *Definisanje vrednosti proizvoda za kupca.* Važno je samo ono što kupci vide kao vrednost.

(2) *Analiza tokova vrednosti.* Analiza poslovnih procesa da bi se utvrdilo koji zapravo dodaju vrednost. Ako radnja ne dodaje vrednost, treba je modifikovati ili eliminisati iz procesa.

(3) *Kreiranje tokova vrednosti.* Usredsrediti se na organizovanje kontinuiranog protoka kroz proizvodni ili lanac snabdevanja, a ne na kretanje robe u velikim serijama.

(4) *Uvođenje principa »vučenja«*. Upravljanje lancem potražnje sprečava proizvodnju robe na zalihama, tj. potražnja kupaca povlači gotove proizvode kroz sistem.

(5) *Težnja ka savršenstvu*. Eliminacija elemenata (otpada) bez dodavanja vrednosti proces je stalnog unapređenja.

LEAN koncept prepoznaje sledeće gubitke (otpad) koji ne stvaraju dodatnu vrednost za kupca: prekomerna proizvodnja, prekomerna obrada, kašnjenja, transport, zalihe, škart i kretanje. Dostupni su razni pristupi za smanjenje ili uklanjanje otpada. Ovi pristupi uključuju analizu protoka vrednosti, ukupno produktivno održavanje, analizu troškova i Kaizen, inženjering i upravljanje promenama i upravljanje dokumentima.

Alati koje koristi LEAN koncept su: Kaizen – kontinualno poboljšanje, just-in-time (JIT), Kanban planiranje, standardizacija rada, 5S, Totalno produktivno ponašanje, Jidoka – kvalitet na izvoru, Poka Yoke, SMED, vizuelni menadžment.

**Efekt.** Postoji mnogo razloga za uvođenje LEAN koncepta u organizaciju, jer može značajno doprineti smanjenju troškova i pružanju konkurentskih prednosti. LEAN prednosti uključuju smanjenje procesa rada, povećane protoka zaliha, povećani kapacitet, smanjenje vremena ciklusa i povećanje zadovoljstva kupaca. Prema nedavnom istraživanju, od 40 kompanija koje su prihvatile LEAN koncept, tipična poboljšanja su vidljiva u tri oblasti [9]. Ova područja poboljšanja uključuju: operativna poboljšanja (smanjenje vremena isporuke, povećanje produktivnosti, smanjenje inventara tokom procesa, itd.), administrativna poboljšanja (smanjenje pogrešaka u obradi narudžbi, pojednostavljenje funkcija usluge kupca tako da kupci više nisu stavljeni na čekanje itd.) i strateška poboljšanja (smanjeni troškovi itd.).

### 3. ANALIZA SLIČNOSTI I RAZLIKA IZMEĐU TQM, SIX SIGMA I LEAN

Na osnovu predstavljenih karakteristika razmatrana tri koncepta upravljanja kvalitetom, izvršena je analiza sličnosti i razlika između TQM, Six sigma i LEAN, u pogledu porekla, teorije, pogleda na proces, pristupa, metodologija, alata i efekata i predstavljene su u tabeli 1.

**Tabela 1.** Upoređenje karakteristika TQM, Six sigma i LEAN [10].

Koncept	TQM	Six sigma	LEAN
<i>Poreklo</i>	Japan	Japan i Motorola	Japan i Toyota
<i>Teorija</i>	Fokus na kupcima	Bez defekata	Smanjenje otpada
<i>Pogled na proces</i>	Unapređenje i uniformisanje procesa	Smanjenje varijacija i inapređenje procesa	Unapređenje toka procesa
<i>Pristup</i>	Posvećenost svih zaposlenih	Upravljanje projektom	Upravljanje projektom
<i>Metodologija</i>	Planiranje, izvršenje, proučavanje,	Definisanje, merenje, analiziranje,	Definisanje vrednosti, analiza tokova

	delovanje	kontrolisanje	vrednosti, kreiranje toka vrednosti, system "vučenja", savršenstvo
<i>Alati</i>	Analitički i statistički alati	Unapređeni statistički i analitički alati	Analitički alati
<i>Primarni efekti</i>	Povećanje zadovoljstva kupaca	Ušteda	Skraćenje vremena proizvodnje
<i>Sekundarni efekti</i>	Povećanje lojalnosti kupaca i poboljšanje performansi	Ostvarivanje poslovnih ciljeva i poboljšanje finansijskih performansi	Smanjenje zaliha, povećanje produktivnosti i zadovoljstva kupaca

### 3.1. Poreklo i teorija

Iako TQM, Six sigma i LEAN imaju isto poreklo (Japan), koncepti su se razvili različito. TQM je postao vrlo popularan pojam početkom devedesetih godina XX veka među istraživačima i inženjerima sa ciljem postizanja boljih performansi i zadovoljstva kupaca. Uspeh Six sigma u Motoroli i oslanjanje na Toyota glavni je razlog da se ovi koncepti šire u druge organizacije. Za razliku od Six sigma i LEAN, nijedna organizacija nije zaslužna za nastajanje koncepta TQM. Glavna razlika između Six sigma i LEAN je ta što se prva više fokusira na uklanjanje škarta, dok je druga bolji izbor kada se želi poboljšati protok procesa i eliminisati proizvodni otpad [3]. TQM takođe ima elemente za uklanjanje nedostataka i uklanjanje otpada, ali je glavni cilj povećanje spoljnšnjeg i unutrašnjeg zadovoljstva kupaca sa smanjenom količinom resursa.

### 3.2. Pogled na proces i pristup

Six sigma koncept govori jezikom najviših menadžera (ekonomski dobiti od poboljšanja). LEAN je, s druge strane, disciplina koja se fokusira na brzinu i efikasnost procesa, ili protok, u cilju povećanja vrednosti za kupca. U LEAN proizvodnji, projektne grupe obično se koriste za sprovođenje potrebnih unapređenja. Iako se Six sigma i TQM oslanjaju na obavljanje poboljšanja uglavnom kroz projekte, TQM ponekad ima drugačiji pristup. TQM naglašava posvećenost i uključenost svih zaposlenih. U TQM takođe postoji, poput Six sigma i LEAN, jaka usredsređenost na procese.

### 3.3. Metodologije

TQM sadrži brojne metodologije, međutim, ciklus poboljšanja jedna je od najrasprostranjenijih metodologija u TQM-u. Ciklus poboljšanja sastoji se od četiri faze: PDSA. U Six sigma postoje dve glavne metodologije poboljšanja, jedna za već postojeće procese i jedna za nove procese. LEAN se u ovom kontekstu može posmatrati kao jedna metodologija. Mnogo je sličnosti između ciklusa poboljšanja TQM-a i metodologije Six sigma; tj. metodologije su ciklične i sastoje se od sličnih faza. LEAN principi su različiti u poređenju sa metodologijama u TQM i Six sigma, jer nisu ciklične prirode i nisu usmereni na način poboljšanja.

### 3.4. Alati

Svrha većine napora za unapređenje kvaliteta jeste upotreba podataka na pravilan način da bi se otkrilo šta nije u redu sa sistemom i samim tim poboljšao sistem. U Six sigma, LEAN i TQM, postoji mnogo različitih alata koji bi se mogli koristiti kako bi se otkrilo šta nije u redu sa sistemom. TQM se obično sastoji od alata koji imaju ili statističku ili analitičku osnovu. Između ostalog, sedam alata za kontrolu kvaliteta i sedam alata za upravljanje kvalitetom često se primenjuju u TQM-u. Generalno, Six sigma koncept uspešno integriše napredne alate za poboljšanje sa metodologijom. Six sigma koncept uspešno naglašava učešće statističkih alata u upravljanju kvalitetom. U LEAN konceptu dostupni su razni alati za smanjenje ili uklanjanje otpada, koji su više analitičke prirode u poređenju s statističkim alatima koji se koriste u TQM i Six sigma.

### 3.5. Efekti

Glavni cilj TQM-a je povećanje zadovoljstva kupaca. Postoji pozitivna korelacija između zadovoljstva kupaca i finansijskih rezultata preduzeća. Dalje, postoji snažna povezanost između zadovoljstva kupaca i lojalnosti kupaca. Štaviše, pokazalo se da organizacije koje su uspešno primenjivale TQM nadmašuju slične organizacije u pogledu niza finansijskih pokazatelja [11]. S druge strane, neki autori tvrde da su u Six sigma konceptu projekti su odabrani tako da su usko vezani za poslovne ciljeve [12]. Poslovni ciljevi kompanije obično se postavljaju na takav način da potrebe kupaca budu zadovoljene. Pre nego što se započne sa projektom Six sigma, mora se dokazati da će poboljšanje rezultirati ekonomskom uštedom kompanije. To rezultira činjenicom da su sva poboljšanja u programu Six sigma ekonomski opravdana. Ipak, neki autori smatraju da Six sigma ne mora nužno poboljšati zadovoljstvo kupaca u istoj mjeri kao i uspešan TQM koncept. Razlog je taj što je Six sigma koncept prvenstveno fokusiran na ekonomskoj uštedi, a zatim na zadovoljstvo kupaca. Prilikom implementacije LEAN koncepta sa ciljem da se smanji vreme trajanja procesa, prvo se analiziraju zahtevi kupca u tom procesu. Stoga, ciljevi poboljšanja, osim smanjenja vremena isporuke, su i povećanje zadovoljstva kupaca. Pored toga, povećana produktivnost i smanjenje zaliha uobičajeni su efekti uspešnih LEAN konceptata.

## 4. ZAKLJUČAK

Upoređujući različite koncepte upravljanja kvalitetom, TQM i Six sigma pokazuju mnogo sličnosti, dok je LEAN koncept nešto drugačiji u odnosu na prethodna dva. Međutim, nameće se generalni zaključak da se mnogo može postići ako se kombinuju ova tri koncepta. Predstavljeni koncepti su

komplementarni, posebno Six sigma i LEAN i mogu se koristiti jedna za drugom ili kombinovane da bi se pojačale vrednosti TQM-a u organizaciji. Organizacije neprekidno moraju da rade na aktivnostima orijentisanim na kupca da bi preživele na tržištu, bez obzira na to kako se ove aktivnosti obeležavaju danas i u budućnosti.

## LITERATURA

- [1] K. Foley, *Five Essays on Quality Management*, SAI Global Ltd, Sydney 2004.
- [2] U. Nwabueze, "An industry betrayed: the case of total quality management in manufacturing", *TQM Magazine*, Vol. 13 No. 6, pp. 400-8, 2001.
- [3] U. Hellsten, and B. Klefsjo, "TQM as a management system consisting of values, techniques and tools", *TQM Magazine*, Vol. 12 No. 4, pp. 238-44, 2000.
- [4] K. Magnusson, D. Kroslid, and B. Bergman, *Six Sigma – The Pragmatic Approach*, Lund, Studentlitteratur, 2003.
- [5] NIST, *Principles of Lean Manufacturing with Live Simulation*, Manufacturing Extension Partnership, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2000.
- [6] A. van der Wiele, A.R.T. Williams, and B.G. Dale, "Total quality management: is it a fad, fashion, or fit?", *Quality Management Journal*, Vol. 7 No. 2, pp. 65-79, 2000.
- [7] R.J. Vokurka, , G.L. Stading, and J. Brazeal, "A comparative analysis of national and regional quality awards", *Quality Progress*, Vol. 33 No. 8, pp. 41-9, 2000.
- [8] J.P. Womack, D.T. Jones, and D. Roos, *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates, New York, NY, 1990.
- [9] NIST, *Utah Manufacturing Extension Partnership*, Manufacturing Extension Partnership, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2003.
- [10] R. Andersson, H. Eriksson and H. Torstensson, "Similarities and differences between TQM, six sigma and lean", *The TQM Magazine*, Vol. 18 No. 3, pp. 282-296, 2006.
- [11] H. Eriksson, and J. Hansson, "The impact of TQM on financial performance", *Measuring Business Excellence*, Vol. 7 No. 1, pp. 36-50, 2003.
- [12] S. Ingle, and W. Roe, "Six sigma black implementation", *The TQM Magazine*, Vol. 13 No. 4, pp. 273-80, 2001.

UPRAVLJANJE I KARAKTERIZACIJA OTPADNIH ULJA I EMULZIJA U  
KOMPANIJI „MING KOVAČNICA”, NIŠ  
MANAGEMENT AND CHARACTERIZATION OF WASTE OILS AND EMULSIONS  
IN MING KOVACNICA COMPANY, NIS

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

**Sadržaj** - Karakterizacija otpada jeste postupak ispitivanja kojim se utvrđuju fizičko-hemijske, hemijske i biološke osobine i sastav otpada odnosno određuje da li otpad sadrži ili ne sadrži jednu ili više opasnih karakteristika. Proces ispitivanja otpadnih emulzija obuhvata: uzorkovanje (beleži se: lokacija sa koje je uzet uzorak, GPS koordinate, način i metoda uzorkovanja, datum i vreme uzorkovanja, ime lica koje je vršilo uzorkovanje i drugi relevantni podaci o uzorku), identifikaciju (podaci o podnosiocu zahteva za ispitivanje, klasifikacija otpada prema poreklu – preliminarni indeksni broj otpada iz Kataloga otpada, proces nastajanja otpada), karakterizaciju u zavisnosti od stepena opasnosti (inertan, neopasan, opasan) i određivanje opasnih karakteristika otpada, određivanje toksikoloških karakteristika i efekata na ljudsko zdravlje, određivanje mogućih uticaja na životnu sredinu i izradu izveštaja o ispitivanju (naziv otpada, kategorija otpada  $Q$ , karakter otpada, indeksni broj otpada, količina otpada, opasna karakteristika  $H$ , kategorija opasnog otpada  $Y$ , komponenta opasnog otpada  $C$  i fizičko stanje). U radu je opisano: ispitivanje, karakterizacija i upravljanje otpadnim uljima i emulzijama poreklom iz proizvodnog procesa kompanije „MING KOVAČNICA“ i to iz obrade delova na CNC mašinama. Laboratorijska ispitivanja i karakterizacija su izvršeni u laboratoriji ANAHEM u Beogradu.

**Ključne reči:** karakterizacija, upravljanje, otpad, ulja, emulzije.

**Abstract** - Waste characterization is a test procedure that determines the physicochemical, chemical and biological properties and composition of the waste, or determines whether or not the waste contains one or more hazardous characteristics. The waste emulsion testing process includes: sampling (to be recorded: location from which the sample was taken, GPS coordinates, method of sampling, date and time of sampling, name of the sampler and other relevant sample data), identification (testing requirement applicant information, classification of waste by origin - preliminary waste catalog number from the Waste Catalog, waste generation process), characterization depending on the degree of hazard (inert, non-hazardous, dangerous) and determination of: hazardous waste and toxicological characteristics and effects on human health, identifying potential environmental impacts and producing test reports (waste name, waste category  $Q$ , waste character, waste index number, waste amount, hazardous characteristic  $H$ , hazardous waste category  $Y$ , hazardous waste component  $C$  and physical condition). The paper describes: testing, characterization and management of waste oils and emulsions originating from the production process of MING KOVACNICA, and from processing parts on CNC machines. Laboratory tests and characterization were performed at the ANAHEM laboratory in Belgrade.

**Key words:** characterization, management, waste, oils, emulsions.

## 1. UVOD

Upravljanje otpadnim uljima je skup mera koje obuhvataju sakupljanje otpadnih ulja radi tretmana ili iskorišćenja u energetske svrhe ili nekog drugog načina konačnog zbrinjavanja, kada ih nije moguće tretirati na drugi način [1].

Pravo obavljanja delatnosti upravljanja otpadnim uljima i emulzijama stiče se na osnovu dozvole koja se pribavlja u skladu sa Zakonom o otpadu. Pravo operatera ovlašćenog za sakupljanje otpadnih ulja stiče se koncesijom za sakupljanje

otpadnih ulja na bazi Zakona o otpadu. Upravljanje otpadnim uljima mora se sprovoditi na način kojim se ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i životna sredina.

Prilikom upravljanja otpadnim uljima zabranjeno je:

- Ispuštanje otpadnih ulja u površinske vode, podzemne vode, priobalne vode i drenažne sisteme;
- Odlaganje i ispuštanje otpadnih ulja koja štete tlu kao i svako nekontrolisano ispuštanje ostataka od obrade otpadnih ulja;



- Prerada i zbrinjavanje otpadnih ulja koja uzrokuju zagađenje vazduha iznad nivoa propisanim važećim propisima i utiču na zdravlje ljudi, biljni i životinjski svet;

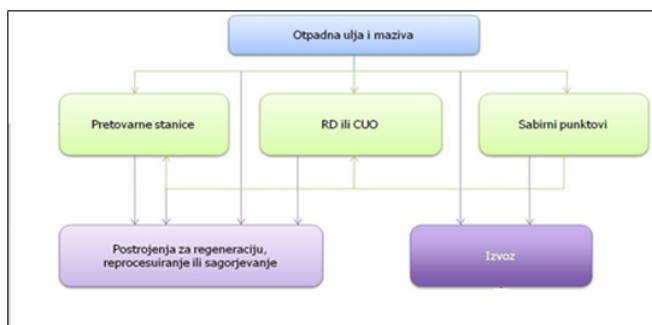
Sakupljanje otpadnih ulja u posude i rezervoare koji nisu propisano opremljeni za prihvatanje otpadnih ulja [3].

## 2. METODOLOGIJA ZBRINJAVANJA

Otpadna ulja i emulzije predstavljaju opasan otpad jer su štetni po ljude i životnu sredinu. Naročito su opasni ako sadrže PCB-e, teške metale ili kancerogene policiklične aromatične ugljovodonike (PAH). Njihovo nekontrolisano odlaganje je opasno zbog moguće kontaminacije zemljišta a naročito vode. Tome u prilog govori podatak da jedan litar ulja može zagađati milion litara pijaće vode. Zbog toga je vrlo važno da se otpadnim uljima i emulzijama pravilno upravlja i da budu zbrinuti na adekvatan način koji je propisan zakonom i koji ne utiče negativno na životnu sredinu [2].

Iz tog razloga, evropsko zakonodavstvo definiše sakupljanje, obnavljanje i odlaganje otpadnih ulja. Na nivou Republike Srbije, zbrinjavanje ulja je takođe definisano Pravilnikom o upravljanju otpadnim uljima i uredbom o selektivnom prikupljanju, pakovanju i označavanju otpada, kojom se reguliše obaveza za generatore otpadnih ulja, tj. krajnje korisnike ulja, da prikupe određeni procenat nastalog iskorišćenog ulja (45% u slučaju motornih ulja, 75% za hidraulična ulja, 50% za kompresorska ulja, 75% za ulja za zupčanike, 80% za transformatorska ulja, 70% za ulja za prenos toplote, 50% za tečnosti za obradu metala, 20% za ulja za klizne staze). Ovom uredbom se takođe određuju i obaveze proizvođača u organizovanju povrata ili reciklaže iskorišćenog ulja u skladu sa posejnim odredbama zakona o upravljanju otpadom [3].

Otpadna ulja i emulzije se prikupljaju (Slika 1.) u pretovarnim stanicama ili reciklažnim dvorištima ili centrima za upravljanje otpadom, ili preko manjih sabirnih punktova a potom se predaju ovlašćenim kompanijama na konačno zbrinjavanje.



Slika 1. Šema procesa zbrinjavanja otpadnih ulja i emulzija

Tretman/obrada se može odvijati na dva načina: materijalni tretman i termička obrada. Materijalni tretman podrazumeva postupak kojim nastaje novi proizvod ili proces kojim nastaje takvo ulje koje se može ponovno upotrebiti (uklanjanjem nečistoća i aditiva iz korišćenih ulja dobijaju se bazna ulja koja se mogu koristiti kao sirovina za proizvodnju svežih mazivih ulja). Otpadna jestiva ulja mogu se koristiti kao sirovina za dobijanje biodizela.

Termička obrada podrazumeva iskorišćavanje otpadnog ulja kao goriva u postrojenjima (cementare, termoelektrane,

toplane i slično). Materijalni tretman otpadnih ulja ima prednost u odnosu na termičku obradu. U slučaju da se otpadna ulja ne tretiraju materijalnim tretmanom već obrađuju termičkom obradom, mora se obezbediti da se termička obrada obavlja prema propisima koji uređuju područje zaštite životne sredine u energetskim i proizvodnim postrojenjima instalirane snage uređaja veće ili jednake 3 MW. [4]

U slučaju da se otpadna ulja ne tretiraju nijednim od navedenih postupaka, mora se obezbediti da se konačno zbrinu nekim drugim odgovarajućim propisanim postupkom zbrinjavanja. Termička obrada otpadnih ulja odnosno tretman otpadnih ulja kao goriva, mora se obavljati na način da se poštuju granične vrednosti emisije gasova, propisane posebnim propisom.

Materijalni tretman otpadnih ulja koja sadrže polihlorovanene bifenile (PCB) i polihlorovane terfenile (PCT) može se dopustiti ukoliko postupci materijalne obrade omogućavaju da se polihlorovani bifenili i terfenili unište ili smanje na način da ulja dobijena materijalnim tretmanom ne sadrže PCB i PCT iznad najviše dozvoljene granice od 5 mg/kg [5]. Pepeo, mulj i drugi otpad koji nastane nakon obrade i zbrinjavanja ili ponovne upotrebe otpadnih ulja mora se zbrinuti u skladu s posebnim propisima.

Reciklaža ulja je skup aktivnosti kojima se omogućava ponovno korišćenje otpadnih ulja. Kao i kod drugih vrsta otpada i reciklaža ulja se primenjuje na osnovu tri principa tj. 3 slova R (RRR) :

- Reduce - smanjiti
- Reuse - ponovo koristiti
- Recycle - reciklirati

U tabeli 1, može se videti na koji način se mogu reciklirati pojedine vrste otpadnih ulja i koji proizvodi se mogu dobiti iz svakog od tretmana.

Tabela 1. Primeri reciklaže otpadnih ulja i njihova primena

Vrsta otpadnog ulja	Postupak	Proizvodi
Malo kontaminirana otpadna ulja	Prečišćavanje radi ponovne upotrebe kao maziva	Hidraulična ulja, reduktorska ulja, ulja za obradu
Motorna i slične vrste ulja	Rerafinacija	Bazna ulja
Sve vrste ulja	Termičko krekovanje	Dizel gorivo, lož ulje
Mešoviti otpad	Gasifikacija	Sintetički gas
Jako kontaminirano i degradirano ulje	Reprocessuiranje	Goriva za brodske motore, toplane, cementare, asfaltne baze itd.

Prečišćavanje (obnavljanje, pranje) je sastavljeno iz raznih postupaka, kao što su separacija i filtriranje i primenjuje se uglavnom kao prethodni stepen drugih metoda. Separacija je sastavljena iz više postupaka: mehanička separacija, sejanje, taloženje, filtracija, apsorpcija, centrifugalna separacija, magnetna separacija i vakuumska dehidracija. Mehanička separacija razdvaja nečistoće koje su natopljene u ulju (blato, razna vlakna, metalni delovi i voda). Sejanje kroz sita je spuštanje

ulja kroz metalna sita za odstranjivanje grubih nečistoća. Gravitaciono taloženje je dugotrajan proces koji odvaja delove veće specifične težine (metalni delovi, voda, blato...).

Filtracija čisti najfinije plivajuće nečistoće, koje nije moguće odstraniti prethodnim postupcima (papir, tekstil, metalni delovi, keramika...). Uglavnom postoje dve filtracije: vazдушna (pod visokim pritiskom) i dubinska za adsorbne i apsorbnne medije. Apsorpcija odstranjuje iz ulja netopljive okside, to je komplikovaniji proces a upotrebljava se za odstranjivanje aktivnih komponenti, boja i mirisa.

Centrifugalna separacija je efikasnija od mehaničke separacije, a upotrebljava se za čišćenje ulja i odvajanja pojedinačnosti. Vrlo je brza i efikasna. Magnetna separacija se upotrebljava za odvajanje metalnih delića iz korišćenih ulja.

Vakuumska dehidracija je postupak, gde se destilacijom pod vakuumom odstranjuju nečistoće, kao što su, sredstva za rastvaranje i slično. Vakuum sprečava oksidaciju ulja. Taj postupak odstranjuje i ostatke lakih kiselinskih molekula.

Rerafinacija daje u mnogim različitim tehnologijama razna bazna ulja i sporedne produkte. Sve te tehnologije teže ka baznom ulju za maziva, pre svega mineralnim ugljovodonicima sa porastom učešća sintetičkih petrohemijskih proizvoda odvajanjem od sintetičkih aditiva i drugih produkata, koji nastaju u eksploataciji. Tu se pojavljuje raskorak između želje za raznim kvalitetnim baznim uljima i visine troškova za složenu i skupu opremu. Rerafinacija predstavlja uglavnom čišćenje i odstranjivanje čvrstih delova i vode iz korišćenog ulja. Ono cirkuliše kroz pojedine naprave, gde se postepeno čisti. Rerafinacija se koristi kod vrlo zagađenih korišćenih ulja, gde prečišćavanje nije dovoljno. Složeni proces ne odstranjuje samo nečistoće, kao što su rastopljene materije, voda, gasovi itd. nego i kiseline, topljive produkte, lošija ulja, nezasićena jedinjenja, sumpor, obojena jedinjenja i mirise. Proces rerafinacije je sličan kao kod rafinacije baznih ulja. Rerafinisani produkti su slični novim uljima za maziva iz rafinerije. Nakon procesa čišćenja ulje se prerađuje u posebnim posudama pre frakcionisanja na razne sastojke. Slaba strana postupka je što se radi o složenom procesu koji zahteva vrlo sofisticiranu i time vrlo skupu opremu. Za istu količinu baznog ulja, dobijenog na osnovu rerafinacije, potrebna je deset puta veća količina sirove nafte i četiri puta veća količina energije. Tu je osnova za težnju ka rerafinaciji – zbog zaštite životne sredine.

Termičko krekovanje - Gasoviti (etan, propan ili butan) ili tečni ugljovodonic (viši ugljovodonic - nafta) se greju i mešaju sa parom i na taj način pregrevaju na temperature preko 800 °C što dovodi do prekidanja lanaca i formiranja ugljovodonika relativno male molekulske mase [4].

### 3. ISPITIVANJE I KARAKTERIZACIJA

Izvršeno je ispitivanje i karakterizacija otpadnih ulja i emulzija korišćenih u kompaniji „MING KOVAČNICA“ u delu mašinske obrade delova na CNC strugovima i glodalica. Proces ispitivanja i karakterizacije emulzije je izvršen u laboratoriji ANAHEM u Beogradu koja se, pored karakterizacije otpada, bavi i ispitivanjem zdravstvene ispravnosti hrane i predmeta opšte upotrebe, ispitivanjem zagađenja zemljišta, voda i vazduha, merenjem buke, ispitivanjem radne okoline i ispitivanjem raznih industrijskih proizvoda i sirovina.

Najpre je izvršena karakterizacija otpadne emulzije gde je u prvom delu izveštaja [7,8] navedeno da je utvrđeno da se otpad nalazi u tečnom stanju (fizičko svojstvo), da je nastao u procesu proizvodnje, tj. mehaničke obrade metala. U drugom delu izveštaja [7,8] izvršena je klasifikacija datog uzorka koja obuhvata sledeće podatke:

- Kategorija otpada prema listi kategorija otpada (Q lista) – uzorak pripada kategoriji Q16 (otpadi koji nisu posebno specificirani u katalogu). Uzorak pripada ovoj kategoriji jer ne postoji posebna kategorija za emulzije za obradu metala.
- Indeksni broj otpada prema katalogu otpada - uzorak ima indeksni broj 12 01 09\* (mašinske emulzije i rastvori koje ne sadrže halogene elemente).
- Karakter otpada – uzorak predstavlja opasan otpad jer može negativno da utiče na životnu sredinu i zdravlje ljudi.
- Y Oznaka prema listi kategorija ili srodnih tipova opasnog otpada prema njihovoj prirodi ili aktivnosti kojom se stvaraju (Y lista) – uzorak ima oznaku Y9 (mešavina ulja i vode tj. ugljovodonika i vode - emulzije).
- C oznaka – prema listi komponenta otpada koje ga čine opasnim (C lista). Uzorak ima oznaku C51 (jedinjenja ugljovodonika i kiseonika).
- H oznaka prema listi karakteristika otpada koje ga čine opasnim (H lista). Uzorak može imati oznake H14 - ekotoksičan otpad koji predstavlja ili može predstavljati neposredne ili odložene rizike za jedan ili više sektora životne sredine i H15 - otpad koji ima svojstvo da na bilo koji način, nakon odlaganja, proizvodi druge supstance, ili izlučevine koje poseduju bilo koju od karakteristika od H1 do H14.

Treći deo izveštaja [7,8] sastoji se od rezultata ispitivanja fizičkih i hemijskih osobina otpada. Ovaj deo obuhvata sledeće podatke:

- Sadržaj vode u procentima (%) – Nađena vrednost je čak 76%, što se moglo i pretpostaviti jer se radi o rastvoru ulja i vode. Indeks refrakcije za emulziju TOTAL Spirit 3000 koja se koristi za mašinsku obradu je 2.6. Na 1 litar ulja ide oko 20 litara vode u zavisnosti od toga za koji tip mašinske obrade se koristi.
- Tačka paljenja (°C) - Tačka paljenja materijala je najniža temperatura na kojoj on može da ispari i formira zapaljivu smešu u vazduhu. Za merenje tačke paljenja potreban je izvor paljenja. Na tački paljenja, para može da prestane da gori kada se izvor paljenja ukloni. Dobijena vrednost tačke paljenja je više od 110°C.
- Sadržaj metala (mg/kg) – ovaj deo pokazuje koji metali su sadržani u datom uzorku otpada. U uzorku otpadne emulzije su pronađeni sledeći metali: Arsen, Barijum, Kadmijum, Hrom, Bakar, Živa, Nikl, Olovo, Antimon, Cink, Vanadijum, Berilijum, Kalaj, Kobalt i Talijum. Sve vrednosti su daleko ispod referentnih vrednosti, što znači da u pogledu sadržaja metala uzorak nema opasnih karakteristika ili štetnih uticaja na životnu sredinu.
- Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) (mg/kg) – Za sadržaj PAH uzima se u obzir ukupan zbir svih detektovanih ugljovodonika, koji u datom uzorku ne prelazi 6mg/kg. Pošto je referentna vrednost za prisustvo

opasne H15 karakteristike 100 mg/kg, može se zaključiti da ni u pogledu sadržaja PAH uzorak ne predstavlja rizik po životnu okolinu i zdravlje ljudi.

- Sadržaj lako isparljivih ugljovodonika (BTEX) (mg/kg) – U ispitivanom uzorku pronađeni su: Benzen, Toluen, Ksilol, Etilbenzen, Stilen. Ovdje se takođe uzima u obzir ukupan zbir, koji iznosi manje od 1mg/kg. S obzirom da je referentna vrednost za dodeljivanje H15 karakteristike uzorku 500 mg/kg može se reći da se otpad može propisno odložiti bez prethodnih tretmana.
- Sadržaj polihlorovanih bifenila (PCB) (mg/kg) – Sadržaj PCB-a je ispitivan po Stokholmskoj konvenciji o ispitivanju PCB-a, prema kojoj se preporučuje ispitivanje 6 kogenera polihlorovanih bifenila: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138 i PCB 153. Ovi kogeneri su izabrani zato što se uglavnom oni u najvećoj koncentraciji nalaze u životnoj sredini, hrani i piću. Nađene vrednosti ovih kogenera PCB u uzorku su ispod 0,04 mg/kg. Metoda koja je korišćena za ispitivanje PCB je metoda upotrebom kapilarne gasne hromatografije sa hvatanjem elektrona ili masenom spektrometrijskom detekcijom (EN 15308:2008).
- Sadržaj halogenih elemenata i sumpora (%) – U ovom delu ispitani su sadržaji Fluora, Hlora, Broma i Sumpora. Takođe sve je u granicama ispod referentnih vrednosti i nema direktne opasnosti po životnu sredinu i zdravlje ljudi.

Na osnovu predstavljenih rezultata ispitivanja i upoređivanjem vrednosti dobijenih ispitivanjem i referentnih vrednosti, može se zaključiti da po svojim fizičkim i hemijskim osobinama ispitivani uzorak otpadne emulzije ne prelazi ni u jednom segmentu referentne vrednosti ali predstavlja opasan otpad sa kojim treba dalje upravljati na način i po propisima predviđenim za upravljanje opasnim otpadom .

### 3. MERE ZA UREĐENJE SISTEMA

U Srbiji se godišnje troši oko 45.000 tona ulja, uglavnom motornih, koja kao otpad spadaju među opasnije zagađivače životne sredine. Za razliku od evropskih zemalja, gde odavno postoji sistem i prikupljanja i obrade otpada, u našoj zemlji ovakvi projekti tek su započeti [6].

Ministarstvo zaštite životne sredine, je izdalo pravilnik kojim se propisuje postupak upravljanja otpadnim uljima koja su neupotrebljiva za prvobitnu namenu. Odredbe se odnose na upravljanje otpadnim uljima koja sadrže halogene, polihlorovane bifenile (PCB), polihlorovane terfenile (PCT) ili pentahlorofenole iznad 50 miligrama po kilogramu ulja. Tačno su propisani načini za razvrstavanje, prikupljanje, skladištenje kao i mogući načini njegove prerade i ponovne primene.

Ulja za podmazivanje, kao što su motorna i turbinska, pod uticajem trenja i temperature, oslobađaju teške metale. Ali važno je da takva ulja ne uđu u lanac ishrane ili u vodu i do sada nije registrovano prisustvo ovih ulja u vodi za piće. Kad bi ova ulja dospela u vodene tokove, došlo bi do ugrožavanja biljnog i životinjskog sveta [6].

### 4. ZAKLJUČAK

Postoje brojne mogućnosti kako se može uticati da se otpadna ulja i maziva zbrinu na pravilan način jer se time štite prirodni resursi i životna sredina. Bitno je sprečiti, a ne kasnije lečiti štetu nastalu kao posledica lošeg upravljanja otpadom. Naročito je važno shvatiti koliki uticaj na životnu sredinu ima pravilno i organizirano upravljanje otpadom a posebno opasnim otpadom, gde spadaju i otpadna ulja i emulzije jer otpad predstavlja potencijalnu opasnost koju treba već u samom početku otkloniti različitim postupcima.

Može se zaključiti da smo kao država, još uvek nedovoljno uključeni u sistem pravilnog postupanja sa otpadnim uljima i emulzijama i da je potrebno uložiti mnogo više truda i rada kako bi stvari krenule u pozitivnom smeru. Potrebno je najpre uticati na svest ljudi i njihovo obrazovanje i saznanja o tome koliko je zapravo važno da se na pravilan i bezbedan način upravlja otpadnim uljima i emulzijama, upoznati ih sa posledicama koje mogu nastati ukoliko se nastavi kao do sada.

Cilj ovog rada je određivanje fizičko-hemijskih i bioloških osobina otpadnih ulja i emulzija iz proizvodnje kompanije "MING KOVAČNICA", kao i utvrđivanje karaktera i uticaja tih otpadnih emulzija na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Kompanija „MING KOVAČNICA“, pri upravljanju i odlaganju otpadnih ulja i emulzija, preduzima sve potrebne mere za zaštitu životne sredine i zdravlja ljudi jer na zakonom propisan način, vrši korišćenje, i na kraju radnog veka, odlaganje i isporuku otpadnih emulzija ovlašćenom sakupljaču ili licu koje vrši skladištenje, transport ili tretman otpadnih ulja.

### LITERATURA

- [1] *Plan upravljanja otpadom u MING Kovačnici*, MING Kovačnica, Niš, 2018.
- [2] *Opasan otpad u Republici Srbiji u postrojenjima koja podležu Zakonu o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine, projekat finansiran od strane EU preko Evropske agencije za rekonstrukciju*, maj 2007.
- [3] *Uredba o upravljanju otpadnim uljima*, Službeni glasnik RS br. 60/08.
- [4] *Recycling Possibilities and Potential Uses of Used Oils*, Regional Activity Centre for Cleaner Production (RAC/CP), 2000.
- [5] *Polihlorovani bifenili – Stanje u Srbiji* <http://www.pcbsserbia.rs>, Datum pristupa 25.10.2019.
- [6] *Upravljanje otpadnim uljima u Republici Srbiji*, <https://www.ekapija.com/news/1893954/upravljanje-otpadnim-uljima-u-srbiji-izmedju-nuzde-i-dodatnog-troska>, Datum pristupa 24.10.2019.
- [7] *Standardi i metode ispitivanja otpada*, <https://www.sepa.gov.rs>, Datum pristupa 25.10.2019.
- [8] Izveštaj o ispitivanju otpada br. 2804040402, Anahem laboratorija, Beograd.

## ALATI ZA ISTOSMERNO ISTISKIVANJE PROFILA OD AL-LEGURA U TOPLOM STANJU

### TOOLS FOR SIMUSTENIUS EXTRUSION OF ALUMINUM PROFILES IN HOT STATE

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

**Sadržaj** - Istiskivanje Al-profila u toplom stanju je industrijski proces koji se koristi za izradu dugačkih poluproizvoda sa konstantnim poprečnim presekom po celoj dužini proizvoda. Najvažniji segment alata za istiskivanje profila od Al-legura u toplom stanju su matrice, jer se u njima konačno oblikuje profila.

**Ključne reči:** Alati. Matrica. Istiskivanje. Aluminijum.

**Abstract** - Hot-state extrusion of the Al-profile is an industrial process used to produce long semi-finished products with a constant cross-section along the entire length of the product. The most important segment of the Al-alloy profile extrusion tool in the hot state is the extrusion die, because extrusion die forms the final shape of the profile.

**Key words:** Tool. Extrusion die. Extrusion. Aluminum.

#### 1. UVOD

Istiskivanje Al-profila u toplom stanju je industrijski proces koji se koristi za izradu dugačkih polu- proizvoda sa konstantnim poprečnim presekom po celoj dužini proizvoda. Da bi ovaj proces bio u opšte moguće, potrebno je da se trupci od Al-legure zagrevaju u peći za truppe kako bi se smanjila njihova otpornost na deformaciju. Al-legura će dospeti u plastično (ne tečno) stanje koje je potrebno za izvršenje procesa istiskivanja. Nakon procesa zagrevanja, trupci se posebnim mehanizmom dopremaju u cilindričnom kontejneru čiji je zadatak da održi temperaturu trupca konstantnom. Zagrejana matrica sa kompletnim sklopom alata se postavlja u uređaj za izmenu alata-jaram sa izlazne strane kontejnera, a sa ulazne je radni klip prese. U matrici je urađen jedan otvor sa približnim oblikom profila koji treba istiskivati. Pomoću prese, radni klip se gura kroz kontejner tako da se aluminijum sabija između matrice i radnog klipa. Aluminijum može izaći iz kontejnera jedino kroz otvor u matrici, obrazujući profil na taj način.

#### 2. OPREMA ZA ISTISKIVANJE PROFILA OD AL LEGURA U TOPLOM STANJU

Istiskivanje je proces u kome se trupac (cilindrični blok aluminijuma) postavlja u kontejneru i potiskuje pomoću radnog klipa, tako da materijal izlazi kroz otvor na matrici. Problem kod istiskivanja tvrdih materijala bio je da se pronadje materijal za izradu matrice koji je dovoljno jak da izdrži visoke pritiske u toku procesa istiskivanja. Ovi problemi su dosta dobro prevaziđeni u dvadesetom veku, kada su se pojavili čelici za rad na toplu (utopi). Od tada, ekonomski značaj procesa istiskivanja je nastavio da raste.

Da bi se aluminijumska legura istiskivala, potrebno je sirovi materijal (trupac) zagrevati do oko 480°C, staviti ga u cilindrični kontejner i potom potiskivati kroz matricu. Da bi se izbeglo hlađenje trupaca, matrica i kontejner se takođe zagre-

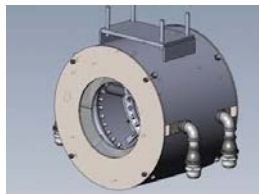
vaju do temperature istiskivanja. Trupac se gura kroz kontejner pomoću diska sa neznatno manjim prečnikom (pres šajbna). Kao rezultat toga oksidirana kora trupca sa svim prljavštinama ostaje u kontejneru. Nakon što aluminijum napusti matricu on odlazi na adustazu (izlazni sto) i hladi se, potom se rasteže, ispravlja i seče na optimalne dužine. Nakon izbacivanja zaprljanog aluminijuma zajedno sa pres šajbnom iz kontejnera, poziva se novi trupac i on nastavlja istiskivanje. Nakon što se profili iseku na željene dužine oni prolaze kroz proces starenja kako bi se poboljšale njihove mehaničke osobine.

Proces istiskivanja je moguć na dva načina, direktno i indirektno istiskivanje. U slučaju direktnog presovanja radni klip i matrica se postavljaju na suprotnim krajevima trupca i radni klip pomera materijal za presovanje prema matrici. Pravac pomeranja radnog klipa-tiskača i profila je isti. Kod indirektnog ili obrnutog istiskivanja radni klip i matrica su na istoj strani trupca i profil izlazi iz kontejnera kroz šuplji radni klip-tiskač. Glavna pogodnost indirektnog istiskivanja je ta, što se materijal ne gura kroz kontejner. Ovo će značajno smanjiti sile trenja i maksimalno opterećenje matrice biće manje nego u slučaju direktnog istiskivanja. Nepogodnost indirektnog istiskivanja je ta što će šuplji radni klip-tiskač oslabiti ceo proces i ograničiti veličinu profila koje treba istiskivati.

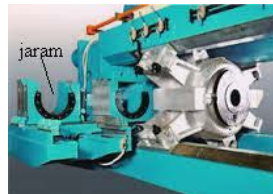
Presa obezbeđuje neophodnu silu za proces istiskivanja. Prese se mogu klasifikovati prema pravcu položaja njihovog glavnog cilindra na horizontalni i vertikalne, ili tipu njihovog pogona na emulzione i hidrauličke (voda ili ulje). Kod direktnog istiskivanja Al-legura najčešće se koriste horizontalne hidraulične prese sa direktnim dejstvom. Kod ovih presa radni pritisci su do 250 bara, sa kapacitetom prese do 200 MN i brzinama radnog klipa do 400 mm/sec (24m/min).

Kontejner drži pripremak (trupac) dok se presuje (slika 1.). Da bi izdržao visoki pritisak kontejner je napravljen od nekoliko cilindara od čelika za rad na toplu, koji su navučeni

jedan na drugi. Kontejner je najskuplji deo alata za presovanje zbog velike količine legiranog čelika za rad na toplo. Od ovih navučenih cilindara, cilindar koji je na najbližoj unutrašnjoj strani, zove se čaura. Čaura ima najveću otpornost na habanje. Konačno, da bi se predhodno zagrejeni trupci održali na temperaturi presovanja, kontejner se mora stalno zagrevati. Postoje dve varijante zagrevanja kontejnera: elektrootopno i indukciono.



Slika 1. Kontejner



Slika 2. Jaram-uređaj za izmenu alata

U jaram se postavlja nosač matrice sa ostalim elementima: dopunski podmetač, pod-dopunski podmetač i potisni prstenovi. U nosač matrice se montira trn, matrica, podmetač, predkomora ili ploča za veštačko povećanje prečnika trupca (slika 2.).

U toku procesa istiskivanja, trupac prolazi kroz transformaciju oblika, kako bi se dobio željeni profil. Masa trupaca ostaje konstantna, ali usled redukcije poprečnog preseka trupac dužine 1 metra može se transformisati u profile od nekoliko desetina metara. Da bi se obezbedila tražana geometrija profila i dobre mehaničke osobine, profili posle istiskivanja idu uzdužnim transporterom vođeni pulerom, prolaze kroz adustazu gde se hlade (termički obrađuju) i rastežu (ispravljaju). Veliki ventilatori, smešteni iznad prvog dela uzdužnog transportera adustaze, koriste se za hlađenje. Da bi se poboljšala pravost profila oni se rastežu pomoću mehaničkih strečera.

Pres šajbna ili pres disk je smešten između radnog klipa i trupca i ima neznatno manji prečnik od prečnika trupca i kontejnera. Trupac neće biti istisnut ceo; poslednji deo od 5 do 10 % dužine trupca se ne koristi. Na ovom pres ostatku trupca, akumulira se materijal oksidovane površine. Prilikom procesa istiskivanja centar trupca utiče u profil a zaprljani materijal se akumulira u mrtvim zonama ispred matrice. Na kraju pres ostatak se odbacuje zajedno sa pres diskom. Nakon što se pres ostatak i pres disk odbace novi trupac može da se pripoji predhodnom, čime se obrazuje kontinualni proces istiskivanja. Kada oksidirani materijal uđe u profil onda se on zove "škart".

Temperatura igra glavnu ulogu u procesu istiskivanja aluminijuma. U smislu kontrole temperature, mogu se identifikovati dva područja: održavanje temperature aluminijuma i alata za istiskivanje na nivo koji je pogodan za proces i kontrolisanje temperature profila tako da oni mogu steći željene mehaničke osobine. U peći za matrice, matrice se predgrevaju do radne temperature. Za čelike koji se obrađuju na toplo, a koji se koriste za matrice kod istiskivanja aluminijuma, ova temperatura je skoro ista kao temperatura trupca koji treba istisnuti, 450 do 470°C. Ukoliko su matrice previše hladne one će ohladiti aluminijum, što će povećati povećanje pritiska za istiskivanje. Pregrevanje matrice će umanjiti mehaničke osobine matrice.

Kontejner se održava na konstantnoj temperaturi istiskivanja kako bi na neki način i održavao temperaturu trupca. Noviji kontejneri su podeljeni u tri zone. Svaki deo

ima posebnu sekciju grejača i posebnu kontrolu. Ovo je urađeno da bi se održala ujednačena temperatura trupca prilikom istiskivanja.

### 3. ALATI ZA ISTISKIVANJE PROFILA U TOPLOM STANJU

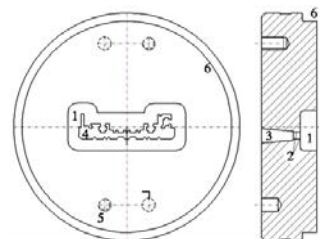
Najvažniji segment alata za istiskivanje profila od Al-legura u toplom stanju su matrice, jer se u njima konačno oblikuje profila. Osnovni princip konstrukcije matrica nije se mnogo promenijio poslednjih decenija. Konstruktori profila žele da smanje debljinu zida profila koji se treba istiskivati, kako bi konstrukciju učinili lakšom i smanjili njenu cenu. Međutim, vrlo je teško obezbediti proizvodnju ispravnih profila pri željenoj brzini istiskivanja i uz to obezbediti dugi vek trajanja matrice, male troškove proizvodnje i zadovoljenje rastućih zahteva kvaliteta. Da bi se konstruisala matrica prema predhodno definisanim zahtevima, konstruktor treba u potpunosti da razume različite karakteristike konstrukcije, njihove međusobne odnose i uticaj parametara procesa na njihovu funkcionalnost.

U načelu, matrice za istiskivanje se dele u dve grupe:

1. matrice za pune profile i
2. matrice za šuplje ili polu-šuplje profile.

Za šuplje profile najčešće se koristi komorna. Ovaj tip matrice je veoma popularan jer može da se koristi za skoro sve tipove šupljih profila. Drugi tipovi matrica za šuplje profile se takođe koriste, u zavisnosti od rezultata koje treba postići. Mosna matrica se koristi ukoliko je finalna površina od vitalnog značaja. Mrežasta (pauk) matrica se koristi za velike šuplje preseke sa malim odnosima presovanja. Njihova konstrukcija dosta podseća na konstrukciju komornih matrica.

Najvažnije karakteristike ravne matrice mogu se videti na slici 3. Proces izrade počinje strugarskom obradom ravnog diska i sica matrice, koji se koristi za njeno pozicioniranje u nosaču. Nakon ovoga, ulivni deo ( udubljenje za kontrolu protoka), se obrađuju glodanjem. Slično se obrađuju i podmetači.

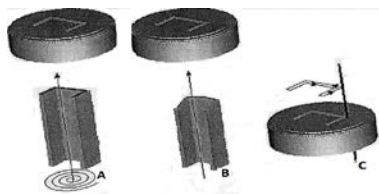


Slika 3. Šema ravne matrice:

- 1) ulivni deo 2) radna površina 3) izlazni deo 4) profil
- 5) otvori za pozicioniranje 6) pozicioni prstenovi.

U sledećim proizvodnim fazama matrica se podvrgava termičkoj obradi i brušenju. Grafitna elektroda u obliku profila se koristi za obrazovanje izlaznog dela pomoću erozimata (grafitni edm). Grafitne elektrode se seku iz čvrstog (punog) bakarnog ili grafitnog bloka, pomoću žičane testere i urezuju u matricu translatorskim pomeranjem (sl. 4a.). Nakon što se uradi izlazni deo, obrazuje se radna dužina pomoću iste elektrode (sl. 4b.). Radna površina, kalibracioni deo matrice, može imati lokalne razlike u dužini. Ovo, usled trenja, može u velikoj meri, da utiče na izlaznu brzinu istiskivanja profila. Zbog toga je od ogromnog značaja održavanje ravnomernog protoka u svim delovima otvora matrice, kako bi se dobio pravi profil sa pravilnom

površinom. Da bi se napravila radna površina promenljive dužine, promene radne dužine se doteruju glodanjem u elektrodi. Nakon toga elektroda se spušta ponovo u matricu. Konačno žičani edm se koristi za obrazovanje unutrašnjih radnih površina matrice (sl. 4c.). Finalne operacije na matrici obavljaju se ručno. Oštre ivice se uklanjaju i mali detalji se doteruju ručno.

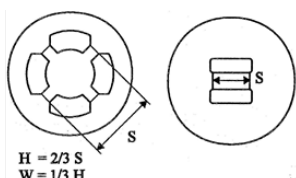


**Slika 4.** a) Grafitni edm izlaznog dela, b) Grafitni edm radne dužine, c) Žičani edm radne površine

Procesi izrade matrice imaju direktan uticaj na konačan izgled. Na primer, prečnik najmanjeg postojećeg reznog alata za glodanje određuje minimalni radijus koji se može koristiti za uezivanje. Prečnik žice na žičanom erozimatru određuje minimalni radijus i minimalnu debljinu zida koji se mogu uezati sa proizvodne tačke gledišta.

#### 4. KONSTRUKCIJA MATRICE ZA ISTISKIVANJE

**Mostovi** ili kraci, koriste se u komornoj matrici za obezbeđivanje jezgra povezivanjem za trn. Najosnovniji konstrukcioni princip je dimenzioniranje mostova prema rasponu. Raspon mostova je maksimalno rastojanje na trnu na kome se most trna ne oslanja na oslonce matrice direktno. Uobičajeno je da se pri konstrukciji počine od standardne dužine mosta koja zavisi od geometrije profila, pa pošto se odrede lokacije i uglovi, onda se raspon detaljnije izračuna. Širina i visina mostova su sada u vezi sa rasponom. Ukoliko se očekuje da krutost mostova bude problematična (matrice sa jednim mostom) odnos visine prema rasponu može biti povećan do oko 1:1 (slika 5.).



**Slika 5.** Konstrukcija mosta na osnovu raspona  $S$ . ( $H$ =visina mosta;  $W$ =širina mosta);

Većina konstrukcionih pravila vezano za dimenzioniranje mostova bazira se na otpornosti na smicajni napon. Najosnovniji od njih upoređuje površinu mosta podložnoj opterećenju prema površini poprečnog preseka mostova. Ovaj odnos treba da bude manji od odnosa pritiska presovanja prema smicajnom naponu (oko 7.5). Ovo se zove odnos smicajnog pritiska. Tačno izračunavanje svih pritisaka i sila može se takođe obaviti.

Nije samo površina mostova važna, već takođe i oblik mostova. Klasični oblik mostova ima ugao punjenja od 10-20° i mali radijus vrha preseka mosta. Ovo će omogućiti da se svarivanje obavi upravo iza mosta. Mnoga ispitivanja oblika mosta su urađena sa željom da se dođe do oblika sa većom otpornošću na savijanje i većom izdržljivošću pritiska probijanja, kako bi se izbeglo mimoilaženje radnih površina trna i matrice.

Komore ili otvori za punjenje (napajanje) su otvori na licu matrice, koji vode aluminijum do radne površine matrice. Količina primljenog aluminijuma kroz komore treba da bude proporcionalna delu preseka koji treba da se napuni. Kada su komore locirane simetrično oko centra matrice onda ovo konstrukciono pravilo glasi da površina komora treba da bude proporcionalna površini dela koji one treba da napune. Kod nesimetričnih slučajeva treba uzeti u obzir neravnomerni protok aluminijuma koji dolazi iz kontejnera.

U smeru protoka, spoljni zidovi komora obično pod nagibom od nekoliko stepeni radi lakšeg protoka materijala. Usled visokih pritisaka u komorama ostatak aluminijuma će se lepiti za zidove komora duž kojih će naredni materijal proticati. Ovaj kontakt aluminijum-aluminijum je bolji u odnosu na kontakt aluminijum-čelik i on će poboljšati fluidnost. Konačno, komore treba postaviti unutar kruga od oko 0.85-0.90 puta prečnik kontejnera. Ovim će se osigurati da površinski oštećeni materijal trupca ostaje iza u kontejneru, a aluminijum najboljeg kvaliteta će se koristiti za profil.

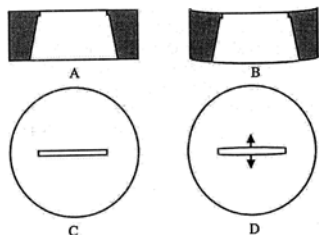
**Komora** za svarivanje je najčešće podeljena na dva dela. Na deo koji pripada trnu i deo koji pripada matrici. Postoje slučajevi gde komora za svarivanje pripada samo trnu ili samo matrici.

Dubina komore za svarivanje je od velikog značaja i zavisi od ukupne širine mosta. Po pravilu, kod klasičnog oblika mosta bira se dubina jednaka širini mosta. Ukoliko je dubina previše mala, onda će se obrazovati gasni džepovi iza (pres-ostatak) mostova umesto mrtvih zona metala. Ako se postigne kompletno spajanje metala, čak i u ovoj situaciji, reakcija kiseonika iz gasnog džepa sa metalnom površinom pre svarivanja dovešće do visokog nivoa kiseonika u aluminijumu i manje čvrstoće (smanjenje do 40%). Povećanjem dubine komore za svarivanje povećaće se kvalitet šava, mada previše duboke komore za svarivanje treba izbegavati jer one doprinose povećanju dužine jezgra i ukupnoj dubini matrice. Nakon utvrđivanja dimenzija, komora za svarivanje se locira na matrici. Lociranjem celokupne komore za svarivanje na trnu znatno će oslabiti jezgro. Zbog toga, ovo rešenje se retko koristi. Dubina komora za svarivanje se često deli na trn i ploču matrice ili se cela komora za svarivanje locira na ploči matrice.

**Otvor (Ušice) matrice** definiše oblik profila koji treba presovati. Otvor ne može biti tačno oblikovan prema dimenzijama profila, pošto treba uzeti u obzir neke efekte koji utiču na oblik presovanog profila. Prvi i najvažniji je razlika u koeficijentu termičke ekspanzije aluminijuma i čelika. Otvor matrice se povećava na temperaturi presovanja prema koeficijentu termičke ekspanzije čelika. Kada se profil hladi skupljanje zavisi od koeficijenta termičke ekspanzije aluminijuma. Drugi faktor koji uvodi skupljanje je rastezanje profila pri adustaži. U načelu, ova dva efekta treba uzeti u obzir povećanjem dimenzija otvora matrice u poređenju sa dimenzijama željenog profila za 1%. Ovo pravilo važi za slučaj kada se izlazne brzine profila kontrolišu pomoću radne dužine. Kada se ulivni deo matrice koristi za ovu namenu, samo "glavne" dimenzije treba da se povećaju sa ovim faktorom.

Drugi efekti koji utiču na dimenzije otvora matrice su prisustvo konzolnih jezičaka i udubljenja matrice (sl. 6). Udubljenje treba jedino uzeti u obzir kod širokih tankih delova. To će povećati širinu otvora matrice u centru matrice.

Defleksija jezička igra veliku ulogu i treba je uzeti u obzir kod mnogih preseka. Usled defleksije jezička, dužina jezička će se smanjiti otvor će lokalno postati širi. Ovaj efekat zavisi od osnove konzole jezička i prisustva ulivne prednje strane matrice (predkomore na matrici). Predkomora na matrici predhodno deformiše aluminijum i smanjuje pritisak na prednjoj strani matrice.

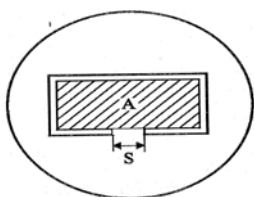


**Slika 6.** Uticaj udubljenja matrice na dimenzije otvora. A - poprečni presek matrice. B - poprečni presek matrice pod pritiskom (udubljena) C - oblik otvora D - oblik otvora na udubljenoj matrici. Otvor je proširen u centru matrice.

Trn se koristi za izradu unutrašnjih kontura šupljeg profila. Radne dužine su locirane na jezgru trna, čiji je oblik između ostalog definisan oblikom profila koji treba istisnuti. Dužina jezgra je definisana visinom mostova i dubinom komore za svarivanje. Kada se konstruiše jezgro, mora se obratiti posebna pažnja na dva pravila:

1. Pošto se pri orijentaciji profila teži da on bude postavljen što više simetrično u odnosu na centar trna, jezgro trna treba da ostane na mestu jer će pomeranje jezgra uticati na pravilno iskorišćenje radne površine.
2. Drugo, pažnju treba obratiti i na podsecanje jezgra trna.

Konzole su segmenti prednjih strana (lica) matrice koji će se ulegnuti pod dejstvom pritiska prilikom istiskivanja. Ovo nastaje usled nepovoljnog odnosa izložene površine prema nosećoj osnovi konzole. Kada je odnos  $A/s^2 < 4$  do 5 smatra se da je oslonac dovoljan i koristiće se ravna matrica. Kod većih vrednosti odnosa profil će biti proizveden pomoću komorne matrice. U tom slučaju, površina A će biti locirana na jezgru trna. Jezgro će ležati na ploči matrice po dužini granice S (princip zatvaranja).

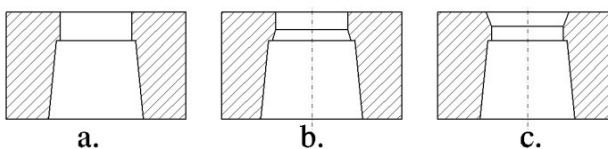


**Slika 7.** Definicija jezička na ravnoj matrici. Komorna matrica će biti upotrebljena ako je  $A/s^2 > 4.5$

**Ulivni deo matrice i predkomora** su karakteristike koje nastaju ulivanjem prednje strane (lica) matrice oko konture profila. One obe prate oblik profila koji treba presovati, gde ulivni deo mnogo bliže prati profil. Predkomora ima nekoliko funkcija. Ona omogućava da se trupci svaruju, zatim štiti radnu površinu matrice i koristi se kao protiv dejstvo kod malih ometanja u protoku aluminijuma. Pošto razdaljina između zida radne površine i zida predkomore utiče na brzinu protoka, geometrija predkomore može da se upotrebi za uticaj na protok aluminijuma. Pored direktora matrice, za koga je ulivni deo matrice lak i siguran način za korigovanje karakteristika protoka matrice, to takođe pruža konstruktoru matrice izvesnu fleksibilnost u konstrukciji matrice. Ukoliko

su potrebna oštra prelaženja radne dužine (to može dovesti do pojave linija (riseva), radne površine na profilu) ili ukoliko izračunata radna površina prevazilazi debljine ploče matrice, onda se pomoću ulivnog dela matrice može delimično usporiti protok aluminijuma. Šta više, punjenje između jezgara na komornoj matrici sa više jezgra može se poboljšati usporavanjem spoljnih strana profila upotrebom uske predkomore. Konačno, to se može upotrebiti kako bi se izbeglo da izuzetno dugački profili postanu konveksni ili kako bi se poboljšala ravnost dužih mostova na profilu.

**Radna površina** na ravnoj matrici matrici je jedan otvor na matrici sa približnim oblikom profila koji treba istisnuti. Kod komornih matrica, deo radne površine je lociran na trnu i deo na ploči matrice. Pored oblikovanja profila, radna površina se koristi za kontrolu izlazne brzine aluminijuma kada napušta matricu. Osnovni oblik radne površine je paralelan, mada se tretiranje radnih površina na prednjem ili zadnjem delu radne površine (prigušenje ili otpuštanje) koristi za lokalnu kontrolu brzine protoka u radnoj površini. Radna površina može da bude prigušena do  $3.5^\circ$  ukoliko konstruktor, npr., očekuje da naiđe problem punjenja oštih uglova profila. Prigušivanje radne površine usporava protok, što poboljšava punjenje oštih uglova. Povećanje brzine lokalno može se vršiti na zadnjoj strani radne površine korišćenjem ugla do  $7^\circ$  (otpuštanje radne površine).



**Slika 8.** Nacrt radne površine :a- osnovni (paralelan) , b-za usporavanje protoka (prigušen) ili c- ubrzanje protoka (otpušteni)

## 6. ZAKLJUČAK

Projektant alata za istiskivanje profila od Al-legura u vrućem stanju polazi od zahteva kupca profila koji obično sadrži: definisan oblik profila, mere, tolerancije, kvalitet površine, vrstu i stanje materijala, elektrohemijsku zaštitu profila i sl. Projektant mora uzeti u obzir i elemente koji se odnose na raspoloživu opremu, tehnološke mogućnosti izrade alata, troškove izrade i slično. Prema tome, pri razmatranju i odlučivanju o konceptu alata i njegovoj konfiguraciji, moraju se imati u vidu svi parametri koji proizilaze iz postavljenih zahteva i raspoloživih mogućnosti.

## LITERATURA

- [1] T. Marinković, D. Temeljovski, Lj. Janković, D. Vukićević, P. Popović: *Prilog istaživanju uticaja oblika profila na tečenje materijala pri istosmernom istiskivanju*, Prvi međunarodni naučno-stručni skup iz oblasti teške metalografske, Kruševac, 7-8 oktobar 1993.
- [2] K. Müller: *Fundamentals of extrusion technolog*, Giesel Verlag GmbH, 2004.
- [3] P. Poluhin, *Presovanje aluminievih splavov*, Metalurgija, Moskva, 1993.
- [4] D. Stöckel, K. Müller, H. Claus, *Metall41*, 1987.
- [5] Lotzenhiser C.,: *Die layout and desing*, Internacional Aluminium Extrusion seminar, Chicago Illinois, 1977.
- [6] Castle A.,: *Die Design in Europe*, Internacional Aluminium Extrusion seminar, Chicago Illinois, 1988.



## IZRADA NOSAČA TEHNOLOGIJOM 3D ŠTAMPE MANUFACTURING CARRIER BY 3D PRINTING TECHNOLOGY

Milan Pavlović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Miloš Ristić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Nikola Kostić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - U ovom radu je prikazan proces izrade nosača tehnologijom 3D štampe kroz četiri faze. S obzirom da je došlo do otkaza navedenog dela, pristupilo se njegovom snimanju radi prikupljanja odgovarajućih informacija, izradi 3D modela i priprema za 3D štampu korišćenjem softverskog paketa SolidWorks, a zatim izradi dela na 3D štampaču.

**Ključne reči:** Aditivne tehnologije. Nosač. 3D model. 3D štampa.

**Abstract** - In this paper the process of manufacturing carriers by 3D printing technology through four stages. Since it was part failure, process started with gathering of relevant information, creating of 3D model and preparing for 3D printing with use of the SolidWorks software package and then to manufacturing the part on 3D printer.

**Key words:** Additive technologies. Carrier. 3D model. 3D printing.

### 1. UVOD

Primena novih tehnologija spregnutih sa računarima i savremenim softverima, značajno je uticalo na pojavu aditivnih tehnologija. Moćni CAD softveri omogućavaju izradu virtuelnih prototipova, odnosno 3D modela proizvoda čiji se parametri mogu veoma brzo promeniti. Sa druge strane, potreba za brzom izradom prototipa, kao i gotovih delova koji nisu kataloški, dovelo je do toga da se tehnologija 3D štampe veoma brzo razvija i da cena izrade proizvoda tom tehnologijom bude veoma pristupačna. Međutim, takve tehnologije imaju i svoja ograničenja, koju mogu uticati na izbor same tehnologije izrade određenog proizvoda.

U ovom radu je predstavljena upotreba tehnologije 3D štampe za izradu nosača ekstrudera i ventilatora određene mašine. U toku eksploatacije mašine, došlo je do prestanka njenog rada. Pregledom i analizom je utvrđeno da se otkaz desio zbog neadekvatnog odlaganja mašine i pada nepoznatog predmeta na samu mašinu, pri čemu je došlo do loma navedenog dela. S obzirom da deo nije kataloškog tipa, već je namenski konstruisan za potrebe rada mašine, odlučeno je da se, na osnovu postojećeg dela, čija eksploatacija nije moguća, izradi novi deo upotrebom 3D štampača.

Postupak izrade novog dela je podeljen u 4 faze i to:

- snimanje dela;
- izrada 3D modela;
- priprema za 3D štampu;
- 3D štampa.

Rad je podeljen u četiri celine, pri čemu je u prvoj celini dato razmatranje problema, drugoj celini prikazan proces izrade 3D modela proizvoda, u trećoj celini je prikazana pro-

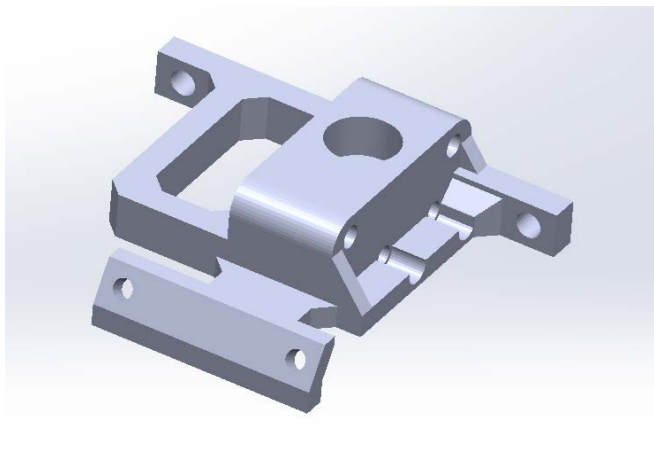
ces 3D štampe, a u četvrtoj celini izvedeni odgovarajući zaključci.

### 2. IZRADA 3D MODELA

S obzirom da deo nije kataloškog tipa, i da ne postoji tehnička dokumentacija za taj deo, pristupilo se njegovom snimanju, odnosno merenju svih dimenzija odgovarajućim mernim instrumentima i zabeležbi informacija koje su značajne za izradu 3D modela.

Faza izrade 3D modela uključuje kreiranje trodimenzionalnog modela proizvoda a na osnovu informacija i dimenzija prikupljenih u prethodnoj fazi. Zbog toga može doći čak i do multipliciranja nekih grešaka u fazi izrade 3D modela, a koje su nastale u fazi snimanja dela. Za potrebe izrade 3D modela, korišćen je softverski paket SolidWorks. Ovaj softverski paket se koristi u procesima razvoja proizvoda, tehnologije, izrade tehničkih uputstava, simulacijama, proračunima i komunikaciji sa kupcima i dobavljačima. Omogućava laku izradu radioničke i sklopne dokumentacije sa pratećim specifikacijama neophodnim za proizvodnju, nabavku i proračun cene koštanja. Posедуje specijalizovane module za projektovanje alata i kalupa za plastiku, delova od lima (sheetmetal), zavaranih konstrukcija, cevovoda i elektro instalacija. U sebi sadrži napredne alate za definisanje složene geometrije i površina, velikih sklopova, kreiranje varijantnih rešenja i familija proizvoda, simulacije mehanizama i radnih uslova, vizualizaciju ideja kroz izradu filmova i fotorealnih prikaza, itd [1]. Korišćenjem ovog softverskog paketa, dobijen je zapreminski 3D model nosača ekstrudera i ventilatora, odgovarajuće geometrije i propisanih dimenzija (Slika 1).





Slika 1. 3D model nosača.

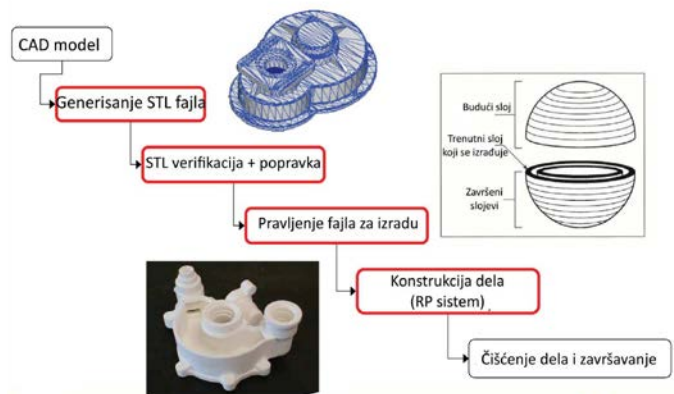
### 3. 3D ŠTAMPA

Postoji veliki broj proizvodnih procesa koji se karakterišu raznovrsnim operacijama i zahvatima. Svaki postupak izrade nekog proizvoda ima svoje prednosti i nedostatke i svakako se ne može izabrati jedan univerzalni za sve proizvode. Tako, u skladu sa potrebama i mogućnostima, potrebno je pronaći optimalni postupak koji će zadovoljiti zahteve.

Na osnovu fizičke suštine, sve procese obrade možemo podeliti u tri grupe: Substraktivni procesi obrade, Formativni procesi obrade i Aditivni procesi obrade [2]. U substraktivne procese obrade spadaju procesi obrade gde se do željenog oblika predmeta obrade, tj. proizvoda dolazi skidanjem, odnosno uklanjanjem materijala. Ovaj tip obrade obuhvata većinu procesa mašinske obrade: glodanje, struganje, bušenje, sečenje, sečenje laserom, vodenim mlazom, elektroerozivna obrada žicom (EDM), itd. Kod formativnih procesa obrade, čvrst ili polučvrst materijal se pod pritiskom dovodi u željeni oblik proizvoda. Konačni oblik proizvoda se dobija plastičnom deformacijom osnovnog materijala ili livenjem osnovnog materijala u kalupe. U formativne procese obrade spadaju: livenje, savijanje, kovanje, livenje pod pritiskom, itd. Aditivni procesi obrade su bazirani na spajanju čestica ili slojeva materijala u cilju dobijanja željenog oblika finalnog proizvoda [2].

Aditivne tehnologije koriste virtualne modele izrađene u odgovarajućem CAD softveru, čime se dobija površinski ili solid model sa odgovarajućom geometrijom i zapreminom [3]. Izrađeni model se zatim konvertuje u STL fajl format koji aproksimira površinu modela povezujući tri najbliže nekolinearne tačke modela u veoma male trouglove. U slučaju da model poseduje izrazito zakrivljene površine, onda se broj trouglova, potrebnih da bi se opisao i definisao model, znatno uvećava. Istovremeno, zapremina modela se transformiše u tanke slojeve. Dešava se da STL fajlovi budu neispravni zbog grešaka u modeliranju ali i usled nesavršenosti CAD-STL konverzije pa se mogu javiti geometrijske greške tipa: praznine (pukotine, otvori) tj. nedostajući poligoni, preklapajući poligoni ili degenerisani poligoni gde su ivice poligona kolinearne, kao i višeznačnost u topologiji. Ovi nedostaci se najčešće ručno otklanjaju i prilagođavaju RP softveru mašine koji generiše seriju poprečnih preseka pomoću algoritma za isecanje (engl. *slicing algorithm*). Redosled koraka pri izradi proizvoda aditivnim tehnologijama prikazan je na slici 2. [2]. Izrada proizvoda se vrši sukcesivnim slaganjem slojeva, na

osnovu definisane geometrije, čime se dobija kompletan predmet odnosno proizvod.

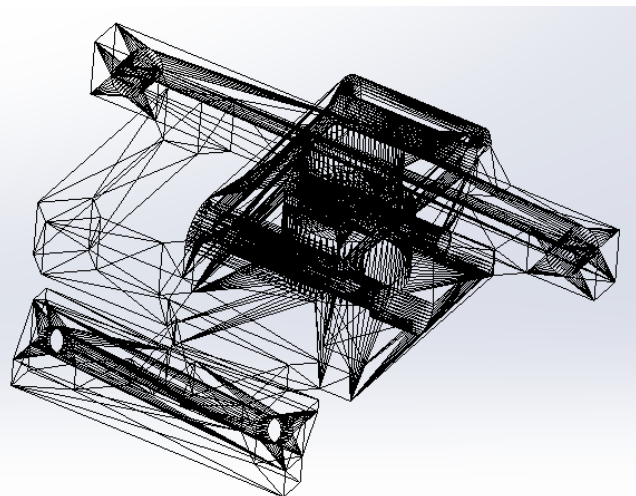


Slika 2. Tok izrade proizvoda RP tehnologijom [2].

Jedan od široko upotrebljivanih procesa izrade trodimenzionalnih proizvoda je 3D štampa, koja je bazirana na formiranju finalnog proizvoda korišćenjem FDM (Fused Deposition Modeling) ili FFF (Fused Filament Fabrication) tehnologije. FDM je aditivna proizvodna tehnologija, često korišćena za modeliranje i izradu prototipova a radi na principu dodavanja materijala u slojevima. Ova tehnologija je bazirana na trodimenzionalnom CAD modelu proizvoda koji se procesuirao kao STL fajl, matematički izračunava i postavlja odgovarajuću orijentaciju za proces izrade. Ako je potrebno, automatski se dodaje i konstrukcija za fiksiranje odnosno noseće strukture. Materijal koji se koristi za izradu finalnog proizvoda je termoplastika koja se doprema u glavu (ekstruder), gde se topi na određenoj temperaturi. Ekstruder se kreće po putanji potrebnoj radi pravilnog nanošenja slojeva, koja je definisana CAD modelom. Materijal se nanosi po slojevima od dna predmeta izrade ka vrhu, određene debljine, u zavisnosti od karakteristike samog 3D štampača. Podloga na koju se nanosi materijal u slojevima mora biti zagrejana do određene temperature, kako bi početni slojevi predmeta izrade bili stabilni. Delovi koji imaju unutrašnje otvore sa horizontalnim površinama teško se izađuju FDM tehnologijama jer ne postoji način za otklanjanje noseće strukture [2].

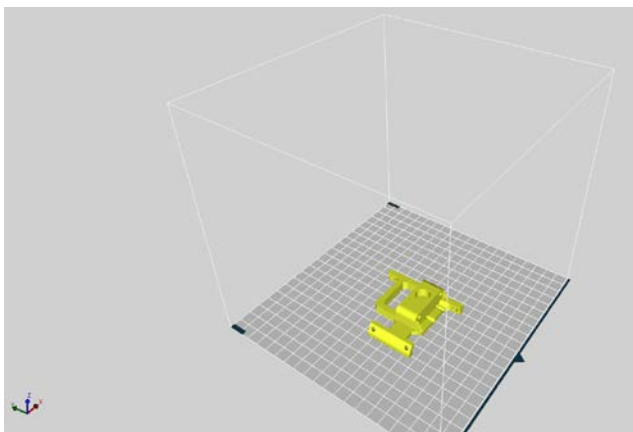
Kod izrade proizvoda upotrebom aditivnih tehnologija, u zavisnosti od njegovog oblika i geometrije, nije moguće obrazovati odmah čvrst model koji je sposoban da nosi gornje slojeve materijala. Ovaj problem je zastupljen prilikom izrade proizvoda koji imaju viseće elemente, koji nemaju odgovarajući oslonac a u toku izrade se ne može postići njihova dovoljna krutost. Zbog toga se, prilikom izrade, dodaju noseće čiji je zadatak sprečavanje deformacije visećih elemenata ili njihovih delova. U nekim slučajevima se noseća struktura postavlja između platforme i modela kako bi se kasnije olakšalo odvajanje prototipa od platforme. Materijal noseće strukture često nije istih karaktersitika kao materijal prototipa, već je obično slabiji kako bi se olakšalo njegovo uklanjanje tokom naknadne obrade [4], mehaničkim putem ili pomoću odgovarajućih rastvarača. Pri projektovanju proizvoda, kao i pri odabiru odgovarajuće aditivne tehnologije, treba voditi računa o tome da predimenzionisane noseće strukture povećavaju vreme izrade, a da nedovoljno čvrste strukture ili njihovo nepostojanje, dovode do urušavanja predmeta izrade [2].

Dakle, u fazi pripreme za 3D štampu, bilo je potrebno generisati fajl u STL formatu kako bi se dalje procesuirao. U ovoj fazi, izrađeni 3D model je konvertovan, odnosno snimljen u fajl formata STL sa 2422 trougla. Za ovu fazu je takođe korišćen SolidWorks softverski paket (Slika 3).



**Slika 3.** Konverzija u format STL.

Konvertovan fajl se uvozi u u specijalizovani softver 3DWox (Slika 4.) koji, na osnovu toga, generiše G kod (Slika 5.). G kod predstavlja niz programskih redova koji sadrže neophodne informacije o poziciji izradka, načinu izrade i dr., kako bi se proizvod ispravno izradio. Tokom generisanja G koda, softver je automatski dodao noseću strukturu radi čvršće i tačnije izrade zadatog dela i ocenio vreme potrebno za izradu dela. Ova struktura je samo oslonac tokom izrade koji ima malu gustinu materijala, kako bi se nakon završetka, uklonila mehaničkim putem [3]. G kod se putem USB veze šalje 3D štampaču, koji ga izvršava.



**Slika 4.** Okruženje softvera 3DWox.

3D štampač počinje se realizacijom zadatog G koda, tako što prvo vrši pozicioniranje radne ploče i ekstrudera u koordinatni početak, zatim podešavanja njihove temperature. Za potrebe izrade nosača, temperatura ekstrudera je bila 220 °C, a temperatura podloge 70 °C, i izabrani materijal je PLA. Nakon završetka procesa izrade, ekstruder se automatski vraća u početni položaj, a izrađeni deo se ručno odstranjuje sa podloge, a zatim se, po potrebi, ručno uklanjaju noseće strukture. Potrebno vreme za izradu nosača na 3D štampaču je 1 sat 43 minuta i 53 sekunde. Deo ima 88 slojeva, a njegova masa je 16.4 grama. Pored toga, utrošeno je 5.49 metara materijala PLA. Izrađeni nosač je prikazan na slici 6.

```

M104 S200           ;Heat up the nozzle without waiting
M140 S60            ;Heat up the bed without waiting

M107               ;fan off
G200               ;nozzle cleaning
G21                ;metric values
G90                ;absolute positioning
G92 E-15           ;zero the extruded length

;M109 S(printer nozzle temperature)   ;applied from dialog
;M190 S(printer bed temperature)      ;applied from dialog

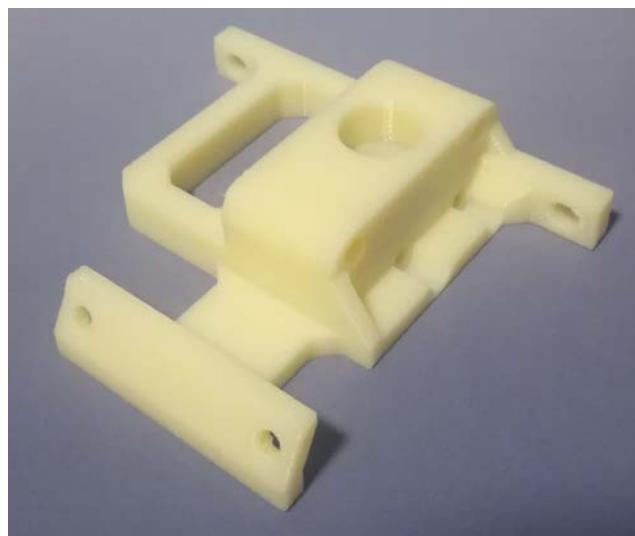
M109 S200           ;Heat up the nozzle
M190 S60            ;Heat up the bed

G28                ;Home
G0 F9000 Z3.00     ;Not applied Z offset function

;Layer count: 88
;LAYER: -3
;RAFT BASE
G1 F1800 E-6.000000
G0 F10800 Z0.300
G1 X56.049 Y63.405 E0.000000
;TYPE:SUPPORT
G1 F600 X62.051 Y63.405 E0.74860
G1 X62.051 Y70.742 E1.66371
G1 X66.464 Y75.155 E2.44212
G1 X76.436 Y75.155 E3.68588
G1 X78.849 Y72.742 E4.11150
G1 X78.849 Y67.594 E4.75359
G1 X113.436 Y67.594 E9.06747
G1 X115.849 Y65.181 E9.49310
G1 X115.849 Y54.595 E10.81344
G1 X122.851 Y54.595 E11.68677
G1 X122.851 Y130.599 E21.16641
G1 X115.849 Y130.599 E22.03974
G1 X115.849 Y120.452 E23.30532
G1 X113.436 Y118.039 E23.73095
G1 X82.435 Y118.039 E27.59757
G1 X78.849 Y114.453 E28.23010
G1 X78.849 Y96.070 E30.52292
G1 X76.436 Y93.657 E30.94855
G1 X66.464 Y93.657 E32.19231
G1 X62.051 Y98.070 E32.97071
G1 X62.051 Y105.403 E33.88533
G1 X56.049 Y105.403 E34.63393
G1 X56.049 Y63.405 E39.87215
G0 F10800 X88.264 Y97.907
G1 F600 X85.851 Y100.320 E40.29778
G1 X85.851 Y108.624 E41.33350

```

**Slika 5.** Izvod iz G koda



**Slika 6.** Nosač izrađen na 3D štampaču.

#### 4. ZAKLJUČAK

Aditivne tehnologije u sprezi za CAD softverima omogućavaju brzu i relativno jeftinu izradu delova od različitih materijala. Tako, mogu naći primenu u situacijama kada prilikom otkaza nekog dela mašine nije moguće isti nabaviti, ali i pri razvoju proizvoda. Savremeni softver ski paketi pružaju mogućnosti izrade viruelnog modela proizvoda, dok aditivna tehnologija obezbeđuje brzu izradu prototipova. Takođe, sve više CAD softvera integriše opcije za povezivanje sa određenim 3D štampačima, kako bi korisnik mogao lakše da isprati tok procesa izrade.

U ovom radu je predstavljena upotreba tehnologije 3D štampe kako bi se izradio nosač ekstrudera i ventilatora određene mašine. Zbog loma navedenog nosača, došlo je do prestanka rada mašine, pa je odlučeno da se deo izradi na 3D štampaču. Međutim, tok njegove izrade je podeljen u četiri faze. U prvoj fazi izvršeno je snimanje dela, a u drugoj fazi kreiranje 3D modela upotrebom softverskog paketa SolidWorks. U trećoj fazi je izvršena priprema za 3D štampu kroz konverziju 3D modela u fajl formata STL, upotrebom SolidWorks softverskog paketa, i generisanje G koda, upotrebom softvera 3Dwox. Konačno, u četvrtoj fazi je deo izrađen na 3D štampaču.

S obzirom na parametre koje je izrađeni deo trebao da zadovolji, a to su, kvalitet hrapavosti površine, zahtevana tačnost izrade, čvrstoća i vreme izrade, tehnologija 3D štampe se pokazala kao optimalana za izradu nosača ekstrudera i ventilatora. Iako postoje druge tehnologije koje su se mogle koristiti za izradu nosača, svakako da bi cena za izradu jednog komada bila značajno veća u odnosu na izradu tehnologijom 3D štampe. Deo je, nakon izrade, montiran na mašinu i dalje se nalazi u eksploataciji.

#### LITERATURA

- [1] <https://solfin.com/3DT/solidworks/desktop/3D-CAD>, pristupljeno 20.11.2019. godine.
- [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] Excell, Jon, *The rise of additive manufacturing*, The Engineer, Retrieved 2013-10-30.
- [4] M. Trajanović, N. Grujović, J. Milovanović, V. Milivojević, *Računarski podržane brze proizvodne tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2008.

## ISPITIVANJE MIKROSTRUKTURE GUMENIH PROIZVODA TESTING OF MICRO STRUCTURE OF RUBBER PRODUCTS

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

**Sadržaj** – U novije vreme pored određivanja fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava materijala vrši se i ispitivanje njegove mikrostrukture. Ovakvim obimom ispitivanja dobija se potpuna slika o kvalitetu materijala i proizvoda. Pomoću klasičnog optičkog mikroskopa nije moguće ispitati strukturu gume i njenih proizvoda, pa se zato ova ispitivanja vrše na transmisijom elektronskom mikroskopu ili na skenirajućem elektronskom mikroskopu. Takođe, guma ima elektro izolatorska svojstva pa se za ispitivanje na elektronskom mikroskopu mora uzorak posebni pripremiti. U radu je prikazana metodologija ispitivanja uzoraka od gume na skenirajućem elektronskom mikroskopu.

**Ključne reči:** Guma, mikrostruktura, skenirajući elektronski mikroskop.

**Abstract** – Now days, in addition of determining the physical, chemical and mechanical properties of materials, the microstructure of materials has also been tested. This volume of testing gives a complete picture of the quality of the materials and their products. It is not possible to examine the structure of a rubber and its products using a classical optic microscope, and therefore this test is performed on a transmission electron microscope or scanning electron microscope. Also, the rubber has electro-insulating properties, so sample must be prepared for testing on an electron microscope. The paper presents a methodology for testing rubber samples at scanning electron microscope.

**Key words:** Rubber, microstructure, Scanning Electron Microscope

### 1. UVOD

Ispitivanje svojstava gume i proizvoda od gume se u novije vreme ne ograničava samo na određivanje njihovih fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava, već se ispituje i mikrostruktura. Ovim obimom ispitivanja dobija se potpuna slika o kvalitetu materijala i proizvoda. Sa upoznavanjem strukture gume nastala je prava revolucija u proizvodnji materijala i razumevanju procesa pri vulkanizaciji gume. Upoznavanje unutrašnje strukture ovakvih materijala naročito je doprineo razvoj optike, u prvom redu savremenih optičkih i elektronskih mikroskopa. Naučna disciplina koja se bavi ispitivanjem unutrašnje strukture materijala poznata je pod nazivom metalografija, pri čemu se mora naglasiti da se ovaj termin koristi i kod ispitivanja i nemetalnih materijala (keramičkih materijala, polimera, elastomera, itd...). Postoje dve osnovne metode metalografskog ispitivanja i to: makroskopska i mikroskopska metoda.

Makroskopska ispitivanja sastoje se u vizuelnom pregledu uzorka golim okom ili pomoću lupe sa manjim povećanjem (do 20 puta). Ova ispitivanja prethode mikroskopskim ispitivanjima i u nizu slučajeva daju zadovoljavajuću sliku o građi materijala i greškama u njemu. Pri ispitivanju je moguće otkriti: veličinu i oblik šupljina nastalih pri sintezi materijala, zarobljene gasove, stepen homogenosti, prisustvo raznih primesa itd. Preciznija slika o unutrašnjoj strukturi materijala dobija se mikroskopskim ispitivanjem. U tu svrhu se koriste metalografski mikroskopi (stereo mikroskopi) koji rade na principu odbojne svetlosti ili elektronski mikroskopi.

Kod metalografskih mikroskopa svetlosni zraci padaju vertikalno na ispitivanu površinu, odbijaju se od nje i preko sistema prizmi dospevaju kroz okular do posmatračevog oka. Ukoliko svetlosni zrak padne na ravnu površinu odbiće se od nje i pod istim uglom doći do oka posmatrača. Tu tačku posmatrač vidi kao svetlu površinu. Nasuprot tome, ako snop svetlosnih zraka padne na neravnu-nagriženu površinu, dolazi do velikog rasipanja tako da samo mali deo svetlosnih zraka stiže do posmatrača. Ta mesta posmatrač vidi kao tamne površine. Zahvaljujući svetlosnim kontrastima između tamnih i svetlih polja mogu se jasno uočiti pojedine strukture na ispitivanoj površini [1].

Dvadesetih godina prošlog veka počeo je razvoj elektronske mikroskopije. Izvor svetlosti zamenjen je izvorom elektrona. Prvi transmisijski elektronski mikroskop (Transmission Electron Microscope – TEM) konstruirao je Ernest Ruska davne 1931 god. Kod transmisijskog mikroskopa snop elektrona prolazi kroz uzorak, pri čemu je visoki vakum u komori. Transmisioni elektronski mikroskop koristi se za posmatranje uzoraka koji su za elektrone propusni, pa tako debljina uzoraka ne sme biti veća od 1  $\mu\text{m}$ .

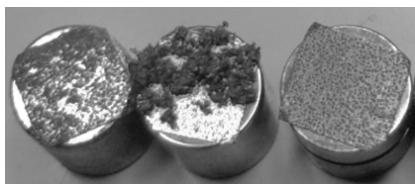
Skenirajući elektronski mikroskop (Scanning Electron Microscope - SEM) služi za proučavanje površine uzoraka, koji mogu biti različitih dimenzija, za elektrone nepropusni, a njime se može vrlo dobro snimiti trodimenzionalnost uzorka. Sistemom elektronskih kondenzorskih sočiva, elektroni se fokusiraju u vrlo uzak snop, usmeren na površinu uzorka, i tako, tačku po tačku skenira se površinu uzorka. Delovanje

snopa na površinu prouzrokuje emisiju sekundarnih elektrona, koji se u emisijskom načinu rada mogu registrovati kao slika na katodnoj cevi. Ispitivanje uzoraka na TEM-u i SEM-u zahteva prethodnu pripremu u zavisnosti od vrste materijala, tj. da li je materijal elektro propustan ili izolator. Kod ispitivanja mikrostrukture uzoraka od gume ne postoje standardizovane metode već se ovakva vrsta ispitivanja vrši na osnovu iskustvenih smernica [2, 3].

U ovom radu biće prikazana metodologija ispitivanja uzorka od gume na SEM-u. Takođe, u radu biće date i smernice za ovakva i slična ispitivanja.

## 2. METODOLOGIJA PRIPREME UZORAKA

Ispitivanje mikrostrukture gume na klasičnom metalografskom mikroskopu slabo je izvodljivo, jer je površina gume obično crna zbog čađi. Na njima se obično uočavaju samo krupne greške u materijalu koje su vidljive i golim okom. Takođe treba napomenuti da se guma sastoji od kaučuka i raznih sastojaka veličine do nekoliko mikrona. Zbog toga se mikrostruktura gume najčešće ispituje na SEM-u. Samo za potrebe visoke nauke uzorci gume se ispituju na TEM-u jer je neophodno obezbediti debljinu uzorka od 1  $\mu\text{m}$ .



Slika 1. Čestice gumenog praha [4].

Kako guma kao materijal u osnovi ima elektro izolatorska svojstva, to znači da nije pogodna za ispitivanje na SEM-u. Ovo znači da kada snop elektrona pogodi površinu uzorka neće doći do emisije sekundarnih elektrona, tj. neće biti slike površine. Zato je neophodno da se površina uzorka prevuče metalnom prevlakom. U praksi se najčešće koristi prevlaka od zlata. U zavisnosti od veličine uzorka rastresiti (praskasti ili zrnasti) materijali, prikazani na slici 1, se obično neparavaju (prevlače zlatom) u trajanju do 20 minuta.

Sa produženjem vremena neparavnja zlatom povećava se sloj zlata na površini uzorka čime se povećava mogućnost da neke karakteristične površi budu pokrivene zlatom i time budu slabo uočljive. Ovo posebno važi za vrlo sitne čestice.

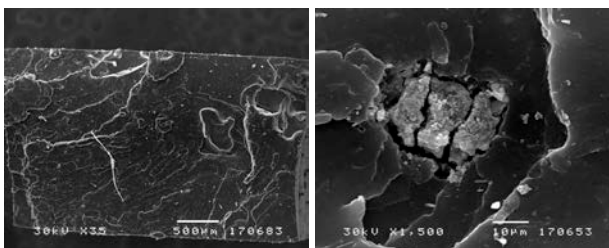


Slika 2. Pravougaoni uzorak od gume [4].

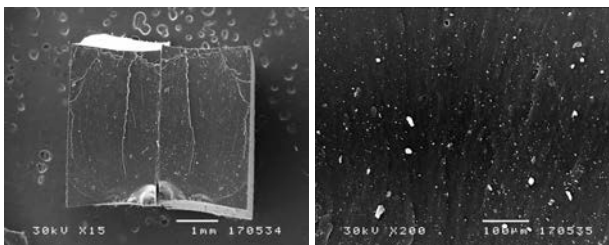
Kod većih uzoraka vreme neparavanja se kreće do 45 minuta. i ovde treba voditi računa da sloj zlata na površini uzorka ne bude predebeo. Na slici 2. prikazan je uzorak debljina 2x4mm.

## 3. ISPITIVANJE UZORKA NA SEM-u.

Kada je izvršena priprema uzorka pristupa se ispitivanju, uzorak se postavlja u SEM i vrši se ispitivanje structure. Vizuelnim pregledom traže se odstupanja (greške) slika 3, u strukturi uzorka u odnosu na etalon uzorka slika 4.

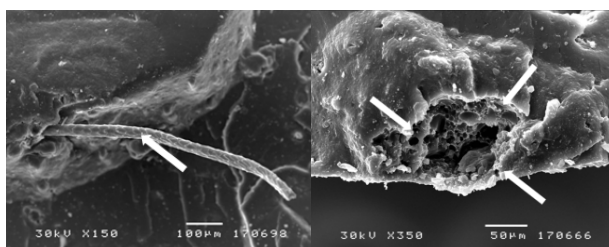


Slika 3. Greške u mikrostrukturi uzorka [4].



Slika 4. Etalon sa detaljem mikrostrukture [4].

Ispitivanje mikrostrukture gume i polimera najviše zavisi od iskustva ispitivača, jer za razliku od ispitivanja mikrostrukture metala ne postoje atlas structure. Ovo generalno predstavlja problem jer je neophodno odrediti da li neka pojava u strukturi potiče od sirovina, postupka vulkanizacije, itd. Po pravilu se najbrže prepoznaju i uočavaju prisustva stranih tela ili zarobljenog vazduha kao što je prikazano na slici 5. [4].



Slika 5. Greške u mikrostrukturi [4].

## 4. ZAKLJUČAK

Ispitivanje svojstava gume i proizvoda od gume se u novije vreme ne ograničava samo na određivanje fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava, već se ispituje i stanje mikrostrukture. Međutim, ova ispitivanja još uvek nisu standardizovana i u velikoj meri zavise od iskustva ispitivača. Rešenje ovog problema moglo bi se naći u izradi atlasa strukture gume i njenih karakterističnih proizvoda

## LITERATURA

- [1] <https://rgf.bg.ac.rs/predmet/Tehnologija%20materijala/Vezbe/Metode%20ispitivanja%20vezbe.pdf>, 2018.
- [2] S. Thomas, C. Sinturel, R. Thomas, *Micro- and Nanostructured Epoxy/Rubber Blends*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Germany, 2014.
- [3] G. H. Michler, *Electron Microscopy of Polymers*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- [4] P.S. Đekić, " Analiza uticaja recikliranog gumenog praha na svojstva i strukturugumenih smeša ", doktorska disertacija, Niš, 2017.



## SMANJENJE EFEKTA TOPLOTNOG OSTRVA KORIŠĆENJEM ENVI-MET SOFTVERA

### MITIGATING OF URBAN HEAT ISLAND USING ENVI-MET SOFTWARE

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:** *Gusto izgrađena struktura gradova proizilazi iz potreba savremenog društva. Većina gradova u Srbiji nastali su oko nasleđene structure naselja iz ranijih epoha. Nasleđena nepravilna ulična mreža, umetanje novih, velikih objekata sa visokim indeksom izgrađenosti u usku strukturu grada dovode do toga da je sve manje zelenih površina u centralnim gradskim zonama. Ovo je razlog za pojavljivanje efekta toplotnog ostrva. Svrha ovog rada jeste da pokaže način na koji može da se smanji efekat toplotnog ostrva na mikrolokacijskom nivou korišćenjem zelenih krovova. ENVI-met® je softver koji omogućava trodimenzionalno nehidrostatičko modeliranje interakcije između objekata, vazduha i vegetacije. Dizajniran je za rad na mikrolokacijskom nivou sa horizontalnom rezolucijom od 0,5 do 5 metara i sa najčešće korišćenim periodom trajanja simulacije od 24 do 48 sati. Metod za obavljanje simulacije u ovom radu je upravo softverski paket ENVI-met*

**Ključne reči:** *efekat toplotnog ostrva, simulacija, ENVI-met, zeleni krovovi, životna sredina*

**Abstract:** *Modern urban morphology implies a densely built central structure of cities. The central zones of the majority of cities in Serbia represent the inherited structure of the former settlements. The fragmented street network, the emergence of new, bigger buildings, both residential and administrative, a high land occupancy coefficient, have caused the urban landscape to be less and less located for green areas. That is the reason why urban heat island effect appears. The purpose of this paper is to demonstrate how to solve the problem of the thermal island effect at the micro location level using green roofs. ENVI-met is software that allows three-dimensional non-hydrostatic modeling of building-air-vegetation interaction. It is designed for microscale with a typical horizontal resolution from 0.5 to 5 meters and a typical period of 24 to 48 hours in the most cases. The method used in this paper is a simulation made in the ENVI-met® software package.*

**Keywords:** *urban heat island, green roof, simulation, ENVI-met, environment*

#### 1. UVOD

Sa brzim i nekontrolisanim razvojem gradova i sve većim potrebama modernog društva došlo je do pojave fenomena nazvanog efekat toplotnog ostrva. Ovaj efekat je najlakše i najjasnije može definisati kao značajno pregrevanje gusto izgrađene urbane sredine u poređenju sa okolnim ruralnim sredinama [1].

Efekat toplotnog ostrva može se pojaviti na površini zemlje kao i u atmosferi. Površinski efekat termalnog ostrva može se lako primetiti tokom najtoplijih dana u godini sa najvećom sunčevom insolacijom kada su površine poput trotoara i krovova zgrada zagrejane do čak 50°C više od okolnog vazduha, dok područja zaklonjena ili ona koja se nalaze u seoskom okruženju, gde je najčešći supstrat vlažno tlo, nemaju osetnu razliku u temperaturi vazduha i objekata [2]. Ovakav efekat termalnog ostrva može se otkriti u bilo koje doba dana, ali mnogo je lakše definisati ga tokom noći kada se apsorbovana toplota emituje u okolni prostor koje ima značajno nižu temperaturu nego tokom dana zbog odsustva sunčevog zračenja. To je glavni princip atmosferskog dejstva

efekta toplotnog ostrva. Zbog toga je srednja godišnja temperatura vazduha u gradu od milion stanovnika viša za 1 do 3 ° C u odnosu na temperaturu vazduha u prigradskim naseljima. Tokom perioda kada je zagrevanje tla veće, ta temperaturna razlika može porasti i do 12°C [3].

Ogromne količine solarne radijacije se skladište i kasnije vraćaju u gradsko okruženje zbog ogromne količine materijala koji imaju visok stepen apsorpcije sunčevog zračenja. Ovaj takozvani „efekat kanjona“ iz volumena građevine [4] u kombinaciji sa klimatizacijom, antropogenom toplotom koju stvaraju elektrane i automobili [5] doprinosi efektu toplotnog ostrva.

Jedno od glavnih oruđa za pokušaj smanjenja efekta toplotnog ostrva je uključivanje vegetacije u urbano okruženje koristeći zelene krovove kao jedini način koji ne menja fizičku strukturu urbanih blokova.

#### 2. METODOLOGIJA

ENVI-met® simulacioni softver je holistički, trodimenzionalni nehidrostatički softver koji simulira interakciju između objekata, atmosfere i vegetacije. Dizajniran

je da deluje na nivou mikrolokacije horizontalne rezolucije od 0,5 do 5 metara, u periodu od 24 do 48 sati, sa korakom od 1 do 5 sekundi [6]. Omogućava isprepletenost različitih područja u pravljenju simulacija kao što su: klimatologija, arhitektura, energija i prostorno planiranje.

Softver razvija prognostički model zasnovan na principima zakona dinamike i termodinamike fluida. Rezultati uključuju:

- Kratkotalasno i dugotalasno zračenje u zavisnosti od zasenčenja, refleksije i reemisije zračenja od strane objekata i vegetacije.
- Transpiraciju, isparavanje i protok toplote iz svih vrsta vegetacije u vazduh, uključujući potpunu simulaciju svih fizičkih parametara biljke (npr. fotosinteza).
- Površinsku i zidnu temperaturu svih delova objekta.
- Razmenu vode i toplotne energije tla.
- Izračunavanje biometeoroloških parametara.
- Raspršivanje inertnih gasova i čestica, uključujući čestice sedimenta na lišću i drugim površinama [6].

Takođe, ENVI-met® uključuje interakciju između objekata, vegetacije i različitih tipova površina, ali i kako svi ovi elementi utiču na atmosfere uslove. Kada se modelira, postoji 5 osnovnih modela koje se nezavisno unose u simulaciju:

- Atmosferski model koji izračunava kretanje vazduha, trodimenzionalnu turbulenciju, temperaturu, relativnu vlažnost i uzima u obzir prepreke kao što su objekti i vegetacija.
- Površinski model koji izračunava emitovane talase i refleksno zračenje kratkih talasa sa drugih površina uzimajući u obzir povezanost kratkotalasnog i dugotalasnog zračenja. Takođe, u rezultate su uključeni i albedo površine, senke stvorene kretanjem sunca i vodena para iz biljaka i tla.
- Vegetacijski model koji izračunava temperaturu celokupnog posmatranog prostora sa dejstvom vegetacije kao i ostale reakcije u lišću kako bi se uzeli u obzir svi fiziološki parametri biljaka sa meteorološkim parametrima atmosfere. Vegetaciju karakteriše normalizovana gustina površine lista i normalizovana gustina korena. Isparavanje i proračun turbulencije zasnovani su na cirkulaciji vazduha oko vegetacije i oblika drveta. Brzina isparavanja sa površine lista utiče na izmenu toplote između lišća i okoline.
- Model zemljišta, koji izračunava termodinamičke i hidrodinamičke procese tla.
- Biometeorološki model koji može izračunati PMV indeks na osnovu meteoroloških podataka [7].

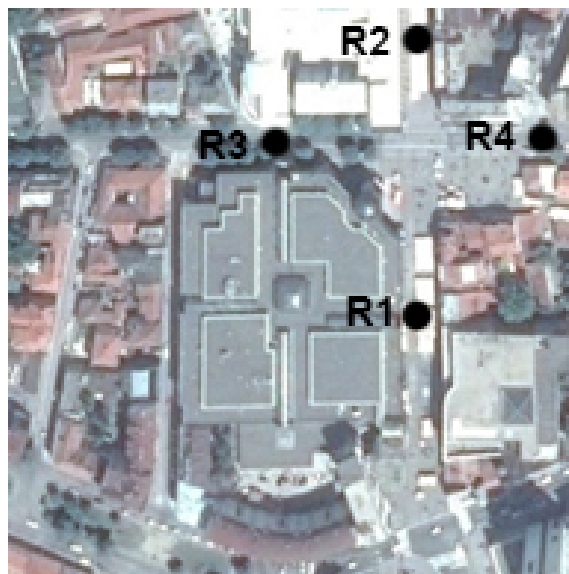
### 3. STUDIJA SLUČAJA

U ovom istraživanju, modeliranje podataka je izvršeno u ENVI-met® softveru Verzija 4.3.2.

Odabrano područje je centralna zona grada Niša. Niš je smešten na 43°19' geografske širine severno i 21°54' dužine istočno, u dolini Nišave, u blizini mesta gde se ona uliva u Južnu Moravu. Glavni gradski trg, centralni deo grada, nalazi se na 194 m nadmorske visine. Prosečna godišnja temperatura na području Niša iznosi 11,9°C. Juli je najtopliji mesec u godini, sa prosekom od 22,5°C. Najhladniji mesec je januar, a prosek je 0,6°C (33,1°F). Prosek godišnjih padavina je 580,3

mm (22,85 inča). Prosečna vrednost vazdušnog pritiska je 992,74 mb. U proseku je 134 dana sa kišom, a snežni pokrivač traje 41 dan.

Ispitana površina je kvadratnog oblika, dužine stranice su 180m. Satelitski snimak područja pokazuje nam malu količinu zelenih površina koje su uglavnom prekrivene visokim drvećem i veliku površinu koju zauzimaju ravni krovovi zgrada. Radi lakšeg modeliranja, satelitski snimak je rotiran za 11,5° tako da se pravci pružanja većine objekata nalaze u horizontalnom i vertikalnom pravcu.



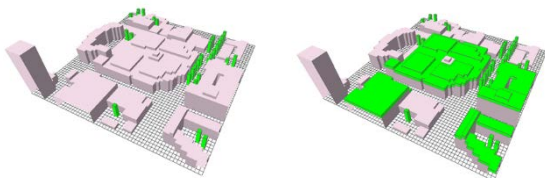
Slika 1. Satelitska slika lokacije

Izabrana rešetka za ovaj model je 3D rešetka sa podelom od 3m u svim pravcima. Rezolucija modela se uzima u skladu sa preporučenim vrednostima za jedno polje (od 0,5 m do 10 m) kako bi se postigao najbolji odnos između vremena obrade modela i relevantnosti rezultata. Preciznija rezolucija zahteva veći model, a osnovna verzija softvera omogućava maksimalnu veličinu radnog prostora od 100x100x30 polja.

Tabela 1. Početni parametri

Početak i trajanje simulacije	
Datum	01.08.2018.
Vreme	05:00
Trajanje simulacije (h)	40
Uneti meteorološki uslovi	
Brzina vetra na visini 10m (m/s)	3.0
Pravac vetra	270° (W)
Varijacija dužine na lokaciji	0.01
Ugao rotacije modela	11.5°
Temperatura	
Uneta temperature vazduha (°C)	18.0
Vlažnost	
Uneta relativna vlažnost (%)	50
Geografski podaci za Grad Niš	
Visina (m)	194
Geog. širina	43°19'
Geog. dužina	21°54'
Broj i veličina podeoka mreže	
Mreža (x,y,z)	60, 60, 30
Veličina mreže (m)	dx=3, dy=3, dz=3
Granični elementi mreže	3

Osnovni model je napravljen u skladu sa relevantnim karakteristikama postojećeg stanja. Položaj, veličina i oblik građevine, položaj biljaka i površinskih materijala i karakteristike tla predstavljaju trenutno stanje urbane lokacije. Zeleni model ima iste karakteristike kao i osnovni model, osim površina ravnih krovova koji su pretvoreni u opsežne zelene krovove.

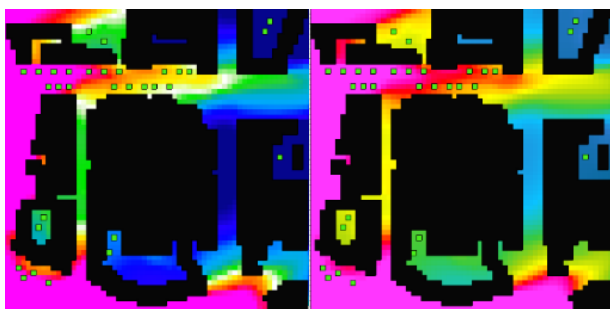


**Slika 2.** 3D model lokacije sa i bez zelenih krovova

Površina modelirane lokacije iznosi 32.400 m<sup>2</sup>. Nakon razvoja modela sa primenom zelenih krovova kao jednog od načina da ublažimo efekat urbanog toplotnog ostrva, uspjeli smo da povećamo površinu prekrivenu vegetacijom za 10.341 m<sup>2</sup> (1/3 celokupne površine). Prosečna visina zelenih krovova je 16 metara.

#### 4. REZULTATI

Izlazni parametri simulacije koji predstavljaju osnovu ovog rada su temperatura vazduha, relativna vlaga i srednja zračna temperatura za dva gore navedena slučaja. Pošto je simulacija rađena u osnovnoj verziji softvera, neki se parametri ne mogu menjati. Da bi ovaj efekat bio najbolje predstavljen, potrebno je da simulacija traje nekoliko dana, da se celokupan sistem uskladi kako bi delovao kao realno stanje u realnom prostoru, tj. da se svi predmeti zagrevaju tokom dana, a da se tokom noći hlade [8]. Međutim, bez obzira na to, mogu se приметiti jasne razlike između dva analizirana slučaja. Takođe, treba uzeti u obzir činjenicu da bi rezultati bili realniji i pružili bi više informacija ako bi se uzela šira lokacija od trenutne, što je u ovom slučaju bilo nemoguće zbog tipa softvera.

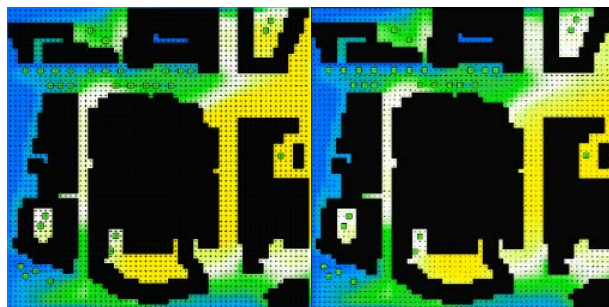


**Slika 3.** Temperatura vazduha u 15h (osnovni model - levo, zeleni krov - desno)

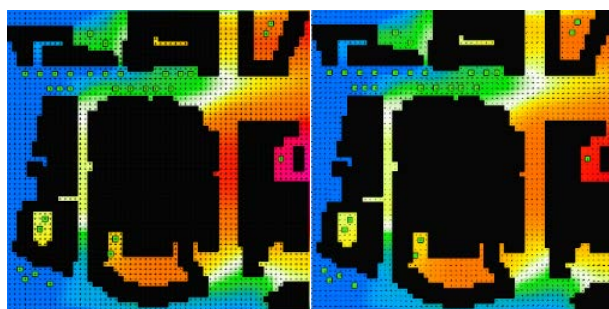
Slika 3 predstavlja raspodelu temperature na posmatranu lokaciju u 15h u nivou kretanja pešaka, što predstavlja najtopliji period dana. Može se videti da topli vazduh dolazi sa vetrom sa zapada i da zeleni krovovi, iako na prosečnoj visini od 16 m u odnosu na pešačku zonu, utiču na smanjenje temperature i tako ublažavaju efekat toplotnog ostrva.

Analiza temperature vrši se u 22h (kada nema sunčeve svetlosti, ali postoji emisija temperature iz objekata) i u 5h ujutru (kada još nema sunčeve svetlosti, a objekti su većinu

temperature predali u okolni prostor i postigli stanje ravnoteže). Grafički rezultati su dati na sledećim slikama.

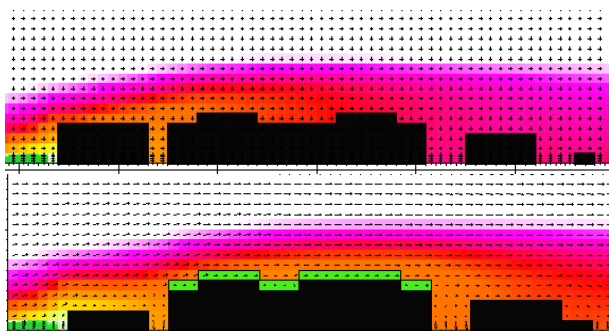


**Slika 4.** Temperatura vazduha u 22:00 (osnovni model - levo, model zelenog krova - desno)

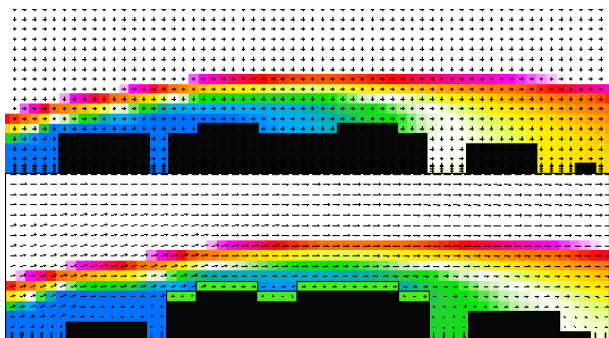


**Slika 5.** Temperatura vazduha u 5:00 ujutro (osnovni model - levo, zeleni krov - desno)

Kretanje hladnijeg vazduha sa krovova i njegov uticaj na visinu kretanja pešaka mogu se jasnije videti na preseku kroz posmatranu lokaciju. Uticaj pravca vetra na efekat hlađenja prostora takođe se može videti na preseku.



**Slika 6.** Temperatura vazduha u 22h - presek (osnovni model - gornji, zeleni krovni model - donji)



**Slika 7.** Temperatura vazduha u 5h - presek (osnovni model - gornji, zeleni krovni model - donji)



Kao što je prikazano na slici 1, četiri merne tačke (R1, R2, R3 i R4) su postavljene na mestu i njihove vrednosti u ovim promatranim vremenskim intervalima su date u sledećoj tabeli. Tačke R1 i R2 nalaze se u ulici koja je orijentisana sever-jug i u kojoj nema značajnog kretanja vazдушnih struja, dok su tačke R3 i R4 usmerene u pravcu istok-zapad i nalaze se na pravu strujanja vetra. Pored temperature prikazane na slikama 3, 4 i 5, u tabeli su prikazani i podaci o relativnoj vlažnosti vazduha kao i srednjoj zračnoj temperaturi. Relativna vlažnost je odnos trenutne apsolutne vlažnosti prema najvišoj mogućoj apsolutnoj vlažnosti (koja zavisi od trenutne temperature vazduha). Čitanje 100% relativne vlažnosti znači da je vazduh potpuno zasićen vodenom parom koju više ne može da zadrži, pa dolazi do pojave kiše [9]. Srednja zračna temperatura, T<sub>mrt</sub> ili MRT, koja se može smatrati ponderiranim zbirom svih dugotalasnih i kratkotalasnih zračenja (uključujući direktne, refleksne i difuzne komponente), kojima je ljudsko telo izloženo, jedna je od najvažnijih meteoroloških parametara koji se odnose na ljudsku energetsku ravnotežu i toplotni komfor ljudi. Po definiciji, MRT je „uniformna temperatura zamišljenog kućišta u kome se zračna temperatura prenosi u stvarno neuniformnu sredinu“ [10].

**Tabela 2.** Vrednosti na mernim mestima

	Osnovni model			Model - zeleni krov		
	15h	22h	5h	15h	22h	5h
<b>Temperatura vazduha (°C)</b>						
<b>R1</b>	30.94	28.04	22.09	30.89	27.94	22
<b>R2</b>	31.11	27.87	21.71	30.99	27.82	21.67
<b>R3</b>	32.36	27.72	20.86	32.28	27.71	20.86
<b>R4</b>	31.66	27.96	21.72	31.59	27.91	21.65
<b>Relativna vlažnost (%)</b>						
<b>R1</b>	47.97	52.60	58.91	48.42	52.96	59.29
<b>R2</b>	48.09	53.97	60.54	48.48	54.11	60.68
<b>R3</b>	47.16	55.84	64.01	59.97	55.83	64.01
<b>R4</b>	46.49	53.52	60.42	46.76	53.74	60.70
<b>Srednja zračna temperatura (°C)</b>						
<b>R1</b>	41.84	20.39	13.43	41.55	20.41	13.51
<b>R2</b>	41.93	20.47	13.67	41.56	20.45	13.71
<b>R3</b>	60.75	21.15	14.35	59.97	21.23	14.51
<b>R4</b>	69.23	20.16	11.98	69.10	20.15	12.01

Analizom tabele 2 vidi se da se na svim mernim mestima može primetiti pad temperature kod modela sa zelenim krovovima. Ovaj pad je mali s obzirom na to da ekstenzivni zeleni krov koji ima najmanje snage za ublažavanje efekata termalnog ostrva [11]. Cilj istraživanja je da se pokaže primenjivost i doslednost softverskog paketa i u uslovima koji daju neznatne razlike u dobijenim vrednostima.

U skladu sa očekivanjima, s povećanjem zelene površine na lokaciji i povećanjem transpiracije biljaka, pored smanjenja temperature, povećava se i relativna vlažnost vazduha [12].

## 5. ZAKLJUČAK

Efekat toplotnog ostrva kao jedan od najzastupljenijih problema savremenog društva javlja se u svim vrstama gradskih struktura zbog smanjene količine vegetacije i povećane količine građevina koje je stvorio čovek. Jedan od načina da se smanji ovaj efekat je primena sistema zelenih krovova na svim objektima koji podržavaju ovu vrstu konstrukcija. To bi umanjilo negativni uticaj efekta toplotnog ostrva i pozitivno uticalo na kvalitet vazduha u urbanim

sredinama. Iako može pozitivno uticati na smanjenje pomenutog efekta, ne možemo govoriti o njegovom iskorenjivanju, jer bez obzira koliko vegetacije stavili na petu fasadu objekata (krovove), ipak će postojati velika razlika između prirode i prirode s stvoreni uslovi koje je stvorio čovek.

Jedan od načina da se analizira opravdanost adaptacije i modifikacije ravnih krovova u zelenim krovovima je upotreba softverskih paketa poput ENVI-meta. Ovaj softver se ne može primeniti na celokupno područje urbane strukture, ali je svakako dobro simulirati prirodne uslove koji prevladavaju u tom području na nivou mikrolokacije.

## LITERATURA

- [1] G. G. B. M. I. N. S. S. Dario Ambrosini, "Evaluating Mitigation Effect of Urban Heat Island in a Historical Small Center with the ENVI-Met Climate Model," Sustainability, vol. 6, pp. 7013-7029, 2014.
- [2] B. S. Berdahl P, "Preliminarz survey of the solar reflectance of cool roofing materials," Energy and Buildings, vol. 25, pp. 149-158.
- [3] O. T.R., Boundary Layer Climates, New York: Routledge, 1987.
- [4] A. J. Arnfield, J. M. Herbert and G. T. Johnson, "Urban canyon heat source and sink strength variations: A simulation-based sensitivity study," in Congress of Biometeorology and International Conference on Urban Climate, Sydney, 1999.
- [5] A. M. RIZWAN, L. Y. DENNIS and C. LIU, "A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island," Journal of Environmental Sciences, vol. 20, no. 1, pp. 120-128, 2008.
- [6] E. GmbH, "Envi-met," 25 December 2017. [Online]. Available: <http://www.envi-met.com/#1509708337289-91f4c901-b2ed1509711808171>.
- [7] S. A., "Wind comfort in a public urban space - Case study within Dublin Docklands," Front Archit. Res., vol. 2, pp. 50-66, 2013.
- [8] F. Salata, I. Golasi and R. d. L. Vollaro, "Urban microclimate and outdoor thermal comfort. A proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data," Sustainable Cities and Society, vol. 26, pp. 318-343, 2016.
- [9] HowStuffWorks, "What Is Relative Humidity and How Does it Affect How I Feel Outside?," InfoSpace Holdings LLC, 2018. [Online]. Available: <https://science.howstuffworks.com/nature/climate-weather/atmospheric/question651.htm>. [Accessed 14 11 2018].
- [10] A. Lai, M. Maing and E. Ng, "Observational studies of mean radiant temperature across different outdoor spaces under shaded conditions in densely built environment," Building and Environment, vol. 114, pp. 397-409, 2017.
- [11] M. Lalošević, M. Komatina, M. Miloš and N. Rudonja, "Green roofs and cool materials as retrofitting strategies for urban heat island mitigation – case study in Belgrade, Serbia," Thermal sciences Online, no. 00, pp. 86-86, 2018.
- [12] L. Shashua-Bar and M. E. Hoffman, "Vegetation as a climatic component in the design of an urban street," Energy and Buildings, vol. 31, no. 3, pp. 221-235, 2000.

## KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA PEŠAČKOM PRELAZU CHARACTERISTICS OF TRAFFIC ACCIDENTS ON THE PEDESTRIAN CROSSING

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

**Sadržaj** - *Odgovornost za stradanje pešaka na pešačkom prelazu, gotovo uvek, snose samo vozači, a veliki doprinos tome daju i veštaci saobraćajno-tehničke struke, svojim stavovima u Nalazima i mišljenjem da na strani pešaka nema nikakvih propusta vezanih za nastanak saobraćajne nezgode. Međutim, u praksi se dešava da pešaci započinju prelaženje kolovoza u situaciji kada se vozilo nalazi na veoma bliskom odstojanju ispred pešačkog prelaza koje je znatno manje od zaustavnog puta vozila za dozvoljenu brzinu kretanja ili čak manje od puta reagovanja sistema vozač-vozilo. Cilj ovog rada je definisanje metodologije utvrđivanja propusta vozača i pešaka prilikom sudara vozila i pešaka na pešačkom prelazu i zauzimanje jedinstvenog stava veštaka saobraćajno-tehničke struke u karakterističnim situacijama.*

**Ključne reči:** Saobraćajna nezgoda. Pešački prelaz. Propusti učesnika nezgode.

**Abstract** - *The responsibility for pedestrian crossing at the pedestrian crossing is almost always the sole responsibility of the drivers, and the experts in the traffic engineering profession make a great contribution to this, with their views in Findings and the view that there are no omissions on the pedestrian side. However, in practice pedestrians start crossing the carriageway in a situation where the vehicle is at a very close distance in front of a pedestrian crossing that is significantly less than the stopping distance of the vehicle for the permitted speed or even less than the response time of the driver-vehicle system. The aim of this paper is to define a methodology for determining the failure of drivers and pedestrians in the collision of vehicles and pedestrians at a pedestrian crossing and to take a unique position of the experts of the traffic and technical profession in characteristic situations.*

**Key words:** Traffic accident. Pedestrian crossing. Failures of accident participants.

### 1. UVOD

Opšte je poznato pešaci su jedna od najbrojnijih i ujedno najranjivijih kategorija učesnika u saobraćaju. Zbog neposedovanja spoljašnje zaštite, pešaci imaju status ranjivih učesnika u saobraćaju, jer prilikom kontakta sa vozilom gotovo uvek bivaju povređeni usled dejstva znatno veće kinetičke energije koju poseduje vozilo.

Prema podacima Agencije za bezbednost saobraćaja Republike Srbije, pešaci su u prethodnom desetogodišnjem periodu od 2008. do 2018. godine činili 24,5% poginulih u saobraćajnim nezgodama, dok su u saobraćajnim nezgodama sa poginulim učestvovali sa 27% [10]. Kada se ovaj podatak uporedi sa stanjem u zemljama EU, Srbija spada u zemlje sa visokom stopom stradanja pešaka u saobraćaju. Naime, u Norveškoj na primer pešaci čine svega 10% poginulih, a izraženi ugroženost pešaka od skoro 40% zabeležena je u Letoniji i Poljskoj [5].

Tokom sudskih postupaka koji se vode u slučajevima saobraćajnih nezgoda vozila i pešaka, a koje se dešavaju na obeleženom pešačkom prelazu, odgovornost za stradanje pešaka na pešačkom prelazu, gotovo uvek, snose samo vozači. Analizom jednog broja Nalaza i mišljenja veštaka, može se uočiti da veliki uticaj na konačan ishod sudskog postupka, u

takvim situacijama, imaju i veštaci saobraćajno-tehničke struke svojim stavovima prilikom izrade Nalaza.

Ovakvi stavovi veštaka, posebno su neprihvatljivi u slučajevima u kojima pešaci započinju prelaženje kolovoza u situaciji kada se vozilo nalazi na veoma bliskom odstojanju ispred pešačkog prelaza, odnosno na odstojanju koje je znatno manje od zaustavnog puta vozila za dozvoljenu brzinu ili čak manje od puta reagovanja sistema vozač-vozilo. Najveći problem javlja se iz razloga što veštaci, prilikom iznošenja mišljenja o propustima zaboravljaju na odredbu ZOBS-a koje se odnose na obaveze pešaka prilikom prelaska kolovoza na obeleženom pešačkom prelazu.

Imajući u vidu navedene propuste koji se prave prilikom ekspertiza saobraćajnih nezgoda, u ovom radu su najpre definisane Zakonske odredbe koje se odnose na pešake i obaveze vozača prema pešacima, nakon toga su prikazane tipične situacije SN vozila i pešaka, a na kraju su definisani propusti koji se odnose na ovaj tip SN i postupci veštaka.

### 2. ZAKONSKE ODREDBE KOJE SE ODNOSI PEŠAKE I ODNOS VOZAČA PREMA PEŠACIMA

Kretanje pešaka i obaveze vozača prema pešacima su regulisane Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima (ZoBS). Međutim, pored Zakona, učešće u saobraćaju se re-

guliše i pratećim pravilnicima, podzakonskim aktima od kojih je najznačajniji Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji. Kako bi bolje bile sagledane obaveze vozača prema pešacima, kao i obaveze pešaka u saobraćaju, važno je najpre upoznati se sa pojmovima definisanim Zakonom o bezbednosti saobraćaja, a koji se odnose na saobraćaj vozila i pešaka. Pored toga, neophodno je upoznati se sa preciznim značenjem saobraćajne signalizacije koja se odnosi na kretanje pešaka i obaveze vozača prema pešacima, a koja je definisana Pravilnikom o saobraćajnoj signalizaciji. Imajući u vidu da se u okvirima ovog rada razmatraju saobraćajne nezgode na pešačkim prelazima, ovde se pre svega misli na saobraćajnu signalizaciju koja se odnosi na obeleženi pešački prelaz.

Imajući u vidu definiciju „pešaka“ i „učesnika u saobraćaju“ (Član 7. ZoBS-a) jasno se zaključuje da su i pešaci učesnici u saobraćaju i da su samim tim dužni da se ponašaju na način kojim neće ometati, ugroziti ili povrediti druge učesnike, kao i da preduzmu sve potrebne mere radi izbegavanja ili otklanjanja opasnih situacija nastalih ponašanjem drugih učesnika u saobraćaju, ako sebe ili drugog time ne dovodi u opasnost. Svi učesnici u saobraćaju, pa samim tim i pešaci dužni su da postupaju u skladu sa propisima o pravilima saobraćaja, saobraćajnoj signalizaciji i znacima i naredbama koje daje ovlašćeno službeno lice nadležnog organa (Član 3. i Član 20. ZoBS-a).

Pravila kretanja pešaka na obeleženom pešačkom prelazu definisana su članom 97. stav 3. ZoBS-a, dok su obaveze vozača prema pešacima koji prelaze kolovoz na pešačkom prelazu definisane članom 23. stav 2. ZoBS-a, članom 99. stav 3. ZoBS-a i članom 99. stav 5. ZoBS-a.

Navedenim članom 99. stav 3. ZoBS-a naglašeno je da je vozač u obavezi da propusti pešaka:

- koji je već stupio na pešački prelaz,
- stupa na pešački prelaz i
- pokazuje nameru da će stupiti na pešački prelaz.

Situacije u kojima je pešak stupio ili stupa na pešački prelaz, odnosno kada je pešak započeo prelazak kolovoza su uglavnom jasni i vozač je u tim situacijama dužan da omogućiti prelazak pešaka preko kolovoza tako da ne utiče na promenu načina kretanja pešaka. Međutim, ZoBS nije definisao na koji način pešak iskazuje nameru za prelazak preko kolovoza što stvara nedoumicu i različita tumačenja. Na sledećim slikama prikazane su karakteristične situacije u kojima je pešak već stupio ili stupa na pešački prelaz ili pokazuje nameru da će stupiti na pešački prelaz.



**Slika 1.** Situacija u kojoj pešak pokazuje nameru da će stupiti na pešački prelaz



**Slika 2.** Situacija u kojoj pešak stupa na pešački prelaz



**Slika 3.** Situacija u kojoj je pešak stupio na pešački prelaz

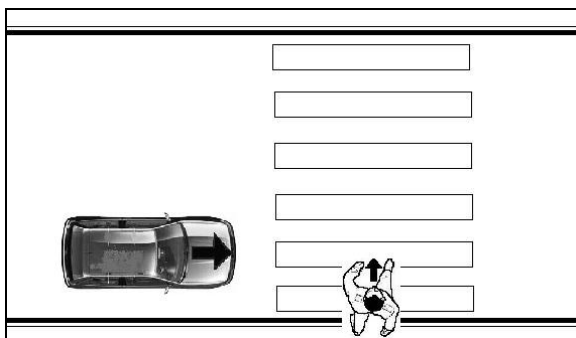
Ukoliko su u navedenim situacijama u pitanju deca pešaci, nemoćna lica, slepe osobe koje se kreću uz upotrebu belog štapa i/ili psa vodiča, osobe sa invaliditetom, vozač je obavezan da zaustavi vozilo i da ih propusti (videti član 99. stav 5. ZoBS-a). Ako su u pitanju navedena lica nedvosmisleno je rečeno da vozač ima obavezu da zaustavi vozilo pre pešačkog prelaza, odnosno po uočavanju ovih lica, da se približava pešačkom prelazu sa namerom zaustavljanja vozila, bez obzira na aktivnosti pešaka.

Ukoliko je saobraćaj na pešačkom prelazu regulisan svetlosnim saobraćajnim znakovima ili znakovima policijskog službenika, vozač je dužan da svoje vozilo zaustavi ispred pešačkog prelaza kada mu je datim znakom zabranjen prolaz, a ako mu je na takvom prelazu datim znakom dozvoljen prolaz, vozač je dužan da propusti pešaka koji je već stupio na pešački prelaz ili pokazuje nameru da će stupiti na pešački prelaz dok mu je svetlosnim saobraćajnim znakom ili znakom policijskog službenika prelaz bio dozvoljen (član 99. stav 1. ZoBS-a.)

### 3. TIPIČNE SITUACIJE SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA OBELEŽENOM PEŠAČKOM PRELAZU

Analizom većeg broja Nalaza i mišljenja veštaka, ustanovljeno je da postoji nekoliko karakterističnih situacija sudara vozila i pešaka u zavisnosti od smera i načina kretanja pešaka i one su prikazane na sledećim slikama.

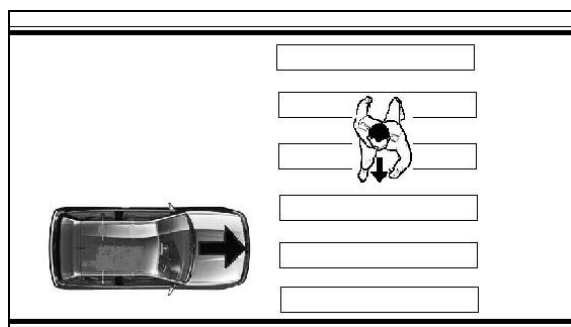
**1. Tipična situacija.** Sudar na obeleženom pešačkom prelazu pešaka koji je hodom dolazio vozilu sa desne strane, neometana preglednost 15,3 % svih SN sa pešacima.



Slika 4. Tipična situacija 1 [4]

U ovim slučajevima, koji su relativno često zastupljeni (15,3% svih nezgoda sa pešacima), evidentan je propust vozača koji je dužan da na obeleženom pešačkom prelazu propusti sve pešake koji prelaze kolovoz, ali i da povede računa o „neodlučnima“ koji naizgled ne žele da prelaze kolovoz.

**2. Tipična situacija.** Sudar na obeleženom pešačkom prelazu pešaka koji je hodom dolazio vozilu sa leve strane, neometana preglednost.

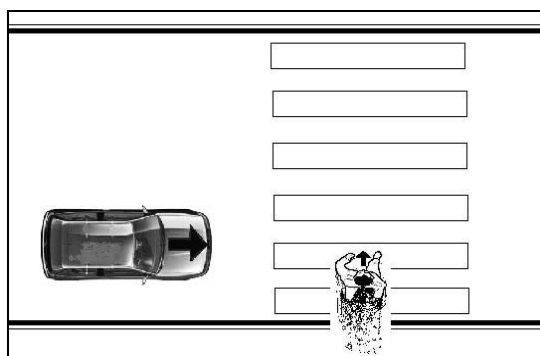


Slika 5. Tipična situacija 2 [4]

Tipična situacija br. 2 slična je tipičnoj situaciji br. 1, pri čemu vozač ima znatno više vremena za uočavanje pešaka, a samim tim i veće mogućnosti za izbegavanje saobraćajne nezgode. Samim tim, iz tih razloga ovi slučajevi nezgoda su manje zastupljeni (10% svih nezgoda sa pešacima).

Kada je reč o situaciji u kojoj pešak trči sa leve ili desne strane, a preglednost je neometana, vozač ponekad mora da reaguje i pre nego što pešak stupi na kolovoz, ukoliko prepozna da se pešak neće zaustaviti, odnosno promeniti način kretanja.

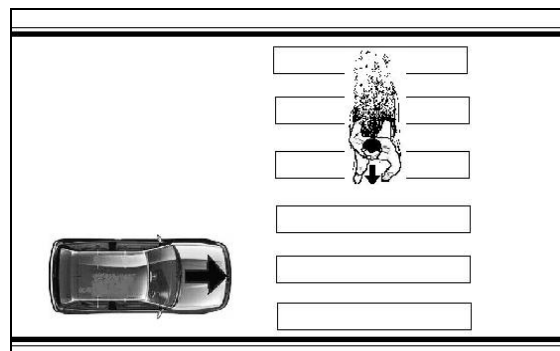
**3. Tipična situacija.** Sudar na obeleženom pešačkom prelazu pešaka koji trči i dolazi vozilu sa desne strane, neometana preglednost (3,4% svih nezgoda sa pešacima).



Slika 6. Tipična situacija 3 [4]

Iako su pešački prelazi mesta namenjena za kretanje pešaka preko kolovoza, njihovo naglo (trčanje) prelaženje od strane pešaka može dovesti do nastanka saobraćajne nezgode. Vozač nema razloga da očekuje nebezbedno pretrčavanje pešaka, bez obzira na postojanje pešačkog prelaza, a sa druge strane pešak je pre započinjanja prelaska dužan da se uveri da prelazak kolovoza može bezbedno otpočeti i završiti. Ipak, u tipičnim situacijama br. 5 i br. 6, do nezgoda je dolazilo tako što su pešaci trčali preko pešačkog prelaza nailazeći ka vozilu sa desne, odnosno leve strane.

**4. Tipična situacija.** Sudar na obeleženom pešačkom prelazu pešaka koji trči i dolazi vozilu sa leve strane, neometana preglednost 1,1 % svih SN sa pešacima.



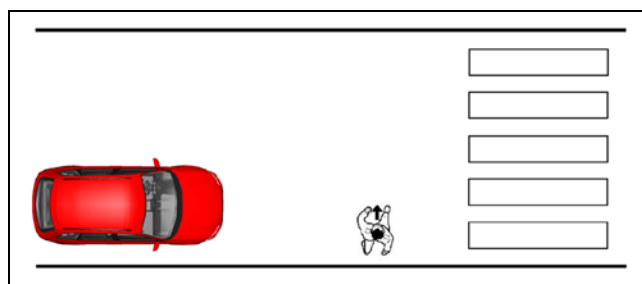
Slika 7. Tipična situacija 4 [4]

S obzirom na to da samo četvrtina oborenih pešaka kolovoz prelazi trčeći, znatno veći udeo oborenih pešaka koji pretrčavaju kolovoz dolazeći vozilu sa desne strane, u odnosu na tipičnu situaciju broj 4 se tumači još kraćim vremenom za reagovanje vozača, a imajući u vidu kraći pređeni put i veću brzinu pešaka.

#### 4. DEFINISANJE PROPUSTA VOZAČA I PEŠAKA PRILIKOM SUDARA NA PEŠAČKOM PRELAZU

Kako bi se na najbolji način sagledale okolnosti pod kojima nastaju saobraćajne nezgode sa pešacima, definisanje propusta vozača i pešaka u interesantnim situacijama doprinosi shvatanju problema i širenju svesti, pa se negativna ponašanja vozača mogu korigovati, a negativna ponašanja pešaka eventualno neutralisati blagovremenim reagovanjem od strane vozača.

Međutim, u praksi saobraćajno-tehničkog veštačenja, vrlo su česte situacije u kojima pešaci započinju prelaženje kolovoza neposredno ispred ili iza obeleženog pešačkog prelaza. Analizom većeg broja Nalaza i mišljenja veštaka, utvrđeno je da jedan broj veštaka u takvim situacijama, vrši analizu saobraćajne nezgode kao da se nezgoda dogodila na pešačkom prelazu, a što je prema mišljenju autora potpuno pogrešan pristup.



Slika 7. Prelazak pešaka u blizini pešačkog prelaza [4]

U situaciji prikazanoj na slici 7 pešak započinje prelazak kolovoza u blizini pešačkog prelaza, a ispred nailazećeg automobila. Naime, pešaci često smatraju da postoji neka „zona pešačkog prelaza“ i da su bezbedni ukoliko prelaze u blizini pešačkog prelaza. Sa druge strane, vozač koji uoči obeleženi pešački prelaz nema razloga da očekuje prelazak pešaka van pešačkog prelaza, kako ni pre, tako ni posle pešačkog prelaza. Propusti koji mogu opisati ovakvu situaciju koja može dovesti do nastanka nezgode mogu biti vezani za ponašanje PEŠAKA su:

- stvaranje opasne situacije usled nepropisnog i neočekivanog prelaska van pešačkog prelaza;
- stvaranje opasne situacije usled neuveravanja da se takav – nepropisan prelazak kolovoza može bezbedno otpočeti i završiti;
- stvaranje opasne situacije usled pogrešne procene rastojanja nailazećeg vozila;
- stvaranje opasne situacije usled greške u komunikaciji sa vozačem (pešak očekuje da ga vozač propusti, a vozač očekuje da pešak propusti vozilo jer pešak ima nameru da kolovoz pređe van pešačkog prelaza) i sl.

Iako su u prethodno opisanoj situaciji prikazanoj na slici 7 dominantni propusti pešaka, moguće je i da na strani VOZAČA postoje propusti vezani za:

- mogućnost izbegavanja nezgode usled nepreduzimanja reagovanja u trenutku uočavanja prelaska kolovoza od strane pešaka, ako su vremensko-prostorni parametri takvi da postoji mogućnost izbegavanja nezgode i
- doprinos težini posledica usled vožnje značajno većom brzinom (pri većoj brzini posledice su veće, a značajno veća brzina vozila može pešaka dovesti u zabludu da ima mogućnost prelaska kolovoza).

## 5. ZAKLJUČAK

Odredbama ZoBS-a, koje se odnose na pravila kretanja pešaka na pešačkom prelazu i obaveze vozača prema pešacima koji prelaze kolovoz na pešačkom prelazu, podjednako su definisane obaveze pešaka i vozača. Sa jedne strane, pešak je dužan da se pre stupanja na pešački prelaz, prethodno uveri da može da pređe na bezbedan način, tako da stupanjem na kolovoz ne ugrožava bezbednost saobraćaja. Sa druge strane, vozač je dužan da prilagodi brzinu vozila tako da u svakoj situaciji koju vidi ili ima razloga da predvidi može bezbedno da zaustavi vozilo ispred pešačkog prelaza i propusti pešaka koji je već stupio ili stupa na pešački prelaz ili pokazuje nameru da će stupiti na pešački prelaz.

Imajući u vidu prethodno navedene odredbe ZoBS-a, veštaci bi morali da, prilikom izrade Nalaza i mišljenja veštaka, podjednako uzmu u obzir obaveze vozača i pešaka prilikom veštačenja saobraćajnih nezgoda vozila i pešaka na pešačkom

prelazu. U okviru vremensko-prostorne analize nezgode, veštaci bi obavezno morali da utvrde udaljenost vozila od bliže ivice pešačkog prelaza u trenutku kada je pešak stupio na kolovoz, odnosno u trenutku kada je pešak pokazao nameru da će stupiti na pešački prelaz. Međusobnim poređenjem udaljenost vozila od bliže ivice pešačkog prelaza u prethodno definisanim trenucima i dužine zaustavnog puta za ograničenu brzinu na mestu nezgode, veštak donosi zaključak da li je vozač imao tehničkih mogućnosti da izbegne nezgodu.

Ukoliko se vremensko-prostornom analizom nezgode utvrdi da je pešak pokazao nameru da će stupiti na pešački prelaz (udaljenost od 0,7 m od ivice kolovoza u situacijama kada pešak trči) u trenutku kada se vozilo nalazilo na odstojanju manjem od dužine zaustavnog puta za ograničenu brzinu na mestu nezgode, tada bi i na strani pešaka stajali propusti uzročno vezani za stvaranje opasne situacije i nastanak nezgode, bez obzira što se saobraćajna nezgoda dogodila na pešačkom prelazu.

## LITERATURA

- [1] Dragač, R., Vujanić, M., Bezbednost saobraćaja II deo, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2002.
- [2] Lipovac, K. i dr., Priručnik za predavače teorijske obuke u auto – školama, Saobraćajni fakultet Beograd, (2016).
- [3] Vujanić, M. i dr., Priručnik za saobraćajno tehničko veštačenje 2009, TSG, Beograd, 2009.
- [4] Agencija za bezbednost saobraćaja, Priručnik za licenciranje kadrova u procesu osposobljavanja kandidata za vozače - Knjiga 2., Beograd (2013).
- [5] European Road Safety Observatory, Traffic Safety Basic Facts 2015 – Pedestrians (2015).
- [6] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima "Službeni glasnik ("Sl. glasnik RS", br. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 - odluka US, 55/2014, 96/2015 - dr. zakon, 9/2016 - odluka US, 24/2018, 41/2018, 41/2018 - dr. zakon, 87/2018 i 23/2019.
- [7] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji (2010), „Sl. glasnik RS“, br. 026/2010.
- [8] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji (2014), „Sl. glasnik RS“, br. 134/2014.
- [9] Pravilnik o saobraćajnoj signalizaciji (2017), „Službeni Glasnik RS“, br. 85/2017.
- [10] <http://195.222.96.212/ibbsPublic/> Baza podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji

## СИСТЕМ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ФУНКЦИЈИ КОРИШЋЕЊА ЗЕМЉИШТА PUBLIC TRANSPORTATION SYSTEM IN THE FUNCTION OF LAND USE

Милан Станковић, АТВСС - Одсек Ниш, Александра Медведева 20, Ниш  
Павле Гладовић, Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад  
Јован Мишић, АТВСС - Одсек Ниш, Александра Медведева 20, Ниш.

**Садржај** - У овом раду описан је систем јавног превоза у функцији коришћења земљишта и стварање приступачних услова за живот и рад становника у насељу. Јавни превоз може смањити социјалне и економске неједнакости кроз унапређење мобилности становника, од којих многи немају аутомобиле и посао у области становања. Сагледавање овог система кроз комерцијално инвестирање у приградским насељима, коришћење јавног превоза, као и његово вредновање на окружење, основни је предмет истраживања у овом раду.

**Кључне речи:** Јавни градски превоз. Коришћење земљишта. Окружење. Комерцијално инвестирање.

**Abstract** - In this paper described a public transport system in the function of land use to create affordable living and working conditions for residents in a settlement. Public transport can reduce social and economic inequalities by improving the mobility of residents, many of whom do not have cars and jobs in the area of housing. Examining this system through commercial investment, use of public transport, as well as its valuation on the environment, is the basic subject of research in this paper.

**Key words:** Public transport. Land use. Environment. Commercial investment.

### 1. УВОД

На националном нивоу, јавни превоз подржава интересе становника и политике, укључујући смањење зависности од нафте из иностранства, и пружање адекватног одговора у хитним случајевима. На индивидуалном нивоу, јавни превоз штеди новац, пружа људима изборе, слободу и могућности.

Од изузетног је значаја за транспортни систем једне државе и од суштинског значаја за економски и социјални квалитет живота грађана. Нове информационе технологије упозоравају путнике преко е-маила или мобилног телефона када следећи аутобус или воз долази. Људи планирају своје путовање преко интернета. Помаже свима, породицама, студентима, пензионерима, особама са инвалидитетом, док покушавају да остваре своје личне послове, задовоље дневне потребе и одржавају висок ниво саобраћајне независности.

У општем смислу, транспорт утиче на располагање доступности земљишта за развој и просторни распоред економских активности. То има утицај на цену земљишта, стамбену доступност, трошкове пословања, продуктивност и, на крају, економске резултате.

Урбана подручја захтевају добро функционисање саобраћајне инфраструктуре, тако да саобраћај може да допринесе повећању вредности, тако што ће омогућити да боље лоцирана земљишта често достигну највишу вредност [1].

Када се транспорт не обавља ефикасно, вредност земљишта може бити умањена од активности које не стварају профит, на пример бесплатан паркинг [2]. Повећавањем транспорта са коришћењем земљишта, могуће је направити урбано подручје ефикаснијим, омогућавајући тиме већи економски развој. Саобраћајна инфраструктура одређује колико људи може доћи до локације на основу дате површине простора и постављене инфраструктуре, укључујући поједине видове превоза [3].

Транспорт такође може утицати на здравље становништва, у смислу квалитета ваздуха, безбедности, нивоа учешћа у раду и социјалне интеракције [4]. Смањењем површине простора потребног за превоз људи, омогућавајући брже време путовања и правећи што више простора за забаву и остале активности, саобраћајна инфраструктура може да трансформише урбано подручје, повећавајући тиме вредност урбаног простора.

Саобраћајна инфраструктура има могућност да промени географију урбаним срединама, утичући на степен раздвајања између локација [5]. Ефикасност транспортних мрежа омогућује већу доступност и густину развоја, која ствара економску корист.

Кроз привлачење инвеститора и купаца, приступачност може да утиче на природу урбане форме и будући развој [6]. Саобраћајна инфраструктура је директно повезана са коришћењем земљишта, где неки корисници захтевају већи простор од других. Shour (1997) је утврдио да је саобраћај често био лоше планиран, заузимајући

површине далеко од битних активности и спречавања економског развоја. Тамо где јавни превоз није доступан или адекватан, људи су принуђени да путују аутомобилима, компликујући тако иницијални проблем саобраћајног загушења и постављањем повећаних захтева за транспортним простором.

Британско Одељење за саобраћај у локалном Белом часопису: „Стварање могућности пораста, смањење нивоа угљеника: направити одрживи локални саобраћај“, (2011) наводи да: „Тамо где су продавнице, радионице и друге службе смештене у близини места где људи живе, значајан су фактор у одређивању колико људи желе или имају потребу да путују. То је значајно јер је одрживи транспорт главни фактор у раним фазама локалног планирања - на пример, кад год се праве нове куће или малопродајни објекти“.

Многа места су се трудила да следе примере који произилазе из Скандинавије, где је политика планирања помогла да се 80% путовања оствари некористишћем путничког аутомобила. „Градови са великом концентрацијом централизованих радних места, а самим тим и бољом развијеношћу система јавног превоза, имају много мању потрошњу енергије у односу на градове у којима су радна места разбацана“ [7].

У TfQL (2011) наводи се да веза између саобраћаја и урбанизације треба да буде централна политичка одлука како би се омогућила ефикаснија одрживост градова [8]. Значај стављања планирања саобраћаја у центар збивања се све више препознаје да би се постигли бројни политички циљеви, укључујући повећање економске конкурентности, побољшање квалитета живота, смањење саобраћајне гужве, ниже трошкове транспорта, побољшање квалитета ваздуха, као и смањење трошкова за пружање различитих услуга.

Transport for London (2012) развио је алат којим се вреднују и процењују елементи транспортних интервенција. Плановима који подстичу прелазак на активне видове и на јавни превоз, утврђено је да имају позитиван утицај на вредност земљишта. Овај принцип је примењен на недавном Crossrail пројекту у Лондону са 190.000 квадратних метара простора, побољшање животне средине и стварање нових 1.335 паркинг места за бицикле. Смањење доминације аутомобила, Crossrail омогућује развој модерне урбане области и процењује се да ће генерисати 10 % повећања у вредности непокретности, додајући 5.5 милиона фунти на непокретности на траси до 2021. [9].

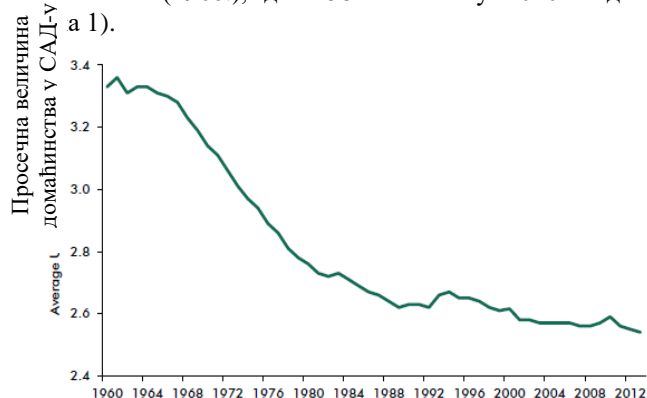
На почетку рада представљен је утицај система јавног превоза са аспекта коришћења земљишта са примерима из развијених земаља у којима се поспешује бољи живот становника и развој самог насеља. У наредном делу описана је активност комерцијалног инвестирања у приградским насељима и кретање раста становништва. Треће поглавље говори о коришћењу јавног превоза и расподели по начинима превоза. У последњем делу представљен је начин вредновања система ЈГПП-а на окружење.

## 2. КОМЕРЦИЈАЛНО ИНВЕСТИРАЊЕ У ПРИГРАДСКИМ НАСЕЉИМА

Начин на који многи људи бирају да живе, годинама се мења. У 2011. години, по први пут у скоро сто година, стопа урбаног раста становништва надмашила је приград. Прелазак на градски начин живота постаје постепено и много тога се заправо одвија у приградским подручјима. За комерцијалне инвеститоре ово представља одличну могућност за ширење бизниса широм земље.

Градови су постали прљави и опасани након индустријске револуције, паралелно са повећањем броја фабрика и криминала. Централни делови градова су постали не само места за рад, него и за живот. Неколико фактора допринело је обнављању интереса за урбаним животом [10]:

1. Деиндустријализација централних градова,
2. Промена стила живота,
3. Променљива демографија:
  - a) Живе сами - укупан удео у браку Американаца опао је са 72 % у 1960. на 51 % у 2010. години;
  - b) Удају се касније - Просечна старост у првом браку никада није била већа, за девојке (26.5 година) и момке (28.7 година);
  - c) Мале породице - 3.33 члана је просечна величина инштва (1960.), до 2.58 чланова у 2010. години а 1).

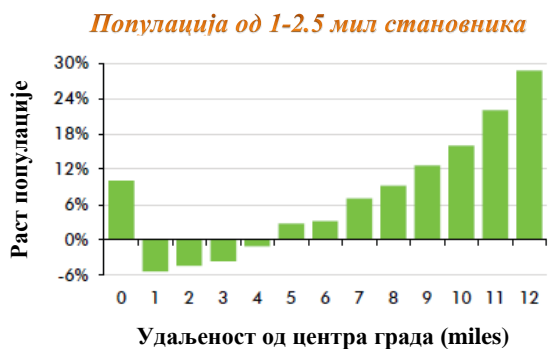
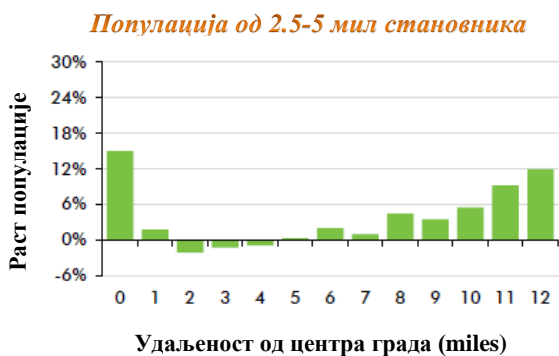


Слика 1. Просечна величина америчког домаћинства у опадању, Извор: U.S. Census Bureau

Још један разлог за спорији раст јесте тај што многи градови данас полако достижу своје границе у просторном смислу, а то онда представља проблематично грађење на нелегалној земљи.

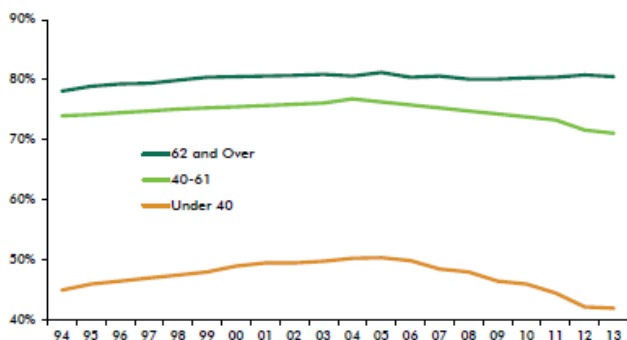
### 2.1. Кретање становништва

Темпо раста становништва у САД-у има тенденцију опадања. Међутим, Америка има 39 округа са више од милион људи, и скоро сви окрузи расту много брже. У метрополама које имају пет и више милиона становника, повећана је стопа насељавања у периоду између 2000. и 2010. године (Слика 2). Град који је имао највеће повећање броја становника у центру (дефинисаним као две миље од градског централног подручја) био је Чикаго, где се 48.000 људи преселило у том подручју [10].



Слика 2. Скорашњи раст становништва концентрисан у централним деловима града, Извор: U.S. Census Bureau

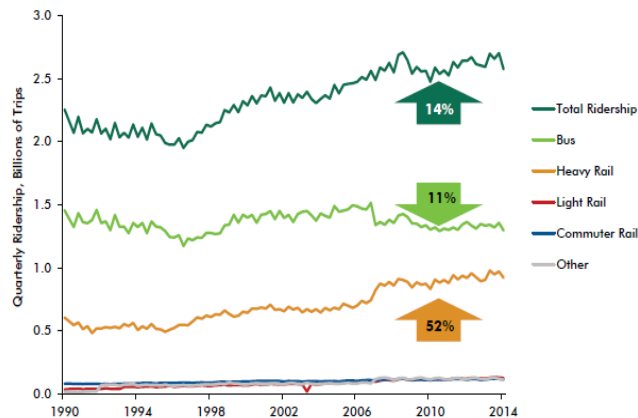
Одељење за стамбени развој и урбанизам и Амерички Пописни завод (The Department of Housing and Urban Development and the U.S. Census Bureau) су издали статистику која каже да ће 2025., само 10% - 25% нових домаћинстава имати децу - одрасла деца напуштају домаћинства својих родитеља, самци одлазе из колективног становања итд. [10]. На Сlici 3 приказана је стопа старости главног члана породице у домаћинству:



Слика 3. Стопа старости главе породице у домаћинству, Извор: U.S. Census Bureau

### 3. КОРИШЋЕЊЕ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА

Коришћење услуге јавног превоза у САД-у у 2013. години порасла је на 10.7 милијарди путовања - највећи број у последњих 57 година. Међутим, овај пораст броја путовања јавним превозом се може приписати повећању броја путника метроом чија се траса најчешће налази у изузетно урбаном подручју. Број путника Лаког шинског система, трамваја и аутобуса порастао је, али много спорије, или чак опао, током протекле деценије (Слика 4) [10].



Слика 4. Однос броја превезених путника према различитим начинима превоза [11]

Више од половине Американаца живи на периферији градова. Приближно 75 % становника од послератне градње се доселило у предграђа. Многа предграђа имају створене „урбане цепове“ изградњом високо квалитетног јавног превоза како би се олакшала саобраћајна гужва и градили објекти мешовите намене или високоградња уместо више једнопородичних становања.

Вилијам Фреј, један од најугледнијих демографа у САД-у, написао је да се разлика између градова и предграђа распада. Он сматра да предграђа постају разноврсни етнички, социо-економски простори, са више стамбених и продајних опција у непосредној близини канцеларија, флексибилног и другог простора. Он такође наводи да се корист од градова огледа у [10]:

- Више од 10 % глобалног раста БДП-а до 2025. године ће доћи из великих градова у САД-у;
- 80 % становника САД-а живи у великим градовима, на супрот 60 % становника у Европи.

Убрзани раст предграђа Мелбурна ствара значајан заостатак захтеваног проширења мреже јавног превоза. BusVic (2011) процењује да је 43 % приградских насеља, која су се развила између 2004. и 2009. године, изван домета постојеће мреже линија јавног превоза - и то: 400 метара од аутобуске или трамвајске линије или 800 метара од железничке станице [12]. У неким случајевима, цела предграђа су ван домета јавног превоза.

### 4. ВРЕДНОВАЊЕ УТИЦАЈА СИСТЕМА ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ПРЕВОЗА НА ОКРУЖЕЊЕ

Истраживања су показала да су корисници спремни да плате више за становање лоцирано у областима која представљају нове урбанистичке принципе или су "тра-



диционални суседско развијени." Ова насеља су проходна, веће густине, и имају приступ радним местима и садржајима [13].

Поступак планирања је квалитетнији уколико се обезбеди благовремена идентификација друштвених, економских и физичких ограничења алтернативе масовног транспорта. Планирање система за масовни превоз путника и локација за изградњу, односно пројекти развоја инфраструктура и намене земљишта у градовима уопште, могу бити знатно ефикаснији, а усаглашавање сукоба између развоја ЈППП-а (инфраструктуре) и потенцијала локација, благовремена идентификација и минимизирање супротстављених утицаја, биће олакшани ако се анализе друштвених, економских и утицаја на физичку средину спроводе још у току израде иницијалних планерских студија.

Одређени значај дат је двома компонентама утицаја – на економију (привредне активности) и на друштвену средину. За њихову оцену битне су методе и технике анализе и прогнозе које се односе на подкомпоненте: запосленост, доходак, пословне активности и стамбена изградња, а за утицај на друштвену средину, техника и методе којима се анализирају и прогнозирају утицаји који генеришу стајалишта у свом окружењу.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Имплементација ефикасног система за градска и приградска насеља може повећати доступност основних услуга, олакшавање личних путовања и повећање квалитета живота грађана у приградским заједницама. Председници грађана морају идентификовати кључне проблеме система за рурални саобраћај пре свега развијање стратешких планова и препознати потребу за успостављање система саобраћаја и боље планирање будућности.

Повећањем одрживости система јавног градског превоза, може се постићи кроз начинску смену - повећањем удела јавног превоза и немоторизованих видова транспорта (пешачење и бициклизам), а смањење приватног моторизованог саобраћаја. Приватни аутомобил се често види као најпожељније средство путовања. Због тога постоји потреба да се побољша и повећа прихватљивост система јавног превоза. Потребно је више да се уради на повећању поузданости и ефикасности услуге јавног превоза као и да се ова услуга врши сигурно и безбедно.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] D. Banister, J. Berechman, *Transport Investment and Economic Development*. UCL Press, London, 2000.
- [2] D. Shoup, *The High Cost of Free Parking*. The American Planning Association. Chicago, 1997.
- [3] D. Banister, *Transport Planning, second edition*. Spon press, London, 2002.
- [4] TfGM, *Transport for sustainable communities: a guide for developers*. 2013.
- [5] P. Townroe, *The Coming of Supertram: The Impact of Urban Rail Development in Sheffield*. Transport and urban development, E & FN Spon, London, pp162-181, 1995.
- [6] R. Vickerman, *Recent evolution of research into Wider Economic Benefits of transport infrastructure investments*. OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers from OECD Publishing, No 2007/9, 2007.
- [7] D. Banister, *Transport and Urban Development*. E & FN Spon, London, pp 72, 1995.
- [8] TfQL. *Thriving cities: Integrated Land Use and Transport Planning*. Pteg, Leeds, 2011. <http://www.urbantransportgroup.org/system/files/20112706ptegThrivingCitiesReportforWebFINAL.pdf>
- [9] Crossrail (Undated C). *£5.5 billion boost to property values*, 2012. <http://www.crossrail.co.uk/news/articles/crossrail-predicted-to-increase-property-values-by-55-billion#>
- [10] A. Wirth, M. Rasmussen, *U.S. Urbanization Trends: Investment Implications for Commercial Real Estate*. CBRE Global Investors, 2015.
- [11] American Public Transportation Association (APTA), *Public Transportation: Benefits for the 21st Century*. Washington, 2007.
- [12] BusVic, *Bus Solutions-Cost Effective, Demand Responsive*. Issue 05, 2011. [www.busvic.asn.au](http://www.busvic.asn.au)
- [13] M. Stanković, P. Gladović, D. Bogićević, *Uticaј javnog gradskog prevoza na okruženje*, Zbornik radova-VTŠ Niš, 2018.



## POTENCIJAL OTVORENIH PROSTORA NASELJA KUČEVO ZA FORMIRANJE FOKUSNIH TAČAKA

### POTENTIAL OF OPEN SPACES IN KUČEVO FOR FOCAL POINTS CREATION

Milan Stanković, student, ATVSS - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš  
Aleksandra Marinković, ATVSS - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

**Sadržaj** - U ovom radu sagledava se istorijski i savremeni značaj pojedinih fokusnih tačaka gradskog naselja Kučevo. U završnom delu rada date su preporuke za formiranje novih fokusnih tačaka, kao i za rekonstrukciju, revitalizaciju i modernizaciju starih javnih objekata kako bi se unapredio život stanovnika Kučeva.

**Ključne reči:** Fokusne tačke, otvoreni prostori, javni objekti.

**Abstract** - In this paper, the historical and contemporary significance of individual focal points of the town Kučevo are analysed. In the final part of the work, recommendations are made for creation of new focal points, as well as for the reconstruction, revitalization and modernization of old public buildings in order to improve the lives of the locals in the town of Kučevo.

**Key words:** Focal points, open spaces, public facilities.

#### 1. UVOD

Ovaj rad predstavlja studiju slučaja o otvorenim prostorima gradskog naselja Kučevo koja je urađena prilikom izrade specijalističkog rada iz predmeta Održivi razvoj komunalnih sredina [1]. Analizom prirodnih i stvorenih, geoloških, istorijskih i demografskih karakteristika naselja i okoline prepoznate su potencijalne fokusne tačke na čije afirmisanje i promovisanje je preporučivo da se usmeri pažnja odgovornih lica iz lokalne samouprave Kučeva. Analizom svakog od primarnih i sekundarnih javnih otvorenih prostora kroz aspekte kvalitetne organizacije javnih otvorenih prostora [2] definisane su postojeće i očekivane aktivnosti na svakoj od fokusnih tačaka a sagledavanjem i daljom analizom matrice ovog gradskog naselja, nivoa upotrebe pojedinih zgrada i potreba stanovnika iz različitih demografskih grupa izdvojeni su objekti i otvoreni prostori koji su prepoznati kao tačke u naselju ili otvorenom prostoru koje imaju veliki potencijal da postanu fokusne tačke.

Opština Kučevo se nalazi u severoistočnoj Srbiji i zahvata srednji i deo donjeg toka reke Pek. Opština Kučevo se prostire na površini od 721,0 km<sup>2</sup> i u administrativnom pogledu pripada Braničevskom okrugu. Kučevo je od Požarevca udaljeno 54,0 km, od Beograda 130,0 km a do Golubca na Dunavu 30,0 km. Teritoriju opštine presecaju paralelno po dužini reka Pek i dve značajne saobraćajne linije: državni put 33, prvog B reda (Veza sa Državnim putem A1 – Požarevac – Majdanpek – Negotin – državna granica sa Bugarskom) i železnička pruga Beograd – Požarevac – Majdanpek – Bor – Zaječar.

Gradsko naselje Kučevo je administrativni, privredni i kulturni centar opštine Kučevo. Varošica se nalazi u plodnoj Zviškoj kotlini između južnih obronaka Zviških planina i severnih obronaka Homoljskih planina. Dobro očuvana pri-

roda koja ga sa svih strana okružuje, kao da ga čuva od loših uticaja civilizacije. Reka Pek jedna je od najzlatonosnijih reka Evrope i predstavlja zaštitni znak ovog mesta.

Prema popisu iz 2011. god. Kučevo je imalo 4823 stanovnika. Međutim, zbog značajnog dela stanovništva koje živi i radi u inostranstvu, broj stalnih stanovnika je znatno manji pa je u vreme popisa u Kučevu stalno živelo oko 3950 stanovnika.

#### 1.1 Istorijske karakteristike

Sa dolaskom Rimljana u I v.n.e [3] počinje intenzivno vađenje i prerada ruda u slivu Peka. U Kučajni su postojale i kovačnice, u kojima je kovan novac sa natpisom „Metalla Pincesia“ što znači pečki metali. U periodu od VI – XII v. vlast je držala Vizantija. Arabljanski geograf iz X v. pominje obližnju Kučajnu pod imenom Klasanin, opisujući je kao veliko rudarsko i trgovačko mesto. Kralj Milutin 1282. god. pripaja ovaj kraj srednjovekovnoj srpskoj kraljevini. U Ravaničkoj povelji kneza Lazara iz 1378. god. oblast se pominje kao Zvižd, a naselje kao Kruševica. Turci su zadržali ime Zvižd kao naziv za oblast, što se zadržalo sve do danas. U Kučajni je postojala kovnica turskog novca, sve do 17. v. kada su Turci odlučili da zatvore sve kovnice novca u Imperiji, osim centralne u Istanbulu. U vreme kneza Miloša, nazivu Kruševica se dodaje reč Gornja da bi se razlikovalo od istoimenog sela u donjem toku Peka. Ovo ime se zadržava sve do 1886. god. kada mu Narodna skupština Kraljevine Srbije vraća ime Kučevo.

Posle Drugog svetskog rata Kučevo brzo menja izgled i postaje centar sa razvijenom industrijom, trgovinom i zanatstvom. Železnička pruga, koja je do Kučeva izgrađena pre rata, ubrzo je izgrađena sve do Zaječara odnosno luke Prahovo na Dunavu. Preko nje je uspostavljena veza sa značajnim rudarskim centrima – Majdanpekom i Borom. Međutim, sre-

dinom 80-tih počinje stagnacija industrije što se negativno odrazilo na razvoj Kučeva. Danas se u ovom naselju na zlatonosnom Peku obnavlja industrijska infrastruktura a veliki značaj pridaje se i razvoju turizma za šta postoje dobri preduslovi.

## 1.2 Najznačajniji lokaliteti opštine Kučevo

„**Kraku lu Jordan**“ je jedinstveni arheometalurški centar iz rimskog perioda koji je od sredine III v. do kraja IV v. bio u funkciji metalurgije zlata, srebra, bakra i gvožđa. Sredinom III v. Rimljani gube rudarske basene u Španiji, Britaniji i Rumuniji, pa su brojni rudarski stručnjaci prebačeni u ovu oblast. Počinje intenzivno da se razvija veliko rudarsko naselje „**Kraku lu Jordan**“ na ušću reke Brodice u Pek. Utvrđenje je pripadalo rimskoj metalurškoj oblasti Metalla Aureliana, tako da je dolina reke Pek predstavljala region od velikog ekonomskog interesa.

Nalazište je posebno značajan spomenik kulture u domenu istorije metalurgije i jedan od retkih u Evropi. Arheološka istraživanja od 1971-1987. god. otkrila su antičko utvrđenje koje se prostire na površini od 3,5 ha dok je ukupna površina sa zaštićenom okolinom 19,0 ha. Utvrđenje je smešteno na južnoj padini uskog i strmog uzvišenja a bedemi prate konfiguraciju tla. Otkriveno je da su se unutar bedema nalazile radionice sa pećima, prostorije za pripremu žara i prostorije za smeštaj rudara i prerađivača ruda. Trenutno, usled nedostatka finansijskih sredstava, održavanje nalazišta ne obavlja se redovno, tako da su ostaci bedema i građevina prekriveni gusto i teško prohodnom vegetacijom. Kraku lu Jordan je 1983. god. dobio status Kulturnog dobra od izuzetnog značaja.



**Slika 1.** Karta Kučeva sa ucrtanim lokalitetima: Krak lu Jordan, Kučajnsko jezero, Zviška potajnica, Vidikovac „Jelena stena“, Letnjikovac kralja Aleksandra.

**Kučajnsko jezero** je veštačka hidroakumulacija izgrađena na Kučajnskoj reci, levoj pritoci Peka. U blizini jezera nalaze se ostaci rimskih i srpskih srednjevekovnih rudnika srebra i zlata, kao i ostaci nezavršene fabrike oružja iz sredine 20. v. Jezero se nalazi neposredno iznad sela Kučajna, kraj asfaltnog puta prema pećinama „Ravništarka“ i „Ceremošnja“. Od centra Kučeva udaljeno je 5,0 km.

**Zviška potajnica.** Potajnice su redak prirodni fenomen, u Srbiji ih ima svega 4. Predstavljaju izvore kod kojih se u kratkom periodu smenjuju intervali isticanja vode i potpunog presušivanja, uz karakteristične zvuke, što čitavom procesu pored vizuelnog daje i auditorni kvalitet. Zbog višegodišnjeg miniranja u obližnjem kamenolomu, došlo je do poremećaja rada Zviške potajnice, pa su intervali između dva pojavljivanja vode znatno produženi.

Organizacijom i donacijama građana opštine Kučevo napravljen je **vidikovac „Jelena stena“** gde se nalazi metalni krst vidljiv iz svakog dela naselja, kao i odmorište sa koga se pružaju vizure prema Kučevu i Homoljskim planinama.

**Vila kralja Aleksandra I Karadorđevića.** Kako bi nadgledao radove na iskopu zlata na reci Pek, kralj gradi vilu u selu Neresnica. Vila je danas ruinirana zbog višedecenijskog neodržavanja. Ona predstavlja kulturno istorijski objekat sa velikim turističkim potencijalom. Budući da je u javnom vlasništvu u ovom objektu je moguće organizovati aktivnosti koje bi unapredile kulturni život građana i doprinele njihovom ekonomskom statusu.

## 2. JAVNI OTVORENI PROSTOR KUČEVA

Javni otvoreni prostor Kučeva ima sledeće dominantne tačke u funkciji primarnih otvorenih prostora: centralni trg, ulica Svetog Save sa ugostiteljskim objektima, crkveno dvorište i pijačni prostor. **Centralni Trg** je najveći javni otvoreni prostor u centralnom delu naselja i fokusna tačka zajednice. Na njegovoj površini održavaju se najznačajnije manifestacije u opštini Kučevo, kao što su Homoljski motivi, izložbe, koncerti, turnir u basketu i dr.. Smešten je ispred zgrade Centara za kulturu „Veljko Dugošević“. Nasuprot trga su višespratne stambene zgrade a površina trga neposredno je povezana sa dvorištem kafića, koje se nalazi u njegovom severnom delu. Trg tangira glavni magistralni put i povezuje ga sa zgradom Opštine i prostorom na kojem je zgrada glavne autobuske stanice, što je i jedino autobusko stajalište na površini naselja Kučevo. Trg je pod stalnim nadzorom putem javnih kamera, koje su početkom 21. v. postavljene na ovoj i drugim važnim tačkama naselja. Ispod popločane površine trga prolazi potok koji je 2010. god. u toku renoviranja trga pokriven betonskim pločama. Potok se sa uzvišenja na kojem se nalazi naselje Banjica, preko trga, sliva prema reci Pek. Nenatkriveni deo potoka u dužini od 20-ak metara nalazi se u sklopu zelenog pojasa u severoistočnom delu trga.



**Slika 2.** Centralni trg.

**Ulica Svetog Save** je longitudinalni otvoreni prostor, koji se periodično koristi kao pešačka zona, sa baštama kafića poređanim duž površine trotoara. Ovo je jednosmerna ulica sa namenom „bar street-a“ nastala 90-ih godina 20. v. Površina trotora na kojima su formirane bašte kafića je odvojena od kolovoza parking mestima za obostrano parkiranje duž ulice. U sklopu Homoljskih motiva ulica se privremeno zatvara za saobraćaj, za vreme trke u dužini od 8,5 km čiji se start i cilj nalaze u ovoj ulici ispred hotela „Rudnik“, i za vreme sajma cveća kada se duž cele ulice izložu tezge cvećem.



Slika 3. Ulica Svetog Save.

**Korzo u Kučevu.** U periodu od 1960-1980. ulica je bila šetalište, mesto okupljanja i mesto susreta. Sezona korzoa počinjala je s prolećem i trajala do kasnih jesenjih dana. Šetnja korzom imala je nepisana pravila, prvi šetači obično su bili najmlađi, oni koji su morali kući ranije, zatim je na korzo izlazila omladina, kao i stariji sugrađani. Ritam korzoa povremeno je imao promene, to se dešavalo npr. kada je u bioskopu prikazavan film ili predstava. Vremenom ljudi su sve više izostajali sa korzoa pa danas u letnjem periodu ima znatno manje šetača po centralnoj ulici.

**Reka Pek,** pominje se u mnogim putopisima i knjigama i dobro je poznata istraživačima. Feliks Kanic, austrougarski putopisac 19. v. u svojim beleškama [3] navodi da se Kučevo u prošlosti zvalo Chrisovehia (Starozlatija). Početkom 20. v. počinje obnova rudarstva u dolini Peka. Englesko akcionarsko društvo je 1903. god. kod Neresnice postavilo prvi bager za ispiranje zlatonosnog peska, a do 1908. god. na Peku su montirana još četiri takva bagera. Ovi bageri su uništeni za vreme i posle I sv. rata. Novi, veliki bager, postavljen je 1934. god. u vlasništvu preduzeća "Neresnica – Glogovica", čiji je najveći akcionar bio kralj Aleksandar I Karađorđević. To je bio najveći bager postavljen početkom 30-ih godina Srbije, a po veličini drugi u svetu, odmah iza bagera britanskog kralja. Međutim, tri dana pre nego što je bager počeo sa radom, kralj Aleksandar je ubijen u Marseju. Bager je radio sve do početka rata 1941. god. a 1955. god. je demontiran i prodat kao staro gvožđe. Prema arhivskim podacima bager je iz Peka vadio je između 25 i 32 kg čistog zlata mesečno. U drugoj polovini XX v. eksploatacija ispiranjem zlatonosnog rečnog peska tradicionalno, ručno – pomoću ispitaka i priručnih prališta, gotovo je potpuno zamrla.

**Gradska plaža** naselja Kučevo nalazi se na obali reke Pek, vozilima se do plaže može doći neasfaltiranim putem ili pešačenjem duž dame uz reku. Dama je lokalni naziv za nasip duž rečnog toka. Plaža, kao i korito reke se svakog proleća čiste od mulja, produbljuje se korito i uređuje peskoviti deo plaže kako bi se stvorili uslovi za njenu aktivnu upotrebu tokom leta.

**Zgrada železničke stanice** Kučevo izgrađena je u toku prve polovine 20. v. Iako je poslednjih godina ugašena za civilni saobraćaj i dalje je relevantna za teretni saobraćaj pa se u narednom periodu planira rekonstrukcija pruge. Ovo je lokacija sa velikim potencijalom za formiranje fokusne tačke. Sama zgrada ima kulturni i turistički potencijal a aktivnosti koje bi bile uvedene njenom prenamenom imaju potencijal da unaprede kvalitet života građana opštine Kučevo.



Slika 4. Zgrada železničke stanice.

### 3. PREPORUKE

U opštinskoj zoni Kučeva nalaze se lokaliteti javnog karaktera, kao što su Krak lu Jordan, Vila kralja Aleksandra i Zviška potajnica, na kojima je potrebno izvesti restauratorske radove i izvršiti sanaciju kako bi se mogle otvoriti za javnost a što može znatno uticati na unapređenje turističkog potencijala opštine i priliv ekonomskih sredstava. A na teritoriji naselja Kučevo se na javnim otvorenim prostorima i zgradama u javnom vlasništvu mogu se izvesti sledeće intervencije za rad formiranja fokusnih tačaka.



Slika 5. Prikaz mape Kučeva (fotografija Google map) sa označenim: postojećim fokusnim tačkama (zelena boja), ulicama koje ih povezuju (crvena boja), otvorenim prostorima predviđenim u važećim planovima za uređenje naselja (ljubičasta boja), i predloženim novim fokusnim tačkama (tirkizna boja). Izvor: Autori.

**Postavljanje i izgradnja strukture istovetne onoj koja je postavljena prilikom dočeka kralja Aleksandra.** Struktura bi bila izgrađena na početku ulice Sv. Save posmatrano od centralnog trga, u regulacionoj širini ulice tako da se omogućujući nesmetan prolaz i pešaka i vozila. Budući da je referenca na određeni događaj iz istorije i istovetna kao prethodno postojeća struktura predstavljala bi tačku u prostoru sa velikim potencijalom za privlačenje posetilaca.



**Slika 6.** Trijumfalna kapija izgrađena u Kučevu u čast i za doček kralja Aleksandra I Karađorđevića.

**Konzervirati zgradu železničke stanice** kao istorijski važan objekat, izvršiti prenamenu i napraviti u prizemlju zgrade muzej železnice, a na gornjem spratu formirati galeriju (npr. prostor za izlaganje radova lokalnih umetnika).

**Uređenje Dame.** Od mosta do plaže izbetonirati i popločati damu i postaviti uličnu rasvetu.

**Rekonstrukcijom mlina napraviti dečiji kulturni centar.** Na ovoj lokaciji moguće je organizovati i amatersko dečije pozorište, zbog blizine predškolske ustanove, srednje i osnovne škole. U ovoj zgradi moguće je izdvojiti i prostorije u koje se mogu useliti osnovna i srednja muzička škola koje su trenutno u prostorijama predškolske ustanove „Lane“, čime bi se omogućio nesmetan rad svih navedenih ustanova.

**Na zemljištu koje spaja rekonstruisane zgrade mlina i železničke stanice formirati javni otvoren prostor.** Izvršiti eksproprijaciju parcele između zgrade železničke stanice i zgrade mlina. Oblikovanje novoformiranog otvorenog prostora može se izvesti na sledeći način:

- Centralni deo izraditi kao prostor za okupljanje u vidu amfiteatra u okviru kojeg bi se montirala bina sa mobilnim platnom. Ovde bi se održavale amaterske predstave, kao i nastupi učenika muzičke škole a na platnu bi se preko projektora leti puštali filmovi.

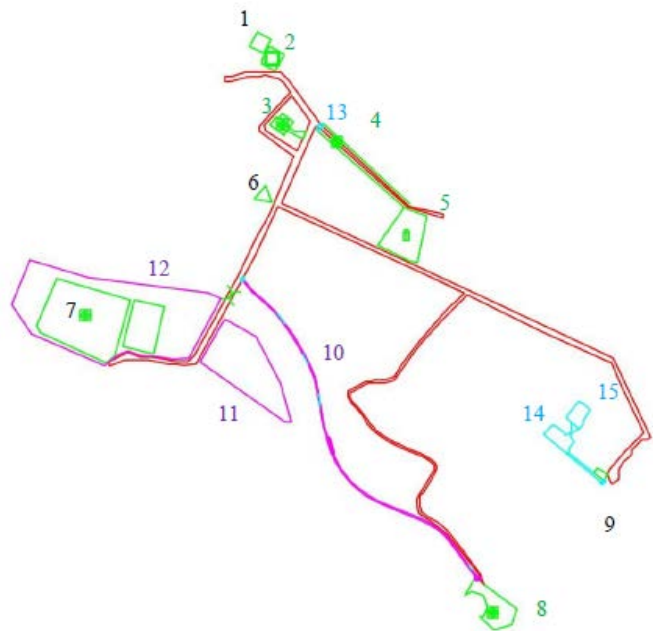
- Ostatak parka osmisлити u vidu pojedinačnih tematskih celina različitih površina i načina obrade, tako da npr. skulpture tematski budu povezane sa muzikom, filmom i železnicom, uz afirmisanje uvođenja mobilnih elemenata urbane opreme: klupa, stolova, žardinjera i dr.

- Skulpture treba da budu interaktivne, kako bi bile atraktivne najmlađim korisnicima. Jedan deo skulptura raditi tako da se mogu koristiti kao klupe, na izradi skulptura mogu biti angažovani lokalni umetnici. Pored klupa postaviti „strawberry tree“ preko kojih bi korisnici parka mogli da dopune svoje elektronske uređaje.

- Kako je zbog blizine škole već urađeno usporenje saobraćaja duž kolovozne trake uraditi ga i ispred zgrade mlina i obeležiti pešački prelaz koji bi povezivao dvorište mlina i novoformirani otvoreni prostor.

- Otvoreni prostor opremiti uličnim svetiljkama koje su stilski usklađene sa vremenom izgradnje zgrade železničke stanice.

- Cela površina i svi sadržaji otvorenog prostora treba da budu pristupačni osobama sa invaliditetom, a njihova upotreba besplatna kako bi bila dostupna stanovnicima svih socioekonomskih grupa.



**Slika 7.** Prikaz izdvojenih pojedinačnih: postojećih fokusnih tačaka (zelena boja), otvorenih prostora predviđenih u važećim planovima za uređenje naselja (ljubičasta boja), ulicama koje ih povezuju (crvena boja) i predloženim novim fokusnim tačkama (tirkizna boja). 1. Dom kulture Veljko Dugošević; 2. Trg Veljko Dugošević; 3. Pijaca; 4. Ulica Svetog Save; 5. Crkveno dvorište; 6. Autobuska stanica; 7. Stadion „Miodrag – Miki Stanojević“; 8. Gradska plaža; 9. Zgrada železničke stanice; 10. Kej; 11. Park; 12. Sportski i kongresni centar; 13. „Trijumfalna kapija“; 14. Nova fokusna tačka; 15. Mlin. Izvor: Autori.

### 3. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad mogli smo da vidimo da je Kučevo jedan od velikih izvora prirodnih resursa, da ima dosta potencijala za razvitak turizma koji može unaprediti socioekonomsko stanje stanovnika. Mesto je sa velikim brojem istorijskih referenci koje se mogu iskoristiti za popularizaciju kulturno istorijskih vrednosti, uz savremeni pristup. Ono što je potrebno jeste bolja reklama za brendove koje poseduje, kao i veoma malo ulaganja kako bi se životni standard u ovom kraju poboljšao. Uz tri projekta koja se nalaze u predviđenim planovima za uređenje naselja, u ovom radu su date preporuke za uređenje još dva, u skladu sa savremenim pristupima oblikovanja javnih otvorenih prostora.

### LITERATURA

- [1] Stanković M., *Potencijal otvorenih prostora naselja Kučevo za formiranje fokusnih tačaka*, Specijalistički rad, VTŠ Niš, 2018.
- [2] Križanić T. P., Šovljanski R., *Priručnik za strateško planiranje i upravljanje lokalnim razvojem u Republici Srbiji*, Novi Sad, 2010.
- [3] Stanković D., *Kučevo i okolna sela kroz vekove*, Kučevo, 2018.

## PROMENA ČVRSTOĆE ADHEZIONIH SPOJEVA FASADNIH KONSTRUKCIJA POD DEJSTVOM CIKLIČNOG OPTEREĆENJA

### STRENGTH DEGRADATION OF ADHESIVELY BONDED FAÇADE JOINTS SUBJECTED TO CYCLIC LOADING

Nenad Stojković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Milan Protić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – Adheziono spajanje nalazi sve veću primenu u građevinskim konstrukcijama. Najpogodnije polje za njihovu primenu predstavljaju spojevi u čeličnim konstrukcijama. Glavnu prepreku za njihovu širu primenu predstavlja nedovoljno poznavanje njihovog dugoročnog ponašanja, a naročito pri dejstvu opterećenja promenljivog intenziteta. U ovom radu je istraženo ponašanje adhezivnih spojeva fasadne obloge od trapezastog lima za noseću konstrukciju, izloženih dejstvu cikličnog opterećenja. S obzirom da je kod fasadnih konstrukcija, zbog povremenih udara jakih vetrova, značajno poznavanje čvrstoće spojeva u svakom trenutku, akcenat u istraživanju je stavljen na degradaciju čvrstoće sa porastom broja ciklusa opterećenja.

**Ključne reči:** adhezioni spojevi, fasadni spojevi, degradacija čvrstoće, ciklično opterećenje, zamor.

**Abstract** - Adhesive bonding is being increasingly used in civil engineering structures. The most suitable field for their application is in steel structures. The main obstacle to their wider use is insufficient knowledge about their long-term behavior, especially when subjected to irregular loading, such as cyclic loading. This paper investigates the behavior of adhesive joints of trapezoidal sheet façade cladding to the bearing structure, under the influence of cyclic loading. Given that the analysis of façade structures, due to occasional strong winds, require the knowledge about joint strength at any point of time, the emphasis in the research is put on the change of the joint strength with increasing number of load cycles.

**Key words:** adhesive joints, façade joints, strength degradation, cyclic loading, fatigue.

#### 1. UVOD

Primena inovativne tehnologije adhezionog spajanja povećava kvalitet i efikasnost čeličnih konstrukcija. Ona predstavlja alternativu klasičnim metodama spajanja, rešavajući neke od fundamentalnih problema koji se kod njih mogu primetiti. Tako se mogu izbeći deformacije koje nastaju prilikom zavarivanja i slabljenja poprečnog preseka elemenata zbog uticaja rupa za zavrtnjeve. Zbog visokog stepena prefabrikacije, čelične konstrukcije su pogodne za primenu adheziva, jer se u radioničkim uslovima može obezbediti njihovo nanošenje u tankom sloju ujednačene debljine, što je preduslov za kvalitetan spoj [1]. Međutim, proračun adhezivnih spojeva čeličnih konstrukcija nije definisan ni jednim od važećih standarda u oblasti proračuna čeličnih konstrukcija. Primena ovakvih spojeva je vezana isključivo za eksperimentalno dokazivanje njihove čvrstoće u eksploatacionim uslovima, što može biti dugotrajan i skup proces. Jedna od najvećih prepreka za njihovu širu primenu u građevinarstvu je nedovoljno poznavanje njihovog dugoročnog opterećenja. U tom smislu naročito je važno definisati njihovo ponašanje pri dejstvu cikličnog opterećenja, koje uzrokuje pojavu zamora materijala i dovodi do značajnih oštećenja u toku eksploatacije objekata.

Postoje različiti pristupi i modeli za analizu uticaja zamora pri dejstvu cikličnog opterećenja. Primenom S-N [1] i E-N modela [2,3], kao i teorije mehanike oštećenja, se može veoma efikasno predvideti vek trajanja adhezivnih spojeva pod dejstvom cikličnog opterećenja. Međutim, svaki od njih karakterišu određeni nedostaci. Pomoću S-N krivih jednostavno je odrediti vek trajanja za određeni nivo opterećenja konstantne amplitude i asimetrije ciklusa. Određivanje ovih krivih, zapravo, predstavlja preduslov za druge metode. Međutim, one nam ne daju uvid u razvoj oštećenja u toku eksploatacije, što je vrlo često veoma značajan podatak. Sa druge strane, definisanje parametara E-N modela zahteva praćenje promene deformacije sa porastom broja ciklusa kome je spoj izložen, što nije uvek moguće realizovati. Takođe, u inženjerskoj praksi ovu metodu nije lako implementirati jer su konstrukcije najčešće izložene promenljivom cikličnom opterećenju sa povremenim znatnim skokovima, pa je samo poznavanje krutosti nedovoljno za predviđanje loma, koji najčešće nastupa u trenutku skoka opterećenja. Primena teorije mehanike oštećenja predstavlja najprecizniji od pomenuta tri pristupa, ali je u inženjerskoj praksi često vrlo teško odrediti parametre modela.

Konstrukcije u građevinarstvu se uglavnom dimenzionišu prema procenjenim ekstremnim slučajevima opterećenja koji se mogu javiti u toku eksploatacije. Međutim, one su takođe tokom celog eksploatacionog veka izložene promenljivom cikličnom opterećenju znatno nižeg intenziteta od ekstremnih uticaja za koje su dimenzionisane. Ono uzrokuje akumulaciju oštećenja, što dovodi do smanjenja statičke čvrstoće. Eksperimentalnim istraživanjem preostale čvrstoće nakon određenog broja ciklusa konstantne amplitude moguće je odrediti dijagram opadanja čvrstoće adhezionih spojeva. Ova metoda se uveliko upotrebljava za predviđanje veka trajanja kompozita [4–6], a poslednjih godina je njena upotreba proširena i na adhezione spojeve [7–9]. Prednost ove metode je mogućnost njene direktne inženjerske primene, jer se podatak preostaloj čvrstoći može upotrebiti za određivanje nosivosti određenog elementa ili konstrukcije u toku njihove eksploatacije.

U ovom radu je istražena degradacija čvrstoće adhezionih fasadnih spojeva izloženih dejstvu cikličnog opterećenja konstantne amplitude i stepena asimetrije ciklusa. Tok funkcije promene čvrstoće sa porastom broja ciklusa opterećenja opisan je pomoću modela normalizovane rezerve čvrstoće, razvijenog u istraživanju objavljenom u [10].

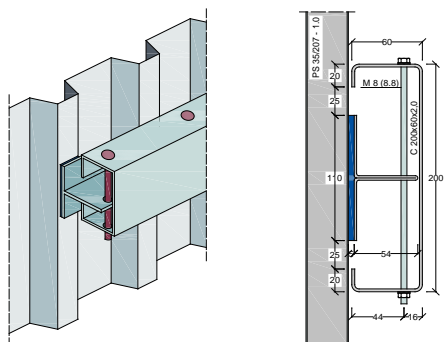
## 2. MATERIJAL I METOD RADA

### 2.1 Izrada uzoraka fasadnog spoja

Fasadne obloge građevinskih konstrukcija predstavljaju tipične primere elemenata izloženih promenljivom opterećenju manjeg intenziteta, sa povremenim udarima opterećenja znatno većeg intenziteta od prosečnog. Za ovakav tip opterećenja, poznavanje preostale čvrstoće spojeva može biti od velikog značaja.

Istraživanje je sprovedeno na primeru iz prakse, prikazanom na sl. 1, koji predstavlja strukturalnu fasadu sa oblogom od trapezastog lima. Na glavne vertikalne nosače opterećenje prenose sekundarni nosači (C200x60x2), koji služe isključivo za prijem horizontalnog opterećenja prenesenog preko površine fasadnog lima. Veza fasadnog lima za horizontalne profile izvodi se pomoću T-konektora od pocinkovanog lima. Veza između T-konektora i samog fasadnog lima ostvarena je uz primenu adhezionog spajanja, dok se sa horizontalnim profilima veza ostvaruje pomoću zavrtnjeva, na način da onemogućava prenošenje vertikalne sile.

Za izradu uzoraka spoja korišćen je pocinkovani lim kvaliteta D×51D +Z. Spajanje je izvršeno pomoću akrilnog dvo-komponentnog adheziva Lord410GB. Pre samog spajanja, površine elemenata su sačmarene čeličnom sačmom veličine 0,4mm i tvrdoće HV600, odmašćene acetonom i očišćene od zaostale prašine vazduhom pod pritiskom. Nakon toga je



Slika 1. Geometrija fasadnog spoja

izvršeno nanošenje adheziva i sapajanje elemenata. Uzorci su ostavljeni da ostoje 3 dana, što predstavlja maksimalno vreme očvršćavanja ovog tipa adheziva.

### 2.2 Eksperimentalno ispitivanje

Za definisanje parametara modela kojim se opisuje tok degradacije čvrstoće, bilo je neophodno izvršiti tri različite vrste eksperimentalnih ispitivanja. S obzirom da nije postojala mogućnost pričvršćivanja uzoraka za konstrukciju kidalice, za nanošenje opterećenja je upotrebljena specijalna konstrukcija, prikazana na sl. 2.

Najpre je bilo neophodno utvrditi kvazistatičku čvrstoću spoja, ispitivanjem uzoraka do loma. Ispitivanje uzoraka je sprovedeno pomoću univerzalne kidalice Shimadzu Autograph, maksimalnog opsega sile 250kN. Opterećenje je nanošeno u pomeranjem čeljusti kidalice konstantnom brzinom od 10mm/min. Brzina pomeranja čeljusti je određena prema standardu za ispitivanje adhezionih čeonih spojeva zatezanjem [11].



Slika 2. Kriva normalizovane rezerve čvrstoće (NRČ)

Druga vrsta ispitivanja je sprovedena izlaganjem uzoraka cikličnom opterećenju do loma. U trenutku loma je beležen broj ciklusa u kome je on nastupio. Ova vrsta ispitivanja je neophodna za određivanje S-N krive, potrebne za definisanje broja ciklusa opterećenja pri ispitivanju preostale čvrstoće spojeva. Ispitivanje je sprovedeno pri različitim nivoima opterećenja, manjim od srednje vrednosti statičke čvrstoće. Opterećivanje uzoraka je sprovedeno nanošenjem sile promenljivog intenziteta u obliku sinusne funkcije konstantne amplitude, sa frekvencijom  $f=5\text{Hz}$  i stepenom asimetrije ciklusa  $R=S_{\min}/S_{\max}=0,1$ . Odabrane vrednosti frekvencije i stepena asimetrije ciklusa predstavljaju najčešće korišćene vrednosti ovih parametara u istraživanjima koja se mogu naći u dostupnoj literaturi [12,13].

U Poslednjoj fazi istraživanja ispitivana je preostala čvrstoća nakon izlaganja određenog broja ciklusa opterećenja, koji predstavlja segment veka trajanja predviđenog S-N krivom. Uzorci su najpre izlagani unapred definisanom broju ciklusa opterećenja, nakon čega je usledila pauza od 5 sekundi i nastavljeno statičko ispitivanje uzorka do loma. Ciklično

opterećenje je nanošeno u režimu kontrolisane sile, sa frekvencijom  $f=5\text{Hz}$  i stepenom asimetrije ciklusa  $R=0,1$ . Statičko ispitivanje je sprovedeno nanošenjem konstantne deformacije pomeranjem čeljusti kidalice brzinom od  $10\text{mm/min}$ , kao i u slučaju statičkog ispitivanja.

### 2.3 Teorijski model za opisivanje degradacije čvrstoće

Za opisivanje promene čvrstoće spojeva sa porastom broja ciklusa opterećenja korišćen je model normalizovane rezerve čvrstoće [1], definisan sledećom jednačinom:

$$S_{res,n} = (1 - n_n^\alpha)^\beta, \quad (1)$$

gde je  $n_n = n/N$  segment veka trajanja a  $\alpha$  i  $\beta$  parametri koji definišu oblik krive normalizovane rezerve čvrstoće.

Ovim modelom se degradacija čvrstoće pod dejstvom cikličnog opterećenja konstantne amplitude može odrediti objedinjavanjem eksperimentalnih podataka za sve nivoe opterećenja na jednom dijagramu. Najpre se eksperimentalno utvrđene vrednosti preostalih čvrstoća spojeva za različite nivoe opterećenja i segmente veka trajanja transformišu u normalizovane rezerve čvrstoće primenom sledeće jednačine:

$$S_{res,n} = (S_R - S_{max}) / (S_u - S_{max}) \quad (2)$$

gde je  $S_{res,n}$  normalizovana rezerva čvrstoće nakon  $n$  ciklusa opterećenja, kojoj odgovara preostala čvrstoća  $S_R$ . Usvajanjem pretpostavke da se za sve nivoe opterećenja mogu primeniti jedinstvene vrednosti parametara modela, fitovanjem modela normalizovane rezerve čvrstoće prema eksperimentalnim podacima se određuju parametri  $\alpha$  i  $\beta$ .

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

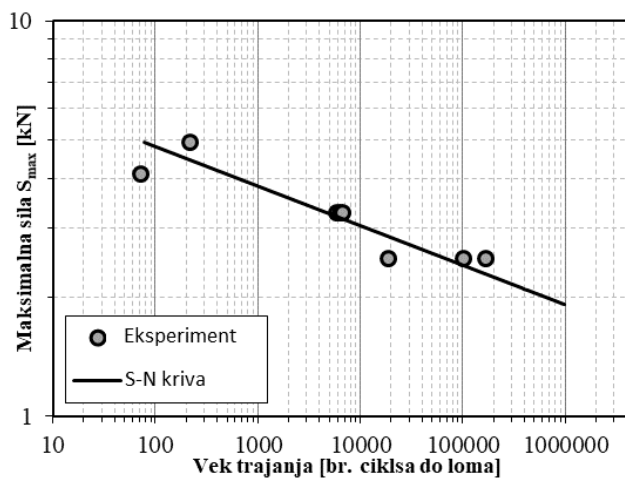
Ispitivanje kvazistatičke čvrstoće sprovedeno je na 3 uzorka. Srednja vrednost čvrstoće spoja iznosila je  $5,66\text{kN}$ . Mehanizam loma uzoraka bio specijalni kohezioni [14], odnosno lom u sloju adheziva u blizini spoja sa adrentom.

Ispitivanje dejstvom cikličnog opterećenja do loma sprovedeno je na 8 uzoraka pri različitim nivoima opterećenja. Osnovni podaci o parametrima ispitivanja pojedinačnih uzoraka, kao i broj ciklusa opterećenja u trenutku loma sumirani su u tabeli 1.

Tabela 1. Podaci o ispitivanju veka trajanja

Бр.	$S_{max}$ [kN]	$S_{min}$ [kN]	$S_a$ [kN]	$S_m$ [kN]	N
1.	4,92	0,492	4,428	2,706	219
2.	4,10	0,410	3,690	2,255	71
3.	3,28	0,328	2,952	1,804	5902
4.	3,28	0,328	2,952	1,804	6362
5.	3,28	0,328	2,952	1,804	6795
6.	2,50	0,250	2,250	1,375	166224
7.	2,50	0,250	2,250	1,375	102682
8.	2,50	0,250	2,250	1,375	18600

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 1, postupkom predstavljenim u [15], zasnovanim na metodi maksimalne verodostojnosti, definisana je S-N kriva (sl. 3). Njenom primenom se predviđa vek trajanja uzoraka za proizvoljni nivo opterećenja, neophodan za definisanje broja ciklusa pri ispitivanju preostale čvrstoće koji je manji od veka trajanja.



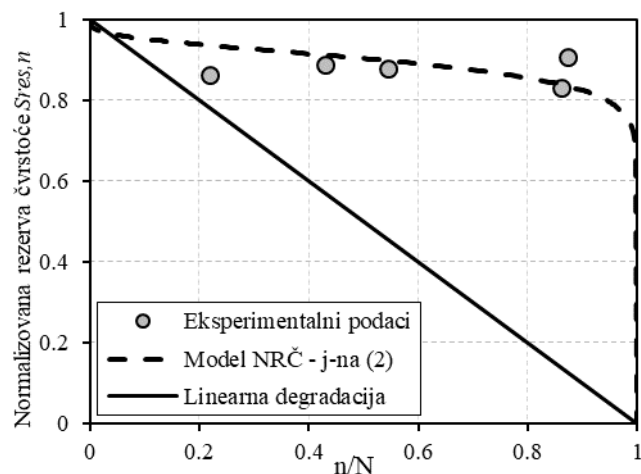
Slika 3. S-N kriva

Ispitivanje preostale čvrstoće je sprovedeno za dva nivoe opterećenja, prema parametrima prikazanim u tabeli 2.

Tabela 2. Podaci o ispitivanju preostale čvrstoće

Бр.	$S_{max}$ [kN]	n	N	n/N	$S_{max}/S_u$	$S_R$ [kN]
1.	3,28	1000	4583	0,22	0,58	5,33
2.	3,28	2500	4583	0,55	0,58	5,37
3.	3,28	4000	4583	0,87	0,58	5,44
4.	2,50	30000	69619	0,43	0,44	5,30
5.	2,50	60000	69619	0,86	0,44	5,12

Na osnovu rezultata ispitivanja, primenom metode najmanjih kvadrata, određena je kriva normalizovane rezerve čvrstoće opisana jednačinom (2) i prikazana na sl. 4.



Slika 4. Kriva normalizovane rezerve čvrstoće (NRČ)



Na sl. 3, pored krive normalizovane rezerve čvrstoće, dat je prikaz i slučaj linearne promene čvrstoće, kakva je podrazumevana u slučajevima kada ne postoje podaci o preostaloj čvrstoći.

Može se primetiti da je degradacija čvrstoće, a samim tim i normalizovane rezerve čvrstoće, ispitanih uzoraka veoma mala u toku većeg dela veka trajanja. Nakon toga, pred sam lom, dolazi do naglog smanjenja čvrstoće, u literaturi poznatog kao „sudden death“ tip degradacije [4]. Takođe može se primetiti da su eksperimentalni podaci o preostaloj čvrstoći nakon određenog segmenta veka trajanja omogućili definisanje toka degradacije iste koji je znatno drugačiji od linearnog toka degradacije. Linearna degradacija se u ovom slučaju može smatrati veoma konzervativnom.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati ispitivanja adhezionih spojeva obloge strukturalne fasade i noseće konstrukcije pri dejstvu cikličnog opterećenja. Radi definisanja uticaja zamora na njihovo ponašanje sprovedene su tri različite vrste eksperimentalnih ispitivanja. Najpre je utvrđena kvazistatička čvrstoća spoja, koja predstavlja čvrstoću uzoraka neoštećenih delovanjem zamornog opterećenja. Nakon toga je, ispitivanjem uzoraka izlaganjem cikličnom opterećenju do loma, određena S-N kriva kojom se definiše njihov vek trajanja pri proizvoljnom nivou opterećenja. U poslednjoj fazi je utvrđen tok degradacije čvrstoće, koji je opisan modelom normalizovane rezerve čvrstoće. Analizirajući oblik krive normalizovane rezerve čvrstoće može se doći do zaključka da bi dimenzionisanje samog spoja za eventualni nagli skok opterećenja nakon iznenadnog udara jakog vetra dalo ekonomičnije rešenje nego u slučaju usvajanja linearne promene čvrstoće od vrednosti statičke čvrstoće (kod neoštećenih uzoraka), do vrednosti maksimalne sile cikličnog opterećenja (trenutak loma). Ova činjenica može opravdati dodatno ulaganje novca i vremena za vršenje eksperimentalnog ispitivanja i određivanja toka promene čvrstoće predmetnih spojeva pri dejstvu promenljivog opterećenja, kakvo se najčešće javlja u toku eksploatacije građevinskih objekata.

#### LITERATURA

[1] Wöhler, A., Über die Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl (On Strength Tests of Iron and Steel). Zeitschrift Für Bauwesen, Vol.20; 1870: pp. 73–106.

[2] Coffin, L.F., A study of the effects of cyclic thermal stresses on a ductile metal. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, Vol.76; 1954: pp. 931–50.

[3] Manson, S.S., Behaviour of materials under conditions of thermal stress, REPORT 1170. Cleveland, 1954.

[4] Philippidis, T.P., Passipoularidis, V.A., Residual strength after fatigue in composites: Theory vs. experiment. International Journal of Fatigue, Vol.29; 2007: pp. 2104–16. doi:10.1016/j.ijfatigue.2007.01.019.

[5] D'Amore, A., Giorgio, M., Grassia, L., Modeling the residual strength of carbon fiber reinforced composites subjected to cyclic loading. International Journal of Fatigue, Vol.78; 2015: pp. 31–7. doi:10.1016/j.ijfatigue.2015.03.012.

[6] Revuelta, D., Cuartero, J., Miravete, A., Clemente, R., New approach to fatigue analysis in composites based on residual strength degradation. Composite Structures, Vol.48; 2000: pp. 183–6. doi:10.1016/S0263-8223(99)00093-8.

[7] Shenoy, V., Ashcroft, I.A., Critchlow, G.W., Crocombe, A.D., Abdel Wahab, M.M., Strength wearout of adhesively bonded joints under constant amplitude fatigue. International Journal of Fatigue, Vol.31; 2009: pp. 820–30. doi:10.1016/j.ijfatigue.2008.11.007.

[8] Shenoy, V., Ashcroft, I.A., Critchlow, G.W., Crocombe, A.D., Abdel Wahab, M.M., An evaluation of strength wearout models for the lifetime prediction of adhesive joints subjected to variable amplitude fatigue. International Journal of Adhesion and Adhesives, Vol.29; 2009: pp. 639–49. doi:10.1016/j.ijadhadh.2009.02.008.

[9] Erpolat, S., Variable Amplitude Fatigue of Adhesively Bonded Joints, Ph.D. thesis., Loughborough University, 2004.

[10] Stojković, N., Folić, R., Hartmut Pasternak, Mathematical model for the prediction of strength degradation of composites subjected to constant amplitude fatigue Vol.103; 2017: pp. 478–87. doi:10.1016/j.ijfatigue.2017.06.032.

[11] CPIIC EH 15870:2009: Adhezivi - Određivanje zatezne čvrstoće čeonih spojeva.

[12] Khoramishad, H., Modelling fatigue damage in adhesively bonded joints, Doktorska disertacija. 2010.

[13] Shenoy, V., Damage Characterisation and Lifetime Prediction of Bonded Joints under Variable Amplitude Fatigue Loading, Ph.D. thesis., Loughborough University, 2009.

[14] SRPS EN ISO 10365:2011: Adhezivi - Označavanje obrazaca glavnih lomova.

[15] Stojković, N., Stojić, D., Živković, S., Čurčić, G.T., Algorithm for determination of S-N curves of structural elements subjected to cyclic loading. Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, Vol.16; 2018: pp. 81–91. doi:https://doi.org/10.2298/FUACE170407007S.



## KARAKTERISTIKE GEOPOLIMERNOG MALTERA SPRAVLJENOG SA CRVENIM MULJEM I ELEKTROFILTERSKIM PEPELOM CHARACTERISTICS OF GEOPOLYMER MORTAR PREPARED OF RED MUD AND FLY ASH

Jelena Bijeljčić, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Nenad Ristić, *Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

**Sadržaj** - Poslednjih godina u fokusu pažnje su novi kompozitni materijali: geopolimeri čije su karakteristike slične kompozitima na bazi cementa. Geopolimeri se ne trebaju smatrati kao zamena cementnih materijala već kao njihova alternativa. U ovom radu su ispitivane karakteristike geopolimernih malterskih mešavina na bazi elektrofilterskog pepela sa dodatkom aluminosilikatnog materijala - crvenog mulja. Četiri geopolimerne malterske mešavine spravljene su sa elektrofilterskim pepelom i crvenim muljem i jedna cementna mešavina. Mešavine na bazi elektrofilterskog pepela su pravljene sa različitim procentualno - masenim udelom crvenog mulja od 5 % do 20 %. Cilj ovog ispitivanja bio je određivanje čvrstoće geopolimernog maltera pri starosti od 3, 7, 28, 56 i 90 dana. Mešavine su negovane pri istim ambijentalnim uslovima i pri istom vodo/vezivnom and vezivno/agregatnom odnosu.

**Ključne reči:** geopolimerni malteri, nusproizvodi, mehaničke karakteristike

**Abstract** - In recent years, new composite materials have been the focus of attention. Geopolymers have characteristics of similar cement-based compositions. Geopolymers are not replacing cementitious materials but as an alternative. In this paper, the characteristics of geopolymer mortar mixtures based on fly ash with additional aluminosilicate material - red mud, were examined. Four geopolymer mortar mixtures were made with fly ash and red mud and one cement mixture. The fly ash based mixtures were made with different percentages of red mud from 5% to 20%. The mixtures were nurtured under the same ambient conditions and at the same water-to-binder and binder / aggregate ratios.

**Key words:** geopolymer mortar, by products, mechanical strength

### 1. UVOD

Poslednjih godina geopolimerni građevinski materijali privlače sve više interesovanja. Njihova prednost u odnosu na tradicionalne materijale ogleda se u njihovim ekološkim benefitima. Poznato je da se proizvodnjom cementa emituje od 5 do 7 % ukupne emisije CO<sub>2</sub>. Takođe, poznato je da se pri spravljanju cementa mogu upotrebiti elektrofilterski pepeo i drugi industrijski nusproizvodi. Međutim, trenutna praksa je da se oni ne kombinuju tako često, pa se otpad koji ima veliku upotrebnu vrednost uglavnom deponuje. Većom upotrebom industrijskih nusproizvoda generatori tih vrsti otpada mogli bi ostvariti određenu ekonomsku korist što kroz smanjenje troškova deponovanja što kroz prodavanja otpada kao sirovine sa upotrebom vrednošću [1]. Prema **Stengel i drugi** [2], ekološki benefiti usled korišćenja geopolimernih kompozita videli bi se u emisiji CO<sub>2</sub> koja bi mogla biti smanjena za 25 do 45%.

Za njihovo spravljanje neophodni su materijali bogati silicijumom i aluminijumom, ali i jaki alkalni rastvori. Aluminosilikatne sirovine koje su potrebne za spravljanje geopolimera mogu se naći u prirodnom stanju, poput materijala iz

Zemljine kore, ili industrijski nusproizvodi. Alkalni aktivatori poput jakih baza NaOH ili KOH u kombinaciji sa Na<sub>2</sub>SiO<sub>2</sub> ili K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> najčešće se koriste za spravljanje geopolimera [3]. Jedinjenja Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i SiO<sub>2</sub>, sadržana u polaznim sirovinama, bivaju rastvorena alkalnim rastvorima što dovodi do stvaranja reakcije geopolimerizacije, a struktura formiranog kompozitnog materijala je trodimenzionalna. Čvrstoća ovako formiranog kompozita je jača ili ista čvrstoći materijala spravljeno sa Portland cementom [4]. Teoretski gledano, bilo koji čvrsti materijal koji u svom hemijskom sastavu sadrži okside silicijuma i aluminijuma može se koristiti kao vezivni materijal za spravljanje geopolimera [5]. Neki od najčešće korišćenih su otpadni materijali poreklom iz industrijske proizvodnje poput: elektrofilterskog pepela, granulisanе zgre visoke peći, crveni mulj, metakaolin, rižine ljuspice i sl. [6].

U dosadašnjim istraživanjima proučavane su mnogo osobine geopolimera, najviše ispitivanja sprovedeno je na geopolimernim pastama, nešto manje na geopolimernim malterima, a po najmanje na geopolimernim betonima. Posebnu pažnju autori su do sada posvećivali recepturama kompozita, u okviru čega su ispitivane različite varijacije koncentracije

alkalnih rastvora za aktivaciju čvrstih vezivnih materijala: NaOH i Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, vremena i temperature očvršćavanja, vlažnosti i dr. [7].

**E. Alvarez-Ayuso i drugi** [8] ispitivali su ekološke, fizičke i strukturalne karakteristike geopolimerne paste spravljene sa NaOH. Proces geopolimerizacije ostvaren je korišćenjem 5, 8 i 12M NaOH rastvora. Mešavine su očvršćavale pri temperaturi od 40 do 80 °C u trajanju od 6 do 48 sati. U pogledu strukturalne stabilnosti, autori navode da je najoptimalnija mešavina spravljena pri uslovima maksimalne koncentracije NaOH, koja je očvršćavala pri temperaturi od 80 °C u trajanju od 48 sati. **Xiaolu Guo i drugi** [9] su ispitivali čvrstoću pri pritisku i mikrostrukturalne karakteristike geopolimerne paste spravljene sa NaOH i Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> i elektrofilterskim pepelom „klase C“. Odnos aktivatora korišćenih za spravljanje geopolimerne paste SiO<sub>2</sub> i Na<sub>2</sub>O bio je 1, 1.5 i 2.0. Ovakav odnos uticao je na koncentraciju Na<sub>2</sub>O u odnosu na masu upotrebljenog veziva koja se kretala od 5 – 15 %. Prema rezultatima ispitivanja, na uzorcima spravljenim sa Na<sub>2</sub>O koncentraciji 10 % i SiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O = 1.5 i negovanim na 75 °C u trajanju od 8 sati, izmerena je najbolja pritisna čvrstoća (63.4 MPa).

Pojedine grupe autora [10] ispitivale su uticaj temperature nege na mehaničke i druge karakteristike geopolimera. Autori zaključuju da viša temperatura povoljno utiče na postizanje ranih čvrstoća, ali i da su mehaničke karakteristike uzoraka koji su negovani na visokoj temperaturi 5-10 % niže od mehaničkih karakteristika uzoraka koji su negovani u ambijentalnim uslovima.

U ovom radu istraživana mogućnost primene RM kao vezivnog materijala za spravljanje geopolimernih maltera. Kod ispitivanog geopolimernog maltera na bazi FA izvršena je delimična zamena osnovnog veziva RM pri procentualno-masenom udelu 5 %, 10 %, 15 % i 20 %. Ispitivane su mehaničke karakteristike maltera i uticaj ciklusa smrzavanja-odmrzavanja na karakteristike ovih mešavina.

## 2. MATERIJALI I METODE

U ovom radu su kao vezivni materijali korišćeni elektrofilterski pepeo (FA) i crveni mulj (RM). FA nastaje kao nusproizvod iz thermal electric power plant Kostolac “B”, while RM je nusproizvod koji nastaje pri preradi aluminijuma poreklom iz “Kombinat aluminijuma” Podgorica, Crna Gora. Najpre su FA i RM osušeni do konstantne mase, a zatim su prosejani kroz laboratorijsko sito otvora 0.09 mm. Korišćeni vezivni materijali prikazani su na slici 1. Korišćeni agregat za spravljanje maltera je rečni agregat poreklom iz Južne Morave, maksimalnog zrna 2mm. Kao aditiv za poboljšanje ugradljivosti sveže malterske mešavine korišćen je superplastifikator (SP) SIKA 5380. U mešavinama gde se javila potreba SP je dodavan do zadovoljavajućeg tečenja, kao i extra water koja je bila ista u svim mešavinama.

Za potrebe rada ispitivano je četiri geopolimerne malterske mešavine i jedna standardna cementna malterska mešavina „E“. Geopolimerne malterske mešavine spravljene su sa FA i RM pri čemu je izvršena procentualno-masena zamena FA sa RM u iznosu 5 %, 10 %, 15 % i 20 % u odnosu na ukupnu količinu veziva. Te mešavine označene su „5 RM“, „10 RM“, „15 RM“ i „20 RM“, respektivno. Spravljanje malterskih mešavina izvršeno je u laboratorijkom malter-

skom mikseru gde je maseni odnos vezivnih materijala i peska bio 1:3. 24 časa pre početka spravljanja vršeno je rastvaranje natrijum hidroksida, koji je 30 min pre početka mešanja pomešan sa natrijum sililikata. Nakon sjedinjavanja alkalnih aktivatora izvršeno je dodavanje vezivnog materijala i pasta je sjedinjavana u trajanju od 5 minuta. Zatim je izvršeno dodavanje suvog peska kada je mešanje nastavljeno još 5 minuta. Sastav malterskih mešavina dat je u Tabeli 1.

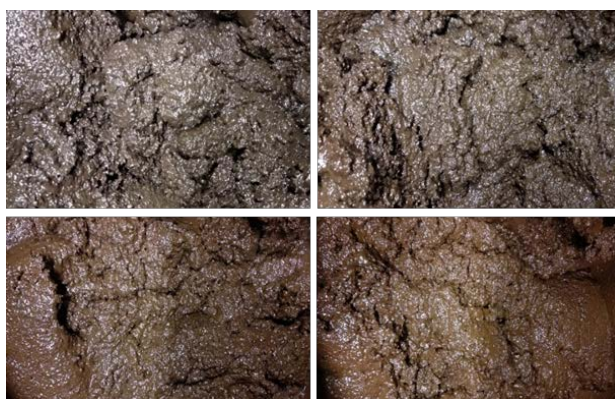


Slika 1. Korišćeni materijali.

Tabela 1. Sastav mešavina

Meš. No.	CEM III	FA [g]	RM [g]	SH/SS	W/B	B/S	SP [%]	Voda [g]
5 RM	-	427,5	22,5	0,19	0,45	1:3	0,3	20
10 RM	-	405	45	0,19	0,45	1:3	-	20
15 RM	-	382,5	67,5	0,19	0,45	1:3	-	20
20 RM	-	360	90	0,19	0,45	1:3	-	20
E	450	-	-	-	0,5	1:3	0,5	225

Nakon spravljanja, svež malter je ugrađen u metalne kalupove dimenzija 4 x 4 x 16 cm. Kalupi su zatim umotani u plastičnu foliju, i nakon 2 dana izvađeni su iz kalupa. Uzorci su do vremena ispitivanja čuvani na laboratorijskoj temperaturi od oko 22 °C. Izgled svežih malterskih mešavina prikazan je na Slici 2.



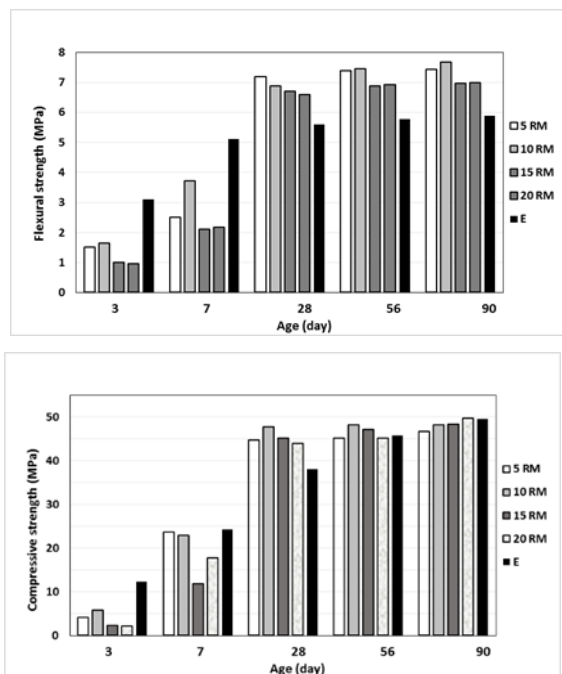
Slika 2. Mešavine u svežem stanju.

Mehaničke karakteristike geopolimernih malterskih mešavina ispitivane su u očvrslom stanju.

Na očvrslim epruvetama oblika prizmi dimenzija 40 x 40 x 160 mm i pri starosti uzoraka od 3, 7, 28, 56 i 90 dana čvrstoća na pritisak i čvrstoća na savijanje prema standardu SRPS EN 196-1:2018 [11]. Za svaku maltersku mešavinu napravljen je ukupno petnaest prizmi. Po tri malterske prizme ispitivane su pri svakoj starosti uzoraka.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Očvrslje malterske epruvete oblika prizme ispitivane su prema proceduri propisanoj standardom. Vrednost savojne čvrstoće dobijena je merenjem na tri uzorka pri svakoj starosti, dok je vrednost pritisne čvrstoće merene na šest uzoraka. Rezultati ispitivanja čvrstoće pri savijanju i čvrstoće pri pritisku ispitivanih epruveta prikazani su na Slici 3 and 4.



Slika 3 i 4. Čvrstoća na savijanje (gore) i čvrstoća na pritisak (dole)

Rezultati ispitivanja pritisne i savojne čvrstoće pri starosti uzoraka od 3, 7, 28, 56 i 90 dana prikazani su na Slici 3 i 4. Može se zaključiti da sa povećanjem starosti uzoraka povećavaju i čvrstoće maltera. Pri starosti uzoraka od 3 dana najveću savojnu i pritisnu čvrstoću ima uzorak „10 RM“, a oblik dijagrama na oba segmenta dijagrama prikazanih na Slici 3 i 4 je isti.

Čvrstoća na savijanje kod uzoraka mešavine „10 RM“ pri starosti od 7 i 28 dana izmerena je 3,73 MPa i 6,87 MPa, respektivno. Pri starosti uzoraka od 28 dana najveća vrednost izmerena je kod uzoraka mešavine „5 RM“ i iznosi 7,2 MPa, što je za oko 4,5% više od mešavine „10 RM“. U kasnijim starostima uzoraka ove dve mešavine imaju približno iste vrednosti. Pri ispitivanju savojne čvrstoće kod mešavina oznaka „15 RM“ i „20 RM“ pri starosti uzoraka od 28 dana izmerene su vrednosti 6,7 MPa i 6,6 MPa (respektivno) i do kraja ispitivanja izmereno je povišenje savojne čvrstoće do oko 5 %.

Prema rezultatima ispitivanja pritisne čvrstoće, prikazanih na Figure 5, najveću vrednost čvrstoće na pritisak pri ispitivanoj starosti uzoraka od 3 dana imaju epruvete mešavine etalona „E“ što je za oko 2,1 puta više nego mešavina „10 RM“ kod koje je izmerena najviša pritisna čvrstoća. Oblik dijagrama pritisnih čvrstoća pri starosti uzoraka od 28 i 56 dana je isti sa blagim prirastom čvrstoća do 2 MPa koliko je izmereno kod mešavine „15 RM“. Pri starosti uzoraka od 28, 56 i 90 dana uočljiv je prirast pritisnih čvrstoća ali su one,

kao i kod ispitivanja savojne čvrstoće, blage sa maksimalnim prirastom do 12 %.

Može se zaključiti da sve geopolimerne malterske mešavine ispunjavaju osnovne zahteve u pogledu pritisnih i savojnih čvrstoća.

### 4. ZAKLJUČAK

Prema dobijenim karakteristikama, može se zaključiti da geopolimerni malteri na bazi FA poreklom iz termoelektrane „Kostolac B“ i sa dodatkom RM mogu biti adekvatna zamena tradicionalnim cementnim mešavinama. Takođe, može se zaključiti sledeće:

- Pri starosti uzoraka od 28 dana svi ispitivani uzorci imali su pritisnu čvrstoću preko 44 MPa, tj. preko 46,5 MPa pri starosti od 90 dana.
- Sve geopolimerne malterske mešavine ispunjavaju osnovne zahteve u pogledu pritisnih i savojnih čvrstoća.
- Ekološke i ekonomske prednosti korišćenja geopolimernih materijala ogledaju se u iskorišćenju otpada, kod kojeg je emisija CO<sub>2</sub> prilikom njegovog prevođenja iz nusproizvoda u vezivni materijal mala.
- Neophodno je sprovesti detaljnija ispitivanja fizičkih i mehaničkih karakteristika na malterima, kao i na betonima.

### LITERATURA

- [1] Benjamin C.M, Ross P. W., Janine L., Arie van R., Glen D. C., Costs and carbon emissions for geopolymer pastes in comparison to ordinary portland cement, *Journal of cleaner prouction*, Vol. 19, pp. 1080-1090., 2011.
- [2] Stengel, T., Reger, J., Heinz, D., 2009. Life cycle assessment of geopolymer concrete - what is the environmental benefit?. In: *Concrete Solutions 09. Concrete Institute of Australia*, Luna Park, Sydney, Australia, p. Paper 6ae4.
- [3] G. Görhan, G. Kürklü, The influence of the NaOH solution on the properties of the fly ash-based geopolymer mortar cured at different temperatures, *Composites: Part B*, 58 (2014) 371-377.
- [4] Part W. K., Mahyuddin R., Cheah C. B., An overview on the influence of various factors on the properties of geopolymer concrete derived from industrial by-products, *Construction and building materials*, Vol. 77, pp. 370-395., 2015.
- [5] F. P. Torgal, J. C. Gomes, S. Jalali, Alkali-activated binders: A review. Part 2. About materials and binders manufacture, *Construction and Building materials*, Vol. 22 pp. 1315-1322, 2008.
- [6] A. Islam, J. Alengaram, M. Z. Jumaat, I. I. Bashar, The development of compressive strength of ground granulated blast furnace slag-palm oil fuel ash based geopolymer mortar, *Materials and design*, Vol. 56, pp. 833-841, 2014.

- [7] Bakharev T., Durability of geopolymer materials in sodium and magnesium sulfate solutions, *Cement and concrete research*, Vol. 35, pp.1233-1246, 2005.
- [8] E. A´lvarez-Ayuso, X. Querol, F. Plana, A. Alastuey, N. Morenoa, M. Izquierdo, O. Font a, T. Morenoa, S. Diez a, E. V´azquez b, M. Barra, Durability of geopolymer materials in sodium and magnesium sulfate solutions, *Cement and concrete research*, Vol. 35, pp.1233-1246, 2005.
- [9] Xiaolu G., Huisheng S., Warren A. D., Compressive strength and microstructural characteristics of class C fly ash geopolymer, Vol. 32, pp. 142-147, 2010.
- [10] Rovnanik P., Effect of curing temperature on the development of hard structure of metakaolin-based geopolymer, *Construction and Building materials*, Vol. 24, pp. 1176-1183, 2010.
- [11] SRPS EN 196-1:2018

## ДИФУЗИЈА ШТЕТНИХ ГАСОВА КОД САОБРАЋАЈНИЦА DIFFUSION OF TOXIC GASES AROUND ROADS

Душан Коцић, Академија техничко-васпитачких струковних студија, Александра Медведева 20, Ниш.

**Садржај** – У овом раду биће анализирани математички модели кретања отровних гасова око саобраћајница, као и њихова дифузија кроз простор и животну средину.

**Кључне речи:** Токсични гасови. Математички модел. Дифузија.

**Abstract** - This paper will analyze mathematical models of the movement of toxic gases around roads, as well as their diffusion through space and the environment.

**Key words:** Toxic gases. Mathematical model. Diffusion.

### 1. УВОД

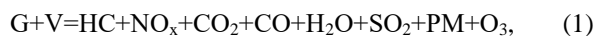
Од прве индустријске револуције до данас потрошња енергије широм света се повећава. Доминантни извори енергије су фосилна горива, чијим се сагоревањем ослобађа значајна количина токсичних материја у виду гасова. У циљу контроле и превенције утицаја ових штетних материја, неопходно је анализирати њихов начин распростирања након испуштања у атмосферу.

Ова анализа би требала допринети поступку проналажења мера заштите и превенције феномена дифузије издувних гасова око саобраћајница.

### 2. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛИ ДИФУЗИЈЕ ТОКСИЧНИХ ГАСОВА

Сагоревање је основни процес током којег се хемијска енергија из горива претвара у топлотну и даље у механички рад у моторима СУС.

Од укупне енергије која се ослобађа процесом сагоревања, око 42% се користи за покретање возила, док су преосталих 58% губици. Процес сагоревања фосилних горива у моторним возилима дат је следећом једначином:



Где је:

G – гориво,

V – ваздух,

HC – несагорели угљоводоници,

NO<sub>x</sub> – оксиди азота,

CO<sub>2</sub> – угљен диоксид,

CO – угљен моноксид,

H<sub>2</sub>O – водена пара,

SO<sub>2</sub> – сумпор диоксид,

PM – честице (чађ),

O<sub>3</sub> – озон.

У овом раду биће речи искључиво о дифузији штетних гасова, без анализе кретања ситних честица (PM).

Да бисмо имали представу о значају овог проблема и неопходности његове превенције, потребно је видети колики удео сваки, гасова има при сагоревању у једном Дизел мотору.



Дијаграм 1. Удео гасова у Дизел мотору

Са претходног дијаграма можемо уочити да преко 50% од укупне количине издувних гасова чине гасови стаклене баште, а то су: угљен моноксид, оксиди азота и сумпор диоксид.

Ова чињеница је изузетно забрињавајућа ако посматрамо дифузију токсичних гасова у градовима. Дифузија токсичних гасова у градовима је знатно отежана пре свега због велике концентрације возила и слабог проветравања градова, што директно утиче на здравље људи и животну средину.

Дистрибуција загађујућих супстанци односи се на процесе који се дешавају са загађујућим материјама када се оне емитују у атмосферу.

Разумевањем дистрибуције може се доћи до лакшег и бржег идентификовања, а затим и контроле аерозагађења, што је једна од главних и водећих тема у области контроле загађења ваздуха.

На дистрибуцију загађујућих материја утиче неколико фактора:

- Струјање ваздуха
- Брзина ветрова

- Вртложна дифузија
- Атмосферска стабилност
- Температурни градијент
- Вегетација
- Надморска висина

На реакције које се одвијају у атмосфери велики утицај имају струјање ваздуха и дифузија честица.

У зависности од правца ветра, хоризонталног и вертикалног струјања ваздуха, тачније од стабилности (или турбулентности) атмосфере зависи и дифузија загађујућих материја, мешања ваздуха, а самим тим и до преношења загађења. Ови процеси највише зависе од температуре и анемометријског градијента.

У зависности од правца ветра на извору зависи и почетни правац дистрибуције загађујућих материја, који у исто време највише утиче и на концентрацију загађујућих материја и то тако да услед промене правца чак и за само 5% долази до пада концентрације од приближно 10% у нестабилним условима, 50% у неутралним и око 90% у стабилним условима [1].

Промена правца ветра са висином је такође врло значајна, посебно у близини тла где је промена правца ветра узорована површинским трењем и мења се у смеру казаље на сату.

На вишим надморским висинама доминантан утицај може имати хоризонтална термичка структура атмосфере и у том случају правац ветра се са повећањем висине мења у смеру супротном од казаље на сату.

На дифузију штетних гасова, у зависности од надморске висине, утиче и брзина ветра, тако што узрокује механичку турбуленцију услед које долази до мешања ваздушних маса и смањења концентрације загађујућих материја.

У зависности од тога који је фактор пропорционалан брзини ветра, који се јавља на самом извору емисије загађујућих материја (саобраћајници), може доћи до смањења концентрације која се емитује.

Брзина ветрова смањује се у близини површине тла, услед површинског трења, па из тог разлога је дифузија штетних гасова понекад веома спора код путева, посебно ако су лоцирани у котлини

Мешање или вртложење ваздушних маса јавља се услед турбуленције, тако да се турбулентно мешање ваздуха може поделити на механичко и термичко.

Механичка турбуленција јавља се приликом проласка ваздушне масе поред објекта, док се термичка турбуленција јавља као последица промене честице које се налазе у ваздушној маси са већом температуром који се подиже са површине тла и молекула ваздуха који падају спорije.

Вртложна дифузија представља најзначајнији процес који се одвија у атмосфери услед којег долази до дистрибуције загађујућих материја. Захваљујући вртложењима концентрација загађујућих материја у већој запремини ваздуха се смањује услед мешања чистог ваздуха са загађеним.

У овом раду биће обрађена два математичка модела дифузије токсичних гасова, и то:

- Модел кутије (Box model)
- Ојлеров модел

**Модел кутије (Box model)** представља најједноставнији модел од свих и јавља се у облику 'кутије'. Сматра се да загађење ваздуха, које се налази унутар ње, врши хомогену дифузију и то се узима као претпоставка приликом процене просечне концентрације загађивача у ваздуху било где унутар кутије. Иако користан, овај модел је веома ограничен у предвиђању дистрибуције аерозагађења зато што је претпоставка о хомогеној дистрибуцији доста једноставна, а самим тим и веома непрецизна [2].

### Ојлеров модел

Основна идеја Ојлеровог модела јесте да реши следећу диференцијалну једначину (транспортну једначину):

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \Delta \vec{J} = S \quad [3]$$

Транспорт загађујуће честице чија је концентрација на локацији  $\vec{x}$  (x,y,z)  $\in \mathbb{R}^3$  [m<sup>3</sup>] у времену t  $\in \mathbb{R}$  [s] може бити описан функцијом  $C(\vec{x}, t)$   $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

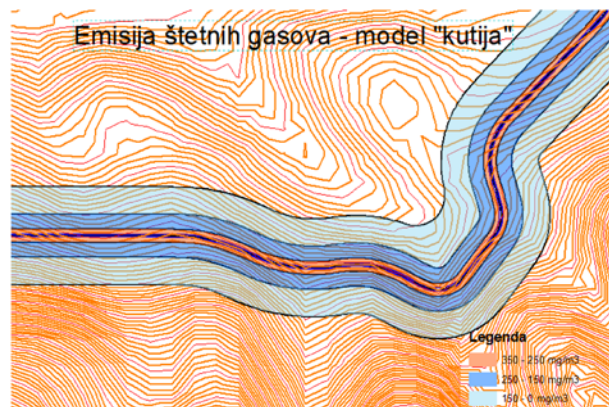
У поменутој диференцијалној једначини  $\left( \frac{\partial C}{\partial t} + \Delta \vec{J} = S \right)$  фигуришу следећи параметри:

- $S(\vec{x}, t)$   $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$  - густина штетних гасова на извору загађења (усвојено: оса пута)
- $J(\vec{x}, t)$   $\left[ \frac{kg}{m^2} \right]$  - масени флукс загађујуће супстанце са комбинованом ефектом дифузије и адвекције.

Математички, то је парцијална диференцијална једначина другог реда и њено решење са одговарајућим почетним и граничним условима представља просторно - временско ширење концентрације загађивача.

## 4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Коришћењем програмског пакета ГИС, извршена је симулација дифузије токсичних гасова, према поменутиим математичким моделима, за утицај ветра:

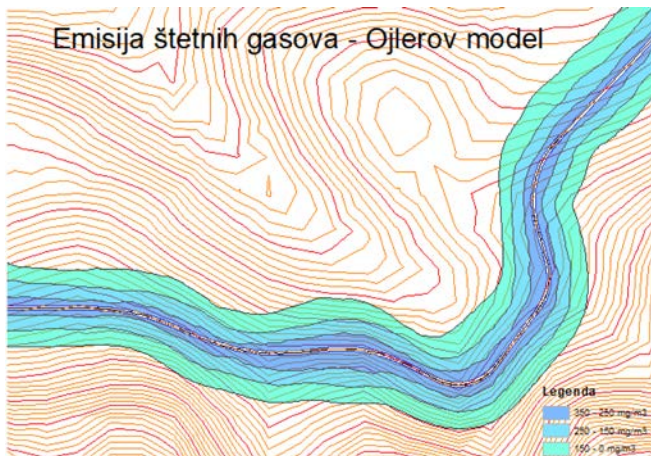


Дијаграм 2. Емисија штетних гасова - модел „кутија“

Са графикона (модел 'кутија') може се видети да, као што и сам модел предвиђа, гасови врше дифузију равномерно (као из кутије) са обе стране саобраћајнице.

Поменути модел дефинише веома грубу границу загађења ваздуха, а самим тим и тла, око саобраћајнице, али је веома погодан приликом анализе загађења ваздуха око саобраћајница које пролазе кроз равничарски терен.

Овај модел сувише грубо приказује процес дифузије, јер занемарује поједине важне аспекте који утичу на овај процес, као на пример, топографију терена, присуство вегетације итд.



Дијаграм 3. Емисија штетних гасова - Ојлеров модел

## 5. ЗАКЉУЧАК

Тренутно слаба економска исплативост примене алтернативних горива у моторним возилима у Србији свакако игра кључну улогу у њиховој малој примени.

Други графикон (Ојлеров модел) веома егзактно приказује кретање честица загађења и исто тако дефинише границу дифузије штетних гасова. За овај модел било је неопходно генерисати тродимензионални модел терена, а самим тим и тродимензионалну мрежу, што овом моделу даје изузетну тачност, посебно приликом анализе загађења ваздуха око саобраћајница које пролазе кроз брдовит или планински терен.

У вези са критеријумом економичности коришћења алтернативних горива треба истаћи да цене горива, трошкови регистрације, порези и друге обавезе, које се намећу кориснику возила, проистичу из глобалне фискалне и економске политике једне земље, посебно из политике развоја саобраћаја и енергетике.

То значи да на цене алтернативних горива, поред производне цене, директно и одлучујуће утиче држава, својим мерама и одлукама. На овај начин, може се директно поспешити коришћење једног, на уштрб другог горива.

Без обзира на све економске и политичке параметре, неопходно је променити људску свест о ризицима који нам прете урушавањем здраве животне средине

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Драгана М. Видаковић, докторска дисертација "Вишекритеријумска анализа квалитета ваздуха у урбаним срединама у зависности од временских фактора", Београд 2013.
- [2] Душан П. Никезић, докторска дисертација „Математичко моделовање распрострањања загађујућих материја у ваздуху у околини нуклеарних и индустријских објеката“, Београд 2016.



**PROSTORNA ORGANIZACIJA DVORIŠTA OSNOVNIH ŠKOLA,  
UPOREDNA ANALIZA DVORIŠTA ŠKOLA U NASELJU DURLAN**  
**SPATIAL ORGANISATION OF ELEMENTARY SCHOOLS' YARDS:  
COMPARATIVE ANALYSIS OF SCHOOLYARDS IN DURLAN**

Marko Seferović, student, ATVSS - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš  
Aleksandra Marinković, ATVSS - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

**Sadržaj** - U ovom radu analizirana je organizacija prostora školskih dvorišta četiri osnovne škole u naselju Durlan. Dvorišta su sagledana kroz devet aspekata koji su definisani u početnom delu rada. U zaključku je kroz komparativnu analizu napravljen presek stanja dvorišta osnovnih škola u Durlanu.

**Ključne reči:** osnovne škole, uređenje dvorišta, sigurnost učenika.

**Abstract** - In this paper the organization of the school yard space is analysed on the courtyards of four elementary schools in Durlan. Courts were examined through nine aspects defined in the introductory part of the paper. In conclusion, a comment was given on local schools regarding the quality of space organization of the yard.

**Key words:** primary schools, courtyard design, student safety.

## 1. UVOD

Dvorišta osnovnih škola su prostori na kojima se odvija važan deo socijalnog života učenika i značajan deo perioda provedenog u školi kao obrazovnoj ustanovi. Aktivnosti koje se odvijaju u školskom dvorištu mogu biti obrazovnog, rekreativnog karaktera ili društveni kontakti među učenicima. U ovim prostorima svakodnevno borave učenici uzrasta od 7 do 15 godina. To su deca koja tek uče da samostalno dolaze u školu i prelaze ulicu i tinejdžeri koji imaju izraženu potrebu za individualnošću [1]. U prostoru školskog dvorišta se uče pravila društveno prihvaćenog ponašanja, uspostavljanje i održavanje socijalnih odnosa i lokalne mikro-hijerarhije. Školska dvorišta svojim sadržajima i prostornim rasporedom treba da pruže uslove za nesmetano odvijanje svih aktivnosti neophodnih za psiho-fizički razvoj đaka, od deteta do mlade osobe. Ovi prostori organizuju se tako da budu: bezbedni za boravak dece - pružaju zaštitu deci od mogućih negativnih uticaja iz okolnih prostora; sigurna - da se svede na minimum potencijal za nastanak povreda tokom boravka i igre u otvorenom prostoru; funkcionalna - da se u njima odvijaju sve neophodne aktivnosti vezane za rad škole kao institucije i za razvoj učenika kao pojedinaca. Jedan broj učenika i zaposlenih do škole stiže sredstvima javnog prevoza pa je važno da stanice budu u blizini ulaza u dvorište. Postojanje bezbedne pešačke staze, odnosno trotoara od stanice i iz delova stambenog područja iz kojih gravitira najveći broj učenika, prioritet je pri lociranju ulaza u dvorište škole. Bitno je da postoji horizontalna i vertikalna signalizacija, pešački prelaz, kao i semafor na taster koji pruža mogućnost učenicima da zaustave saobraćaj kada žele da pređu ulicu. Važno je da postoji parking prostor zbog parkiranja vozila nastavnika i roditelja koji dolaze po decu, ali je i da se taj parking prostor nalazi duž ulice ili ispred površine dvorišta.

Parking prostor treba povezati pešačkim stazama sa ulazom, zbog bezbednosti pešaka. Osobe sa invaliditetom imaju ista prava što se tiče školovanja kao i svi drugi učenici zbog toga dvorišta moraju posedovati rampe, taktilne površine ili druge vidove pristupa školi.

U ovom radu biće analizirani aspekti organizacije pojedinačnih delova i prostornih celina školskih dvorišta [2] kao preduslov prilikom formiranja mesta za siguran i bezbedan boravak dece u toku obavljanja njihovih svakodnevni obrazovno-rekreativnih aktivnosti i društvenih interakcija neophodnih za psihofizički razvoj učenika. Cilj prilikom organizovanja prostora školskog dvorišta [3] je da se formira svrsishodni otvoreni prostor, neometan od spoljnih faktora.

## 2. METODOLOGIJA I ASPEKTI ORGANIZACIJE

**Metodološki pristup** ogleda se u analizi četiri dvorišta osnovnih škola [4] na području gradskog naselja Durlan: Miroslav Antić, Stefan Nemanja, Njegoš i Čegar, i njihovoj komparativnoj analizi u završnom poglavlju. Analiza je izvršena kroz devet aspekata. Prostorna organizacija školskih dvorišta, njihovi elementi i međusobne relacije ustanovljeni su metodom opservacije. Detaljniji uvid u način organizacije aktivnosti na površini školskih dvorišta, promene prostorne organizacije i sadržaja na površini dvorišta od perioda izgradnje škole do danas dobijen je od direktora analiziranih osnovnih škola. Uvid u aktuelne socijalne interakcije među učenicima dobijen je razgovorom sa đacima viših i nižih razreda, birani su učenici različitog pola i interesovanja, sa ciljem ispunjenja principa inkluzivnosti prilikom izbora sagovornika. Razgovori sa direktorima, školskim psiholozima i učenicima vođeni su u formi polustrukturiranog intervjua [5]. Za izvođenje zaključaka u završnom delu rada primenjen je metod sinteze.

**Pristupačnost** se sagledava kroz relaciju dvorišnog prostora sa javnom površinom ulice i kroz način na koji đaci dolaze do škole. Razmatra se mogućnost dolaska do dvorišta putem javnog prevoza i privatnim vozilima, kao i mogućnost pristupa bicikloma. Uzima se u obzir i to koliko ulaza u školu postoji, sa kojih su strana sveta i kog su tipa ulice iz kojih se pristupa školi, koliki je intenzitet saobraćaja kao i da li postoje parking prostori za vozila i parking za bicikle. Sagledava se i mogućnost pristupa osobama sa invaliditetom.

Organizacija površina unutar školskog dvorišta treba da omogući siguran dolazak i odlazak dece iz školskog objekta. Površina dvorišta treba da bude organizovana tako da je glavnim pešačkim stazama moguć prolazak servisnih vozila ukoliko se za to pojavi potreba.

**Ograđenost** dvorišnog prostora sagledava se kao preduslov za ostvarenje privatnosti i vizuelne zaklonjenosti svih aktivnosti koje se odvijaju u dvorištu. Ovde se ispituje i mogućnost za pojavu nedozvoljenih i neželjenih aktivnosti (kao što su kriminalne aktivnosti, uznemiravanje, zastrašivanje i zlostavljanje među samim učenicima) usled pogodne prostorne organizacije i postajanja mesta za skrivanje. Ograđenost dvorišnog prostora je preduslov za ostvarenje privatnosti i vizuelne zaklonjenosti svih aktivnosti koje se odvijaju u dvorištu. Sprečavanje vizura sa ulice prema površinama dvorišta povećava privatnost za aktivnosti koja se odvijaju na površini dvorišta. Sa druge strane, takva organizacija prostora gde postoje mesta za skrivanje pogodna je za razvoj asocijalnih aktivnosti, uznemiravanja i zastrašivanja, među samim učenicima. Ako je škola locirana u blizini izvora buke, kao što je autoput, železničke linije, i raskrsnice puteva sa jakim intenzitetom vozila neophodno je da zaštitna površina zelenila postoji duž celog obima školskog dvorišta.

**Ukrštanje motornog i pešačkog saobraćaja.** Kroz ovaj aspekt proverava se da li vozila imaju mogućnost pristupa u školsko dvorište, i sagledava se organizacija pešačkog saobraćaja na površini dvorišta. Samo službena vozila (vozila hitne pomoći, vatrogasna vozila, vozila za dopremanje opreme itd.) bi trebalo da imaju mogućnost pristupa površini dvorišta škole. Ukoliko je moguće pristupati privatnim vozilima, parking prostor se mora predvideti u ulaznom delu dvorišta, ali mora postojati i pešačka staza koja razdvaja parking od prostora za kretanje pešaka. U slučaju da postoji ukrštanje pešačkog i motornog saobraćaja, ono mora biti pregledno. Ukrštanje saobraćajnih putanja razmatra se sa stanovišta bezbednosti đaka svih uzrasta na površini školskih dvorišta. Postojanje jasno definisanih pešačkih i saobraćajnih tokova povećava bezbednost učenika. Razdvojenim putanjama koje vode do pojedinačnih celina na površini školskog dvorišta sprečava se ukrštanje ruta učenika različitih uzrasta usled odvijanja aktivnosti sa različitim intenzitetom i tempom.

**Organizacija prostornih celina** sagledava se kroz njihove međusobne relacije, povezanost, uticaj na bezbednost i sigurnost učenika i položaj prema prostoru izvan dvorišta. Različite celine na površini dvorišta se analiziraju u odnosu na njihovu orijentaciju unutar dvorišta, veličinu i namenu. Prilikom projektovanja prostornih celina prioritet je da se obezbedi sigurnost dece i preglednost prostora koji spaja pojedine prostorne celine, eliminisanjem fizičkih i vizuelnih prepreka. Npr. granice sportskih terena treba da budu jasno

obeležene i ograđene zaštitnom ogradom visine 3,0-6,0 m kako lopta ne bi pogodila prolaznike. Prisustvo denivelacija (visinskih razlika, rupa i sl.) sagledava se kao potencijalna opasnost za učenike, pa ih je u zavisnosti od visine potrebno adekvatno ograditi.

**Materijalizacija** se razmatra kroz mogućnost ispunjenja obrazovnih, rekreativnih i društvenih potreba dece svih uzrasta na prostoru dvorišta škole, ali i ostvarenje potrebe za istraživanjem i praktičnim sticanjem znanja. Neophodno je da materijali od kojih su izrađeni tereni, prostor za sedenje, oprema za igru i dr. budu prirodni, obnovljivi ili reciklabilni. Najčešće su oprema i sprave od metala, drveta i plastike ali je važno da se primenjeni materijali lako održavaju, a oprema redovno servisira, popravlja, farba i uklanjaju kvarovi. Kod izbora materijala na podlogama za sportske terene i druge površine, bilo da su u pitanju prostori za sedenje ili površine za igru, prioritet je bezbednosti učenika. Materijali na terenima i igralištima su najčešće šljaka, trava, tvrda guma ili veštačka trava. Kod pešačkih staza je važno da ne postoje neravnine, a što se tiče materijala mogu da budu popločane ili prekrivene malčom (materijal koji se pravi od iseckanog drveta koji sprečava pojavu korova i zaustavlja eroziju).

**Uređenje.** Prostorne celine, dizajn opreme u dvorištu i funkcionalnost opreme spada u domen uređenja dvorišta. Oprema treba da bude prilagođena uzrastu učenika, od 7 do 15 godina. Kroz ovaj aspekt utvrđuje se da li na površini školskog dvorišta postoji i u kakvom je stanju urbana oprema i da li postoji dovoljan broj sprava u odnosu na broj učenika. Evidentira se i da li su sprave prilagođene različitim uzrastima učenika. U sastavu školskog dvorišta treba da postoji oprema edukativnog karaktera, kojom se podstiče kreativnost i individualnost, kako bi se učenici intelektualno razvijali. Uređenje se razmatra kroz mogućnost ispunjenja obrazovnih, rekreativnih i društvenih potreba dece svih uzrasta u prostoru dvorišta škole, ali i kroz afirmisanje istraživačkog duha i stvaranje uslova za sticanje praktičnih znanja.

**Održavanje opreme i higijene** u dvorištu ispituje se kao preduslov za siguran boravak đaka i nesmetano odvijanje svakodnevnih edukativnih i društvenih aktivnosti. Redovno održavanje opreme i sprava na igralištima u vidu farbanja, uklanjanja eventualnih lomova sprava kako ne bi došlo do povređivanja, prioritet je za sigurnost učenika prilikom boravka u dvorištu. Sigurnost sprava se mora proveravati periodično dok je održavanje higijene dvorišta redovna svakodnevna aktivnost.

**Dostupnost** školskog dvorišta razmatra se kao preduslov za ostvarenje bezbednosti učenika usled sprečavanja ulaska lica sa strane na površinu dvorišta. Da bi se to obezbedilo dvorište treba da bude ograđeno, mora postojati kapija za ulaz učenika i eventualno školski policajac. Uz navedeno, često postoji i video nadzor koji pokriva sve delove školskog dvorišta. Kroz ovaj aspekt dotiče se i potencijal za pojavu neželjenih i nedozvoljenih aktivnosti među samim učenicima.

### 3. SINTEZNI PREGLED DVORIŠTA ŠKOLA

Škole u Durlanu imaju dovoljno velika dvorišta osim škole „S. Nemanja“ čije dvorište ne zadovoljava normative prema broju učenika[5] koji pohađa ovu školu. Ispred ulaza u ovo dvorište ne postoji pešački prelaz ni zaštitna ograda, već horizontalna signalizacija koja upozorava na blizinu škole i sugeriše smanjenje brzine kretanja vozila. Ulice iz kojih se

pristupa dvorištima su stambene kod osnovnih škola „Čegar“ i „S. Nemanja“ dok se kod škola „M. Antić“ i „Njegoš“ pristupa saobraćajnicama sa jakim intenzitetom saobraćaja. Ispred svih škola postoji pešački prelaz kao i zaštitna ograda uz ulicu, ali samo ispred škole „Njegoš“ postoji semafor na taster. Od obrađivanih škola samo kod „M. Antić“ postoji rampa, i to većeg nagiba od onog dozvoljenog standardima što je 12-15% [3]. Sva dvorišta su ograđena ali je kod većine ograda oštećena, npr. u školama „S. Nemanja“ i „M. Antić“ ograde su u toku izrade ovog rada bile na pojedinim mestima oštećena toliko da kroz rupe može da prođe odrastao čovek. Problem su i kapije koje su uvek otvorene. Kretanje vozila kroz dvorište škole moguće je u školi „S. Nemanja“ ali samo za službena vozila tako je i u školi „Njegoš“ ali se tamo parking prostor nalazi ispred ulaza u zgradu, što predstavlja loše rešenje u pogledu bezbednosti učenika. U dvorištu škole „M. Antić“ se pak putanje motornog saobraćaja ukrštaju sa pešačkim stazama i to na mestu između ulaznog platoa i parking prostora.

Tampon zone postoje u sklopu svih obrađivanih dvorišta u vidu travnatih površina koje odvajaju pristupni prostor od dvorišta, što je uvedeno radi ostvarenja veće bezbednosti učenika. Tampon zone su različitih širina i variraju od samo zatravljenih do onih sa živicom, srednjim i visokm rastinjem. Sve škole imaju zelene površine u manjoj ili većoj meri ali su one bez precizno definisane namene. Prostori za sedenje su uglavnom klupe u kombinaciji betona i drveta, ali na nekim klupama više nema drvenih sedišta već je ostala samo betonska konstrukcija. Amfitetar u prednjem delu dvorišta poseduje „M. Antić“ i koristi se za časove u prirodi, učenici ga koriste za vreme odmora ili kao binu za vreme školskih predstava. Ispred škole „Njegoš“ postoji poligon za učenje vožnje bicikala koji nije u funkciji više od 15 godina. U okviru poligona postojala je i horizontalna i vertikalna signalizacija i održavana su takmičenja za osnovce u kategoriji poznavanja saobraćaja. Ovaj poligon je jedinstven u Nišu, nijedna druga škola ga ne poseduje. U sklopu poligona postoje stabla planski zasađenog listopadnog drveća i drveni senik predviđen za dvadesetak učenika. U južanom delu dvorišta se nalazi bazen za jedriličarska takmičenja koji dugo nije u funkciji, dubine je 1,2 m i dužine 10,0 m i nema zaštitnu ogradu. U dvorištu škole „Čegar“ postoji denivelacija od 2,5 m sa potpornim zidom iste visine ali bez zaštitne ograde duž zida, što predstavlja opasnost po sigurnost učenika. Ta denivelacija nalazi se ispred glavnog ulaza, na istoku dvorišta, gde je najveća frekvencija kretanja dece.

Za površinu školskog dvorišta karakteristično je (Tabela 1) postojanje terena - sportskih igrališta, dok se ostale površine svode na ulazni deo i pristupne staze do ulaza u zgradu škole sa mestimičnim klupama. Podloga na svim terenima je od betona ili asfalta koji često ima velike neravnine i pukotine po površini. Obrađivana školska dvorišta najčešće sadrže samo sprave i rekvizite, koji su propisani u školskom planu i programu za fizičko obrazovanje i vaspitanje. Oprema i sprave su često dotrajale, budući da nisu menjane 15-ak godina ali su funkcionalne. S obzirom na to da je oprema stara i da su konstrukcije golova nekoliko puta varene a da ivice nisu obrađivane, postoji mogućnost povrede za vreme igranja. Potrebno je i renoviranje opreme koja je dotrajala, redovno farbanje sprava, kao i saniranje kvarova i lomova na istim.

Bezbednost dece u školskom dvorištu je prioritet ali se često dešava da su deca baš ovde ugoržena. U dvorištu škole „S. Nemanja“ svi tereni su otvorenog tipa, pa mogu da ih koriste i lica koja ne pohađaju školu. Postoji video nadzor ispred ulaza u zgradu i on pokriva deo dvorišta tj. mesto za okupljanje učenika dok prostor gde su sportski tereni nije pokriven kamerama. U dvorištu škole se ne okupljaju strana lica jer školski policajac patrolira i nakon završetka nastave kao i tokom noći. Zabeleženo je nekoliko incidenta tj. tuča učenika ali bez ozbiljnih posledica. Učenici se ne obraćaju školskom psihologu zbog maltretiranja ali roditelji su ti koji dolaze često i iznose činjenice o vršnjačkom nasilju. U školi „M. Antić“ poslednjih godina je bilo nekoliko incidenta tj. tuča učenika, ali tom prilikom nije zabeležena veća povreda. Što se tiče povreda za vreme fizičke nastave, u poslednjih 10 godina zabeležen je jedan prelom ruke i jedna nezgoda gde je učeniku na glavu pala saksija sa cvećem sa prvog sprata. Pre 15-ak godina u dvorištu škole kretala se osoba sa mentalnim oštećenjima koja je maltretirala učenike za vreme odmora, ali taj problem je rešen od strane školskog osoblja. Škola poseduje školskog policajca kao i video nadzor, ali dvorište nije pokriveno kamerama.

Dvorišta svih škola su otvorena za vreme nastave ali i u večernjim satima tako da se često u njima okupljaju i deca koja nisu učenici škole. Pored toga, u kasnim večernjim časovima neosvetljena dvorišta škole su često mesta okupljanja starijih osoba i marginalnih grupa za koje je karakteristično asocijalno ponašanje. U dvorištima osnovnih škola sve je češća pojava upotrebe i dilovanja narkotika od strane trećih lica ali i samih učenika. Takav primer je škola „M. Antić“ gde se u neosvetljenom delu dvorišta okupljaju starije osobe koje koriste i prodaju narkotike što je jako veliki problem u pogledu bezbednosti učenika.

U školi „Njegoš“ korišćenje školskog dvorišta i sportskih terena i poligona dostupno je i onima koji nisu učenici ni zaposleni u školi. Zadnji deo dvorišta nije osvetljen i nema video nadzor pa se tu često okupljaju starije osobe koji nisu učenici škole, da bi koristili i prodavali narkotike. Škola poseduje video nadzor ispred ulaza, kao i policajca, ali on često nije u dvorištu.

Korišćenje dvorišta škola, sportskih terena i površina za igru dostupno je i deci koja ne pohađaju školu. Teren sa veštačkom travom u školi „M. Antić“ i balon hala u školi „Čegar“ nisu u vlasništvu škola već u privatnom vlasništvu i ne mogu da ih koriste učenici jer se termini rezervišu i naplaćuju. Škola „Čegar“ je 2015. god. iznajmljivala termine košarkaškom klubu i dolazilo je do čestih konflikata između učenika i članova kluba. Često je dvorište ove škole mesto međuškolskih obračuna pa iz tog razloga školski policajac patrolira u dvorištu sve vreme dok traje nastava. Dvorište ove škole nije mesto okupljanja stranih lica u kasnim večernjim satima.

#### 4. ZAKLJUČAK

Za kvalitetno školsko dvorište nije dovoljno obezbediti samo propisanu bruto površinu već i adekvatno organizovane celine. Celine treba prilagoditi potrebama osnovaca ali posebna pažnja mora biti usmerena na ostvarenje bezbednosti učenika u periodu boravka u školi. Analiza dvorišta osnovnih škola u naselju Durlan pokazala je da je pored redovnog održavanja higijene, zelenila i sprava unutar školskog dvorišta

neophodno pažljivije sagledavanje, revitalizacija i modernizacija školskih dvorišta kao značajnog mesta za odvijanje društvenog života učenika.

Tabela 1: Prikaz rezultata uporedne analize dvorišta osnovnih škola u naselju Durlan.

Škole Aspekti	„Miroslav Antić“	„Njegoš“	„Stefan Nemanja“	„Čegar“
Orijentacija zgrade škole	Z-I	S-J	I-Z	I-Z
Orijentacija dvorišta	S-J	S-J	I-Z	I-Z
Procenat izgrađenosti parcele	7.57%	20.81%	51.67%	12.07%
Da li postoji parking prostor?	Da, u prednjem delu	Da, ispred ulaza u školu	Da, ispred ulaza u dvorište	Da, u prednjem delu
Postoji li parking za bicikle?	Ne	Da	Ne	Ne
Površina dvorišta	62.475 m <sup>2</sup>	15.351 m <sup>2</sup>	5.296 m <sup>2</sup>	12.099 m <sup>2</sup>
Udaljenost stanica javnog prevoza	100,0 – 150,0 m	30,0 m	200,0 – 250,0 m	400,0-500,0 m
Postoji tampon zona? Širina.	Da, oko 10,0 m	Da	Da, oko 10,0 m	Da, oko 5,0 m
Da li ograda blokira vizure sa ulice ka dvorištu?	Da	Ne	Da	Da
Koji su tipovi ograde?	Metalna	Na S ne postoji, na I i Z betonska	Kombinacija betona i metala	Metalna
Koliko su visoke ograde?	1,2 m	2,0 m	2,0 m	3,0 m
Da li je moguće kretanje vozila kroz dvorište?	Da	Da	Da	Da
Ukrštaju li se staze pešačkog i motornog saobraćaja?	Da, ispred ulaza u školu i parking prostora	Da	Da	Da, ali je pregledno
U kom delu dvorišta se nalaze sportski tereni?	U prednjem delu	U zadnjem delu	U zadnjem delu	U zadnjem delu
U kom delu dvorišta se nalazi prostor za sedenje?	U prednjem delu	U prednjem delu	U prednjem delu	U prednjem delu
Koliko prostornih celina postoji?	Zelene površine, sportski tereni, prostori za sedenje	Zelene površine, sportski tereni, prostori za sedenje	Zelene površine, sportski tereni, prostori za sedenje	Zelene površine, sportski tereni, prostori za sedenje
Koliko sportskih terena ima u dvorištu?	Mali fudbal, košarka, tenis, teren sa veštačkom travom	Mali fudbal, odbojka, teren sa veštačkom travom	Mali fudbal, košarka	Košarka, teren sa veštačkom travom, balon sala-mali fudbal
Materijal na sportskim terenima	Asfalt, beton, šljaka	Beton	Beton	Beton
Koliko i kakvih prostora za sedenje postoji?	Klupe, amfiteatar	Klupe, senik	Klupe	Klupe
Materijali na prostorima za sedenje	Beton	Beton, drvo	Beton, drvo	Beton
Da li je dvorište dostupno stranim licima?	Da	Da	Da	Da
Da li je osvetljena površina dvorišta u večernjim časovima	Deo oko zgrade, parking prostor.	Prednji deo dvorišta	Deo ispred ulaza u zgradu	Deo ispred ulaza u zgradu
Nadzor kamerama na površini dvorišta	Oko zgrade, ispred ulaza u zgradu	Ispred glavnog ulaza u zgradu	Oko zgrade	Ispred glavnog ulaza u zgradu
Da li postoji školski policajac?	Da, za vreme nastave	Da, ali često nije u dvorištu	Da, za vreme nastave	Da, za vreme nastave kao i u večernjim satima
Zabeleženi incidenti	Prelom, maltretiranje učenika od stranog lica. Korišćenje narkotika tokom večernjih sati.	Tuče učenika. Korišćenje narkotika tokom večernjih sati.	Tuče učenika.	Tuče učenika.

## LITERATURA

- [1] C. S. Pawlowski, *Children's voices in the schoolyards*, 2016.
- [2] J. Blacmore, *Research into the connection between built learnig spaces and students outcomes*, Melbourne 2011.
- [3] New Jersey School Outdoor Area Working Group, *School Planning and Design in New Jersey*, 2007.
- [4] M. Seferović, *Prostorna organizacija dvorišta osnovnih škola, uporedna analiza dvorišta škola u naselju Durlan*, Završni rad, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, 2017.
- [5] Intervjui sa školskim psihologom u školama Njegoš, Miroslav Antić, Stefan Nemanja, Čegar, obavljani u periodu septembar-oktobar 2017.



## СИНДРОМ NIMBY – НЕ У МОМ ДВОРИШТУ NOT IN MY BACK YARD (NIMBY) SYNDROME

Станиша Димитријевић, Академија техничко-васпитаћких струковних студија Александра Медведева 20, Ниш

**Садржај** – Рад говори о феномену NIMBY – противљењу грађана изградњи еколошки "непожељних" објеката у близини локалних заједница - супротстављање људи при нарушавању њихове животне средине. Његова суштина - утврдити и показати баланс између онога шта се добија, а шта губи реализацијом и употребом неког локалног пројекта (депонije отпада, мини хидроцентрале, ветропарка) - шта добија шира друштвена, шта локална заједница, шта губи становништво на том локалитету и да ли нешто тиме добија.

**Кључне речи:** NIMBY синдром, локална заједница, отпор грађана, непожељни објекти.

**Abstract** – This paper is about the NIMBY phenomenon, that is the opposition of citizens towards the construction of environmentally undesirable facilities in the vicinity of their local communities, and their protest against harmful actions towards the environment. The purpose of the paper is to establish the balance between what is gained and what is lost by implementation and use of a certain local project ( dumps, mini hydro-power plants, wind farms), by trying to establish what a wider social community or a local community could get and what the citizens could lose on such a location.

**Key words:** NIMBY syndrome, local community, citizen opposition, undesirable facilities

### 1. УВОД

Човек, као једино свесно биће на планети Земљи, управо због тога, сноси највећу кривицу што је стање те, како он каже – његове планете, дошло у критичну фазу. Уместо да му особина свесности буде предност над осталим живим бићима, могућности које му она пружа, човек је окренуо у погрешном смеру. Управо својим свесним деловањем, нарушио је и потпуно пореметио симбиозу себе самог, осталог живог света и природе.

Велику заслугу у томе има и својатање планете Земље, као његове својине. Захваљујући таквом односу, испољио је егоизам због кога последице не осећа само он, него и сав живи и неживи свет на Земљи. Још је страшније, последице таквог неодговорног понашања, трпеће управо и његови потомци. Као што се све заслуге побољшања услова човековог живота на Земљи могу приписати управо човеку, тако је на њему искључива одговорност за нарушавање равнотеже у природи

А најгоре у свему томе је, што је човек схватио да је он кривац за катастрофалне последице које се увелико осећају, а и даље се не зауставља у том походу на природу. Тачније, они који су највећи експлоататори природних ресурса, стварајући при томе енормне количине разноврсног отпада, од кога је најопаснији онај који је тешко разградив и са дугорочним радиоактивним дејством – сами себе изузимају из међународно прихваћених договора о смањењу штетних последица по планету Земљу.

Један од начина супротстављања човека нарушавању животне средине је својеврсни феномен NIMBY. Његова суштина је утврдити и показати баланс између онога шта се добија, а шта губи реализацијом и употребом неког локалног пројекта - шта добија шира друштвена, шта локална заједница, шта губи становништво на том локалитету и да ли нешто тиме добија.

Грађани који организују и спроводе NIMBY кампање називају се Нимбијима, често означени као негативци, а њихово гледиште се зове Нимбиизам. Да ли је увек тако?

### 2. NIMBY – НЕ У МОМ ДВОРИШТУ

NIMBY syndrome (Not in my backyard - Не у мом дворишту), најчешће се објашњава као противљење грађана новим пројектима коришћењем земљишта које се налази у близини њихових локалних заједница. Становништво тих заједница организује покрете демонстрација против појединих пројеката који су, по њиховом мишљењу, штетни за земљиште где је планирана реализација тог пројекта. Због тога ће они имати одређене последице и непожељан развој у тој локалној заједници. NIMBY, као друштвена појава, јавља се у случајевима када су присутни потенцијални ризици пројекта - утицај на здравље људи, угрожавање и смањење вредности имовине становништва на том подручју, нарушавање квалитета животне средине.[2]

NIMBY представља супротстављање људи градњи и употреби појединих пројеката, само због тога што се

налазе у близини њиховог места живота и рада, али би тај исти пројекат толерисали или чак подржавали, ако би био реализован довољно далеко од њихове локалне заједнице.

Ставови противљења у вези предложеног пројекта могу се кретати од тврдњи да дотични пројекат није потребан ни широј друштвеној заједници, до аргумената да је он сувишан и директно штетан на локалитету њихове локалне заједнице.

Најчешћи пројекти који наилазе на отпор локалног становништва могу да буду везани за одлагање отпада, посебно ако се ради о некој врсти индустријског отпада који може испољавати штетне последице у реалном времену или штетити људима у ближој или даљој будућности. У том контексту, најави да ће се на одређеном месту створити депонија за одлагање отпада покреће сукобе, с једне стране опозиционих покрета локалних грађана и са друге, власти који намеравају да спроведу тај пројекат, тврдећи да су испитали и анализирали легитимитет сваког таквог пројекта. Ови покрети су често, од стране планера, неких истраживача и медија који у томе имају изузетно значајну улогу, повезани са NIMBY синдромом.

### 3. СОЦИОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ NIMBY СИНДРОМА

Феномен NIMBY, посебно је предмет истраживања друштвено-хуманистичких наука, пре свега психологије и социологије. Разлог покретања NIMBY кампање – одбијања технички рационално објашњених и документованих пројеката о томе да се ризични и опасни објекти требају, односно морају сместити у "нечије двориште", изазвао је изненађење техничких стручњака, експерата за енергетска постројења, стручњака за нуклеарна постројења, а затим и политичара. Техничка експертиза се нашла у недоумици јер се наведени феномен заправо није ни требао појавити.[1]

Разлог оваквог очекивања лежи у чињеници да је приликом планирања изградње наведених објеката извршена подробна анализа - како простора на којем ће се објекат градити, процедура изградње - тако и ефекти употребе са евентуалним негативним последицама по локално становништво. На основу свега тога предузете су све потребне мере - почев од државе, јавних предузећа, техничких експерата - да евентуални ризици буду сведени на минимум или да буду у потпуности анулирани.

Међутим, за разлику од било које физичке појаве, чија се реакција услед неког деловања може предвидети увек тачно или бар приближно, предвидљивост људског понашања у одређеним условима је неизвесна. И не само то, различити људи ће различито реаговати у потпуно истим условима. Ово утолико пре, уколико се људима у било ком смислу мења или нарушава животни и радни простор.

Иако је NIMBY синдром општи друштвени феномен, у многим истраживањима ипак, утврђени су неки његови основни елементи и карактеристике. Неки од најзначајнијих су:[1]

1. *недостатак поверења у власт и стручњаке* –главни организатори одређених пројектних решења на неком

локалитету су носиоци власти локалне или шире друштвене заједнице, као и стручни тимови за извођење пројекта. Локално становништво управо њих и види као главне кривце за извођење тих пројеката. Неповерење у њих ће бити израженије уколико извођачи пројекта нису благовремено и адекватно информисали грађане о пројекту и његовој употреби,

2. *поремећај начела праведности у равномерној расподели ризика* –недовољна информисаност може код грађана подручја где се планира пројекат да створи сумњу да је пројекат намерно планиран код њих, управо зато што употреба планираних објеката носи одређене ризике на територији где се они граде,
3. *перцепција утицаја предложеног пројекта на здравље и општи стил живота у заједници* – чињеница да су људи по 'default'-у скептични за све врсте промена које долазе у њихово окружење, боје се да иновације у њиховој околини могу да им угрозе, не само начин живота, него и њихово здравље,
4. *различито перципирање улога стручњака и лаика и њихових процена* – у оваквим случајевима се мора рачунати на различито тумачење, с једне старне - стручних лица која планирају и изводе пројекат и са друге - лаика који су увек у таквим ситуацијама присутни и знају да ће њиховом, можда погрешном тумачењу планираног пројекта, грађани више веровати јер припадају тој локалној заједници,
5. *проблеми који проистичу из техничких рационалности и социјалне одговорности* – чак и уколико планирају пројекат, у стручном, техничком смислу информишу грађане и гарантују им техничку исправност будућег објекта, управо онако како је све планирано и договорено, појединци неће имати потпуно поверење у доследну друштвену одговорност у будућности због ранијих евентуално лоших искустава.

Наведене карактеристике указују на то да недовољно знање људи о неким проблемима и ситуацијама, код њих рађа одређену сумњу. Зато би правовремена и адекватна информација о евентуално планираном пројекту на одређеној локацији, смањила ефекте NIMBY феномена код грађана те локалне заједнице. Ако се уз то тим људима приђе са уважавањем њиховог мишљења у вези тог пројекта, постоји могућност да се избегне њихов отпор и чак добије подршка за то. Наравно, то се може очекивати уколико се покаже значај пројекта за локалну и ширу друштвену заједницу, а да су предузете све мере да он касније неће штетити тој локалној заједници.

### 4. NIMBY – ЗА ИЛИ ПРОТИВ?

Појам NIMBY синдром, представља реакцију становника у одређеним подручјима на којима се планирају потенцијални индустријски и контроверзни неиндустријски пројекти, које они сматрају непожељним. Грађани се опиру напорима да се у њиховој заједници или суседству реализују еколошки деструктивни пројекти који могу укључити претпостављени ризик од загађења и друге последице по животну средину. Сем тога, они се противе одређеним, према њиховим сазнањима и претпоставкама, деструктивним или непожељним активностима које могу да угрозе неке њихове виталне интересе на том простору

Феномен NIMBY обухвата многобројне разлоге међу којима се могу издвојити: противљење локацији пројекта ради очувања економских, естетских и других користи и спречавања деградације животне средине, криминалне активности или друге друштвене штете. Оно што такође прати овај феномен је да реакција становника таквих простора може да буде стихијна из простог, чак и безразложног страха, али се често пута они организују и информишу, па поред протеста прилажу чак и научне аргументе против пројекта.

Не ретко, NIMBY феномен прати и реакција локалних власника кућа који се противе појединим пројектима у својој средини, страхујући да би они могли да умање тржишну вредност њихових кућа или у потпуности промене карактер њихове заједнице.

Најчешћа питања заступника NIMBY синдрома су: "шта ће бити са квалитетом ваздуха?" "Шта ће бити са квалитетом воде?" "Шта ће бити са одрживошћу воде на нашем подручју?" "Шта ће бити са вегетацијом, нашим њивама и усевима на нашем подручју?" [3]

У неким случајевима, сеоска сиротиња може да се успротиви индустријским пројектима да би сачувала њихов начин живота, док неке имућне градске и приградске заједнице могу толерисати неке пројекте, да би побољшале своју економску добробит. Неке NIMBY кампање успешно се завршавају, а вести о тако успешним кампањама, могле би да пруже наде у сличан успех у другим заједницама.

Умерене NIMBY кампање често пута предлажу неке предности, укључујући скретање пажње на негативне аспекте пројекта, али такође и позивање на поновно разматрање пројекта и локације које би могло резултирати побољшаним или оптималним резултатима и за носиоце пројекта и за њих. То се посебно односи на неке социјалне и политички паметне заједнице које су у стању да те кампање искористе за промоцију сопствених интереса и свој даљи економски и привредни развој. [3]

Став NIMBY-а произилази из забринутости становника о повећању обима саобраћаја, прашине и буке, које су резултат радова на изградњи и каснијој употреби појединих објеката у близини њиховог радног и животног простора.

Поступци носиоца NIMBY синдрома су најчешће супротстављање инвеститору и извођачима радова на пројекту, док се реакција ових других разликује с обзиром на то да ли су за извођење пројекта добили потребне дозволе или се ослањају на подршку власти локалне заједнице. Забрана NIMBY-ја у неким случајевима може доћи од стране локалних власти, па чак и виших државних органа, али би таква забрана била прилично скупа, посебно уколико су дозволе за изградњу пројекта легално већ прибављене. То може имати још теже последице у случајевима када испуњење NIMBY захтева може резултирати укидањем или спречавањем вредних и корисних пројеката за ширу друштвену заједницу.

Поједини пројекти обновљивих извора енергије могу добити повољан третман од стране државне заједнице, често и са потпором научне заједнице, чак и кад се NIMBY кампања успротиви тим пројектима. То је

посебно присутно код пројеката у чијим плановима се оставља довољно простора локалним властима да контролишу производњу одређене врсте енергије. Уколико је NIMBY кампања изазвана страхом грађана, због губитка вредности њихових стамбених објеката, утицај ове кампање се може ослабити уколико би инвеститор у садејству локалне и шире друштвене заједнице осигурао власницима вредност имовине и на тај начин би они били заштитићени од његовог губитка. У том погледу, могуће је осмислити обострано користан систем у којем готово сви имају користи од важних пројеката – и грађани локалне заједнице на којој се реализује пројекат, а и она сама, али и инвеститор и шира друштвена заједница која је одобрила тај пројекат као врло користан.

Уколико се пре реализације пројекта, између двеју супротстављених страна склопи уговор са адекватном надокнадом, која грађанима на простору реализације пројекта гарантује неке од добитака од тог новог развоја, повећана је вероватноћа да ће пројекат бити спроведен и убедиће грађане да не наставе путем NIMBY кампање. Није неуобичајено такође, да поред противљења, неки чланови заједнице подржавају пројекат, често због очекиване добити од лоцирања пројекта у том подручју, укључујући могућности запошљавања у новоизграђеном објекту. Поред тога, заступници NIMBY-а могу се успротивити пројекту због очекиваног негативног утицаја на вредности њихове локалне имовине. Међутим, може да се испостави да завршетак пројекта повећа вредност те имовине, ако је правилно дизајниран и изведен.

Постоји још један начин решавања спорова изазваних NIMBY кампањом. То је могућност плаћања особама које су погођене ометајућим активностима новог пројекта. Могу се практиковати разне врсте исплате поремећаја.

Једна врста захтева уплату од стране компаније, а друга врста надокнаде поремећаја захтева плаћање од стране државе - за поремећаје изазване од стране новоизграђене индустрије на том подручју. Трећа врста поремећаја може укључивати формирање хибридног аранжмана, који се састоји од комбинације доприноса компаније и државе фонду намењеном за извршавање плаћања онима чији су животи били поремећени одређеним развојем.

Таквих примера има много, а један од карактеристичних је када је британска премијерка Тереза Меј, 2016. године, предложила такав систем исплате поремећаја у коме би људи одобрили изградњу нафтних и гасних компанија у одређеним четвртима, и добили проценат профита од тога. Потенцијално, свако би добио до 10.000 фунти, а држава би им платила новац издвајајући десет одсто пореских прихода. [3]

Свака NIMBY ситуација је другачија и оно што делује на локацији аеродрома, постројења за одлагање отпада, можда неће деловати за локацију мини хидроелектрана или ветропаркова.

## 5. НИМБИЗАМ У СРБИЈИ

Када је у питању феномен NIMBY, ништа мање он није заступљен у Србији него у другим земљама, само је још увек недовољно истражен и научно објашњен. И код

нас често пута групе грађана покушавају да спрече изградњу неких објеката на територији њихове локалне заједнице, уколико ти објекти могу да наруше дотадашњи живот на тим просторима. Ти сукоби се најчешће воде између самих грађана, планера и инвеститора тих нових објеката, са присуством полиције и неког политичког представника из власти – на локалном или на нивоу шире друштвене заједнице.

NIMBY кампања, или укратко, противљење изградњи еколошки "непожељних" суседских објеката, реалан је израз одговорности и способности локалне заједнице да се бори и брани своја права, укључујући и промовишући право на живот у здравом окружењу. Овај синдром постоји у многим објектима, без обзира на његов стварни ризик, и у свету му се придаје велика пажња. Неповеће које изражавају инвеститори, локални лидери и власти, "обогаћено" је неинформацијама или дезинформацијама. Недовољно знање и егоизам веће групе људи изазива протесте, повећава трошкове изградње, одлаже изградњу или доводи до потпуног одустајања од улагања. У таквим случајевима, једино решење је предузимање опсежних мера за препознавање или смањење нимбизма на минимум.

Логично је и оправдано да становништво не жели опасне или ризичне објекте у свом окружењу, већ правремене информације, које укључују најшири круг људи у одлучивању о уобичајеним проблемима и примерену компензацију која ће осигурати несметан рад и заједнички живот.[4]

Много је примера у Србији, у којима се грађани отворено супротстављају, с једне стране депонијама за одлагање отпада, а са друге су против објеката за производњу енергије из обновљивих извора, На први поглед, отпори објектима прве врсте могу и имати одређене аргументе локалних мештана, али и објекти обновљивих извора енергије такође наилазе на отпор уз образложење да нарушавају дотадашњи начин живота и рада на тим просторима.

Један од примера је подручје површинског копа "Ириковац" - простор где се предвиђа одлагање пепела из оближњих термоелектрана у наредним годинама - праћен је отпором локалног становништва. Стални протести против изградње регионалне депоније, села која се налазе у непосредној близини рудника – депоније - оспорила су право ПД "Костолац" да формира нову депонију. Сагледавање тренутне ситуације упућује на могуће постојање нимбизма, па се из тог разлога спроводе опсежна испитивања јавног мњења која би требала да помогну у решавању ових проблема.[4]

Изградња мини хидроелектрана, која би требала да побољша снабдевање електричном енергијом из обновљивих извора, врло често, по оцени грађана, може да угрози њихова имања на том простору, Поруке грађана са Старе планине су да на том локалитету неће бити изграђена ниједна мала хидроцентрала и да народ више неће мирно гледати како му сахрањују реке. Стварање обновљиве енергије коришћењем енергије ветра помоћу ветрогенератора, такође може да изазове протесте становника на простору где се они постављају.

Изградња и употреба наведених пројеката може да ствара добро познате сметње и штете – мирис, отпадне гасове, плављење плодног земљишта, буку, опасност за птице. Све то представља потенцијалне разлоге појаве NIMBY-а.

Поред NIMBY кампања, има још много препрека да у нашој земљи заживи производња електричне енергије из обновљивих извора, пре свега ветра и сунца. Подзаконска регулатива о мерама подстицаја за производњу еколошки чисте, такозване зелене енергије, још увек није донета, тако да је велика неизвесност за пионире у производњи те врсте енергије. Та неизвесност се односи на све сегменте и фазе реализације таквих пројеката, почев од грађевинских дозвола за градњу, до начина дистрибуције и цене такве енергије.

Међутим, нисмо први у овом послу, тако да можемо да користимо искуство оних који су већ доста урадили на том плану, као што су Немачка, Аустрија, Данска.

## 6. ЗАКЉУЧАК

NIMBY синдром представља противљење изградњи еколошки "непожељних" објеката у близини локалних заједница. На тај начин локалне заједнице се боре и бране своја права, укључујући и промовишући право на живот у здравом окружењу.

Становништво било које локалне заједнице не жели опасне или ризичне објекте у свом окружењу, па чак и ако они доносе одређене бенефите заједници. Ефекти активности NIMBY синдрома се могу смањити и ублажити правременим информацијама, и њиховим укључивањем у решавање одређених проблема на просторима на којима они живе и раде.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ognjen Caldarević, *Civilno društvo i sindrom NIMBY*, *Socijalna ekologija*, Zagreb, Vol. 5, No. 4 (501-512), 1996.
- [2] Léa Sébastien. *From NIMBY to enlightened resistance*, Taylor & Francis (Routledge), , 22 (4), pp.461-477. hal-02010493, 2017.
- [3] Emeka Duruigbo, *Fracking and the NIMBY syndrome*, N.Y.U. Environmental law journal, Volume 26, стр. 240, 2018.
- [4] Кнежевић Н. Динко: *Избор локације за депонију пепела и нимбизам*, *Електропривреда*, година LXIV, бр. 4, 382–394, 2011.





## ENGLISH LANGUAGE TEACHING FOR STUDENTS OF TECHNICAL SCIENCES NASTAVA ENGLESKOG JEZIKA ZA STUDENTE TEHNIČKIH NAUKA

Sladana Živković, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Abstract** - *This paper discusses the importance of four basic language skills (listening, speaking, reading, writing) in the English language teaching for students of technical sciences. Those skills are the integral part of the teaching process with the aim to help students to communicate efficiently in future professional settings.*

**Key words:** English language teaching. Technical sciences. Language skills.

**Sadržaj** – Ovaj rad razmatra važnost četiri osnovne jezičke veštine (slušanje, govor, čitanje, pisanje) u nastavi engleskog jezika za studente tehničkih nauka. Te veštine su integralni deo nastavnog procesa sa ciljem da pomognu studentima da efikasno komuniciraju u budućem profesionalnom okruženju.

**Ključne reči:** Nastava engleskog jezika. Tehničke nauke. Jezičke veštine

### 1. INTRODUCTION

Today, in the era of global integration and interaction among people and the increasing importance of knowledge, there is a need for teaching English for Specific Purposes (ESP). ESP has a particular aim to enable students to use a language for professional purposes. It is used to ease communication in a variety of situations creating a better, more productive environment.

As it can be stated, it is no longer enough for graduate students to have knowledge of academic subjects. Moreover, it is necessary for those students to get skills which will enhance the chance of getting a certain job. So, students of technical sciences need a wide range of skills to face with the global issues of this new age.

### 2. ENGLISH FOR SPECIFIC PURPOSES

English for Specific Purposes (ESP) concentrates on teaching a language with an aim to motivate and encourage students to communicate in class. The ultimate goal is to become 'operational' in any learning situation [1].

As has been discussed by Orr [2], ESP focuses on the specific knowledge and skills in order to achieve specific purposes within a specific discipline. In addition to this perception, [3] mentions that students have the specific language needs for their field of study. It means that ESP courses help students develop communicative skills that they should need in the future job (industry or business settings).

Taking into account the focus of ESP, [4], argue that ESP is specialty-oriented, which means it refers to specific needs of the students. Bearing in mind this approach, it is clear that the rise of the ESP approach has reshaped the English language curriculum to meet students' specialized communication needs. At this point, it should be noted that ESP is

"goaldirected" [5] as "language does not exist for its own sake, but because people do things with it. In other words, language can be looked at from the point of view of function" [5].

In view of what has so far been discussed, [6] concludes that in order to prepare students for future work, the ESP teacher should teach the following:

- "reading (e.g. scanning, skimming, extensive reading, critical thinking);
- writing (e.g. academic discourse, genres, grammar);
- listening/speaking (e.g. lectures, oral presentation) " [6].

In this sense, [3] observes that having a high level in listening, reading, writing and speaking helps students to communicate effectively and to become expert members of their professional and discourse communities.

### 3. SETTING GOALS AND OBJECTIVES

Bearing in mind goals and objectives of the ESP course, it is argued that "ESP combines subject matter and English language teaching. Such a combination is highly motivating because students are able to apply what they learn in their English classes to their main field of study. Being able to use the vocabulary and structures that they learn in a meaningful-context reinforces what is taught and increases their motivation. The students' abilities in their subject-matter fields, in turn, improve their ability to acquire English" [6].

It ought to be underlined that the ESP course should be concentrated on students' needs. Thus, students have the opportunity to acquire technical terminology required in the field of the expertise. The course concentrates on achieving a balance between language skills and communication in the engineering setting.

In order to acquire core language skills students need: to improve listening comprehension, and thus, to be able to understand what other colleagues say; to understand the organization of a text; to become familiar with different reading strategies of skimming, scanning and rereading; to write notes of the main points and key words of a reading text and in that way, improve writing skills; to analyze a text and find key words; to improve technical vocabulary; to use words appropriately in the technical context; to communicate effectively in English in the professional field; to discuss subjects related to technical topics, give talks, ask questions and be engaged in discussions.

#### 4. LANGUAGE SKILLS

Students of technical sciences require a variety of skills in order to maintain relevance with the global environment. Communication skills are of great importance, recognized by academia and industry as well. Such skills are needed for students who intend to succeed in the professional field in today's society.

As is discussed by [7], "employers want a number of new competencies, with an emphasis on an increased ability to communicate and good foreign language skills".

In order to provide language proficiency it is needed to say that "the course concentrates on achieving an effective balance between linguistic skills (listening, reading, speaking and writing) and oral communication in the engineering setting" [2]. It means it is important to provide students with practical knowledge that they will be able to apply after completing the course.

Following these views, we cannot but to conclude that skill integration is a notable factor in course planning. As pointed out by [8], skill integration happens when students are involved in project work, which may well involve researching (through reading or listening), speaking (e.g. in discussions, or when giving a presentation) and writing (e.g. submitting a report).

##### a) Listening

In the preparation of the listening process, students should pay attention to the important details in order to understand the meaning of conversation.

When listening, it is important to pay attention on messages in order to comprehend the speaker's point of view.

The students focus on individual words and phrases, and show if they are able to combine details into a whole.

Listening enables to speak more English in the classroom. It allows to understand what other colleagues are talking about.

Listening is essential since it enables to understand and acquire basic information.

Good listening skills enable better understanding the important issues of technical sciences.

It is the best way of improving technical vocabulary.

Listening is important to hear and practice a variety of English accents.

It helps to improve intonation patterns and pronunciation.

Listening helps to pronounce words correctly.

Acquiring good listening skills enable understanding presentations about related topics.

Good listening skills give students a chance to discuss, give opinions and ask questions in class.

##### b) Speaking

The ability to communicate effectively with colleagues about related topics is the most important language skill.

Asking and answering questions is important part of language learning.

In order to communicate effectively, it is needed to acquire a wide range of technical vocabulary.

Explanation, practice, comparison and contrast are very effective for improving speaking in the ESP classroom.

Accent and intonation are taught by drilling the words, phrases and sentences.

As has been discussed by [8], "when speaking, we construct words and phrases with individual sounds, and we also use pitch change, intonation, and stress to convey different meanings".

Students can vary their intonation and stress which helps them to show which part of what they are saying is most important. By varying the intonation in their voice they can clearly transfer their attitude to what they are saying.

Strategies, such as dialogues, descriptions, day-to-day expressions and role-play are used to improve speaking skills.

Speaking enables to organize presentations and present them in front of a large group of colleagues.

Oral presentations help to practice communication skills and in that way, learn English better.

Speaking skills help to participate in meetings, seminars and conferences.

Students can share information and ideas with other colleagues.

They can discuss the content of the text in order to develop thinking skills.

It enables to use grammatical structures correctly in a given context.

Finally, it is an excellent skill for testing classroom interaction.

##### c) Reading

There are four main types of reading, and which one will be used depends on the purpose of reading a text: intensive reading (reading in detail with specific learning aims), extensive reading (involves learners reading texts for enjoyment and to develop general reading skills), skimming (reading a text quickly to get a general idea of meaning) and scanning (reading a text quickly in order to find specific information). Intensive reading activities include skimming a text for specific information to answer true or false statements or filling gaps in a summary, scanning a text to match headings to par-

agraphs, and scanning jumbled paragraphs and then reading them carefully to put them into the correct order.

According to [8], to understand reading texts students need to do some activities or use some strategies. First, students need to be able to scan the text, which means reading quickly while looking for specific information. On the other

hand, students also need to be able to skim, which is used to quickly identify the general idea of a text, readers are focused briefly on a few words per line, headings or the first and last sentence in a paragraph.

As it has been explained by [9], reading could be a complex process, requiring: 1. "Automatic recognition skill: a virtually unconscious ability, ideally requiring a little mental processing to recognize the text, especially for word recognition 2. Vocabulary and structural knowledge: a sound understanding of language structure and a large recognition vocabulary 3. Formal discourse structure knowledge: an understanding of how texts are organized and how information is put together into various genres of text (e.g., a report, a letter, a narrative) 4. Content/world background knowledge: prior knowledge of text-related information and a shared understanding of the cultural information involved in text 5. Synthesis and evaluation skills/strategies: the ability to read and compare information from multiple sources, to think critically about what one reads, and to decide what information is relevant or useful for one's purpose 6. Metacognitive knowledge and skills monitoring: an awareness of one's mental processes and the ability to reflect on what one is doing and the strategies one is employing while reading" [9].

Students receive practice in reading for different purposes, such as finding main ideas, or the author's point of view.

Reading helps to increase skills to find key words from the text.

Reading is the best strategy to improve vocabulary skills, and thus, improve word usage.

It enables to understand the meaning of technical terms.

It helps students to scan passages in order to find specific information.

Reading skills help us to understand texts in the subject area.

It is important to motivate students to write notes on the pages they are reading in order to be focused and to improve comprehension skills.

Reading texts on technical topics will improve their skills.

Students should practice to read business letters, articles, reports, email messages, etc., because these are genres that they will have to understand when entering the workplace.

#### d) Writing

According to [10] writing is one of the most difficult skills for students, since they need to generate ideas, organize them and translate these ideas into readable text which can be very difficult for students. [6] says that "writing is an extremely complex cognitive activity which includes control of contents, format, sentence structure, vocabulary, spelling and letter formation.

[11] explains the procedures for increasing the use of writing process: 1. focus on the process of writing that leads to the final written product 2. help student writers to understand their own composing process 3. help them to build repertoires of strategies for prewriting, drafting, and rewriting 4. give students time to write and rewrite 5. place central importance on the process of revision 6. let students discover what they want to say as they write 7. give students feedback throughout the composing process (not just on the final product) as they attempt to bring their expression closer and closer to intention 8. encourage feedback from both the instructor and peers 9. include individual conferences between teacher and student during process of composition.

Writing skills range from writing application letters, CVs, memos, reports, brief summaries of research articles, short technical reports, product presentations.

Writing skills enable to write professional emails clear, concise and accurate.

Students can write summaries which include the topics in the area of technical sciences.

Students learn how to take notes on lectures by taking subject-specific contexts.

They will have to correct or edit documents written by others, and they will have to be able to write those types of documents themselves.

Writing is an essential skill which needs a lot of practice, because more practice means better performance.

Students need to develop skills for getting what they know about a topic, and generating ideas.

They need to know how to organize what they have learned about any topic into a well-structured whole.

## 5. DISCUSSION

ESP courses for students of technical sciences focus on four basic language skills: listening, speaking, reading, and writing. "In designing activities, teachers should consider all the skills conjointly as they interact with each other in natural behavior, for in real life as in the classroom, most tasks of any complexity involve more than one macroskill." [12].

By doing those activities, students increase technical vocabulary by knowing terms which helps to communicate effectively in English in their professional field. "No matter how well the student learns grammar, no matter how successfully the sounds are mastered, without words to express wider range of meanings, communication cannot happen in any meaningful way" [13].

All four language skills are required in the ESP course according to the needs of students for the specialized area. One of those skills is sometimes more emphasized than the others. This depends on the objectives of language course, methods of teaching and needs of students [14].

As it has been explained by [15], "listening is a vital skill of language in the sense that it enables one to be able to understand what other people are saying or communicating". In the same way, [16] discusses that listening is necessary in the sense that it also enables individuals to be able to pay atten-

tion to others in order to understand what is being delivered or communicated to them.

"The reading purpose is to find answers to the questions (e.g. the main idea of a section)" [17]. The skill of reading enables individuals to develop ways of seeing through written texts, the descriptions of cultures and worlds, and how the text try to position or influence the reader to be part of the cultures and worlds.

Applying [18] approach to analyze speaking skills, he lists oral tasks to highlight the order of importance: asking questions, discussing issues, giving talks, participating in panel discussions and receiving interviews. "The university students' needs for improved academic speaking abilities are considered more important than other skills" [18].

According to [19] "speaking and listening are two essential language skills in the sense that without the speaker and an understander there can be no language at all". As far as writing is concerned, concise and clear writing is an extremely important aspect of an engineer's education.

'Knowledge of genre is a key element in all communication and especially significant in writing academic or professional texts' [20]. "We may well find that writing helps us to come to terms with our experience and understand it better" [21].

As can be emphasized, students must possess strong listening, speaking, reading and writing abilities in order to succeed in university courses, and later in professional settings.

## 6. CONCLUSION

The aim of this paper was to highlight the importance of four basic language skills in the English language classroom for students of technical sciences. Those students need to acquire skills which will help them to communicate efficiently in future professional settings. They need a wide range of skills to face with the global issues of this new age. It means that it is no longer enough for graduates to have knowledge of academic subjects; moreover, they need to gain those skills which will enhance their prospects of employment.

In order to provide language proficiency it is needed to say that "the course concentrates on achieving an effective balance between linguistic skills (listening, reading, speaking and writing) and oral communication in the engineering setting" [2]. It means it is important to provide students with practical knowledge that they will be able to apply after completing the course.

The ESP course should combine both theoretical knowledge and practical training needed in their future settings. Course activities are designed to introduce teamwork skills, to encourage students in their learning, and to use processes to solve a problem and continue improving their knowledge. By doing these activities, students increase technical vocabulary by knowing terms which helps to communicate effectively.

Finally, "no matter how well the student learns grammar, no matter how successfully the sounds are mastered, without words to express wider range of meanings, communication cannot happen in any meaningful way" [22].

## LITERATURE

- [1] S. Živković, Language Skills among Students in the Field of Engineering. *European Journal of Language and Literature Studies*, Vol.1, issue 3, 82-89, 2015.
- [2] T. Orr, "ESP for Japanese Universities: A Guide for Intelligent Reform", *The Language Teacher Online* 1998.
- [3] H. Basturkmen, *Developing Courses in English for Specific Purposes*. Palgrave Macmillan, New Zealand 2010.
- [4] T. Hutchison and A. Waters, *English for Specific Purposes: a learner-centered approach*. England: Cambridge University Press 1987.
- [5] P. Robinson, *ESP Today: a Practitioners Guide*. Hemel Hempstead: Prentice Hall International 1991.
- [6] R. Howard and G. Brown, *Teacher education for languages for specific purposes*. Clevedon-Philadelphia: Multilingual Matters Limited 1997.
- [7] Jensen, H.P. (2000). Strategic planning for the education process in the next century. *Global J. of Engng Educ.*, 4,1, 35-42, 2000.
- [8] J. Harmer, *The practice of English language teaching*, 4th ed. Harlow: Pearson Longman, 2007.
- [9] W. Grabe and L. Stoller, *The nature of reading abilities*. In C. N. Candlin, & D. R. Hall, (Eds.), *Teaching and researching reading* (pp.9-39). Malaysia: Pearson Education 2002.
- [10] J. C. Richards and W. A. Renandya, *Methodology in Language Teaching: An Anthology of Current Practice*, Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- [11] G. Brown, *Teacher education for languages for specific purposes*. Clevedon - Philadelphia: Multilingual Matters Limited 1997.
- [12] D. Nunan, *The learner-centred curriculum*. Cambridge: Cambridge University Press 1988.
- [13] M. McCarthy, *Vocabulary*. Oxford: Oxford University Press 1990.
- [14] S. Derradji, *A Syllabus for Developing Oral Proficiency*, Institute of Commerce (Algies). University of Constantine 1995.
- [15] P. Everson, *The importance of four skills in English education*. Seoul: EducationPublishers 2009.
- [16] W. Littlewood, *Foreign and Second Language Learning*. Cambridge: CUP 1995.
- [17] R. Jordan, *English for Academic Purposes. A guide and resource book for teachers*. Cambridge: Cambridge University Press 1997.
- [18] S. E. Ostler, *A survey of academic needs for advanced ESL*. *TESOL Quarterly* 14(4): 480-503, 1980.
- [19] S. D. Krashen, *Principles and Practice in Second Language Acquisition*. New York: Prentice-Hall 1987.
- [20] T. Dudley-Evans and M. St John, *Developments in English for Specific Purposes*. Cambridge: Cambridge University Press 1998.
- [21] A. Brookes and P. Grundy, *Writing for Study Purposes*. Cambridge: Cambridge University Press 1990.
- [22] M. McCarthy, *Vocabulary*, Oxford: Oxford University Press 1990.

## EKOFEMINIZAM I AGROBIZNIS ECOFEMINISM AND AGRIBUSINESS

Danica Milošević, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – *Ovaj rad ima za cilj da predstavi ekofeminističku kritiku stanja u sektoru agrobiznisa. U današnjim globalizacijskim procesima, poljoprivreda je postala unosan izvor kapitala, ali i poligon na kome se ukida biodiverzitet zarad komercijalnih potreba. Ekofeministkinje, poput Vandane Šive, ukazuju na ovaj problem ekonomske scene današnjice i preispituju ga, pa se rad oslanja na njihovu retoriku, kako bi skrenuo pažnju na tu štetnu praksu kapitalističkog društva.*

**Кljučне речи:** Ekofeminizam. Globalizacija. Diverzitet. Poljoprivreda. Agrobiznis.

**Abstract** – *This paper has a goal to present ecofeminist critique of the situation in the sector of agribusiness. In today's globalization processes, agriculture has become a lucrative source of income and a platform for abolishing biodiversity for commercial needs. Ecofeminists, like Vandana Shiva, indicate to this problem on the present day economic scene and question it. The paper thus relies heavily on such rhetoric in order to draw attention to this harmful practice of capitalist society.*

**Key words:** Ecofeminism. Globalization. Diversity. Agriculture. Agribusiness.

### 1. УВОД

Екофеминизам није само устремљен на критику патријархалног система уређења заснованог на дуализму и есенцијализму, већ је усресређен на критику патријархалних друштвених производа и конструката, међу којима је, тренутно, нео-либерални капитализам, који се првенствено односи „на мешање моћних земаља у унутрашње послове оних мање моћних”, тј. „доминацију велесила над неразвијеним подручјима” најпогубнији за опстанак природе, како се наводи у [1] и [2]. Усмерен на експлоатацију природних ресурса и искоришћавање јефтине радне снаге у земљама Трећег света, то је друштвени механизам који је по мишљењу екофеминисткиња изузетно деструктиван по људски живот и природно окружење. У савременом светском поретку, „(г)лобална елита моћи постаје субјекат одлучивања изнад кога нема демократске контроле”, што је посебно алармантно за екофеминисткиње које апелују против било ког облика друштвене неправде [2].

### 2. ГЛОБАЛИЗАЦИЈСКИ ТРЕНДОВИ НАСПРАМ ПОЛИТИКЕ ЕКОФЕМИНИЗМА

Под изговором глобализације, нео-либерални капитализам је ушао на велика врата у све делове света, као непоходан принцип за одржањем живота. Међутим, глобализација као нужна реформа у светским односима и процесима, штетно се одразила, пре свега, на одрживост локалних заједница, њихову пољопривреду, природне ресурсе и радну снагу. „Отварање тржишта, уклањање царинских баријера, либерализација трговине, погодују само великим и богатим тржиштима, државама, регионима и појединцима”, што доводи до *диспропорције* у

*развоју и поларизације света* на богате и сиромашне [2]. Геополитика је створила климу у којој велике, моћне и богате земље даље шире своје богатство и утицај, док неразвијене, економски сиромашне земље настављају да пропадају и губе своје природно богатство које им отимају и присвајају моћне светске силе. Штавише, „глобализација и доминација западњачке интелектуалне епистемологије брише историјску и културолошку различитост”, што доводи до неповратног пропадања културе, обичаја, традиције, језика и историје других народа [3].

На примеру Индије, Вандана Шива показује на које начине и у којој мери нео-либерални капитализам лоше утиче на статус слабо-развијених земаља. Зелена и бела револуција које се спроводе на тлу Индије, су најбољи показатељи штетних промена које доводе до уништења принципа биоразличитости, самоодрживости, међусобне повезаности и зависности свих елемената екосистема, а тиме и на квалитет живота становништва, па је зато непоходно дубље истражити ове трендове, који нису типични само за Индију, већ и за многе друге делове света.

Зелена револуција, чији су основни адути *семе* и *хемикалије*, подразумева узгој комерцијалних и високо исплативих монокултура (попут еукалиптуса, шећерне трске, пиринча) и интензивну хортикултуру, док се бела односи на производњу у оквиру млечне индустрије [4]. Обе су изузетно негативне по пољопривреду и сточарство у Индији, земљи у којој дрво (Kalpataru) и крава (Kamadhenu) имају статус светих бића, а које се оваквим праксама десакрализују и губе на својој вредности. Пре свега, Шива уочава да је талас зелене револуције наметнуо императив употребе вештачког семена у савременој пољопривреди, како би се поспешило економски развој

већ богатих земаља које то семе пласирају на тржишту као сопствени патент, и истовремено ослабила пољопривреда сиромашних земаља које нису у стању да испрате глобалне трендове у сфери агро-бизниса. Рецимо, шећерна трска је биљка која захтева пуно воде, па чак и до осам пута интензивније наводњавање него неке друге културе, што лоше утиче на водене ресурсе, а посебно на исушивање подземних вода које се обилато користе у ове сврхе, а потребније су становништву као пијаћа вода. Недостатак воде у земљишту даље доводи до проблема салинизације, који се огледа у таложењу соли на површини земље, након испаравања воде акумулиране услед кишних падавина, што се лоше одражава на развој и раст биљних култура. Осим тога, последице зелене револуције су „смањиле генетску разноврсност, а повећале осетљивост усева на неуспех кроз снижавање отпорности на сушу и штеточине”[4].

Жене које чине већински део пољопривредних произвођача у Индији труде се да сачувају природу али и људски живот „кроз одржавање еколошких циклуса” и „задовољење основних потреба за храном и водом”[4]. То су основне потребе човека за опстанком, али не и опстанком по критеријумима Запада које такво друштво сматра сиромашним, непродуктивним и примитивним Њихов напор, „рад и богатство су 'невидљиви' зато што су децентрализовани, локализовани и у хармонији са локалним екосистемима и потребама”, а самим тим у дисбалансу са основним капиталистичким поривима[4]. Иако производе здраву храну, оне нису у стању да се такмиче са великим произвођачима зато што немају адекватну механизацију ни технологију којим би могле да поспеше и увећају своју производњу. Рецимо, у Индији жене се и даље ослањају на снагу животиња приликом орања земље, при чему не загађују животни простор, јер не употребљавају механизацију на гориво, и користе искључиво стајско ђубриво уместо вештачког јер оно садржи много више хранљивих материја за биљке. Оваква локална храна је много здравија и много приступачнија становништву, доприноси економској виталности, а осим тога „смањује потребу за транспортом, чиме смањује и емисију гасова стаклене баште” [1]. Међутим, проблем је у томе што су се стандарди квалитета робе такође изменили, па се данас органска храна произведена у локалној заједници сматра небезбедном, али се зато генетски модификована храна, произведена у лабораторији, без потешкоћа увози и дистрибуира широм света, као роба доброг и поузданог квалитета. Разлог томе су и „ланци исхране мултинационалних корпорација” који „узимају контролу над производњом и дистрибуцијом хране”, где квалитет, здрава и органска храна постају доступне само одабраним слојевима друштва по високој цени, док је храна за масовну употребу сумњивог квалитета и самим тим врло лоша за конзумацију [4].

Под утицајем светске политике, земље у развоју су принуђене да одустану од модела локалне самоодрживости и пропагирања биоразличитости јер их велике транснационалне компаније приморавају да узгајају хибридне монокултуре из вештачког и генетски модификованог семена које доноси профит. Узгајање таквих хибридни монокултура, на жалост, доводи до испошњавања земљишта, и смањења плодности тла, али и до његовог загађења, будући да њихов узгој захтева примену

вештачког ђубрива, хербицида и пестицида, што су вештачки суплементи којима се поспешује развој ових култура.

Интензивна обрадња земљишта је, како Шива предочава, допринела таложењу токсичних материја у тлу. У том процесу, земљиште губи хранљива својства због „недостатка цинка, гвожђа, бакра, мангана, магнезијума, молибдена, бора и других микроелемената”, чије се присуство ремети управо употребом разних хемикалија, упркос чињеници да оне „никада не могу да буду замена за органску производњу хранљивих материја” [4]. Штавише, хербициди су опасне хемикалије које се доводе у везу са бројним здравственим компликацијама код људи као што су „обољења коже, генетске мутације, рак, превремени порођаји и урођени дефекти”, што је додатан разлог за избегавање њихове употребе [3]. У извештају Института за посматрање прилика у свету ( World watch Institute) из 2004. године, износи се податак да је „превелико присуство пестицида довело до тога да млеко за дојење постане једна од најконтаминиранијих врста хране, која садржи пестициде, ПХ бифенил, олово, и друге токсине” [1].

Овако интензивна пољопривреда и индустрија захтевају велике количине воде да би могле да функционишу. Такав тренд је допринео изградњи великог броја иригационих система и брана у Индији којима се нарушавају локални екосистеми и утиче на изумирање појединих биљних и животињских врста које су везане за те водене ресурсе. Шива износи податак да „преусмеравање вода са природних токова и природних зона иригације до инжињерски 'контролисаних' области доводи до проблема протоколисања воде и салинитета” [4]. Некада су реке биле света места, а њима су се чак посвећивали и храмови, као реци Ганг. Међутим, Шива тврди да су бране данас преузеле сврху храмова зато што је „десакрализација река и њихових ресурса уклонила сва ограничења са прекомерне употребе и злоупотребе вода” [4]. Водени ресурси попут река, језера, потока и бунара се стално црпе, па се не оставља простора да се „задржи интегритет водених токова” нити времена да се они обнове [4]. Река нема више права да тече својим током и буде извор живота биотичком свету који егзистира на њеним обалама зато што брана, као изум цивилизованог човека, постоји да би ту дивљу и несврхисходну природну енергију укротила, зауздала и преусмерила на човекове потребе које су прече од потреба свих осталих живих бића. Како Шива примећује, „чин живљења, слављења и конзервације живота у својој различитости-међу људима и у природи-изгледа да је жртвован зарад прогреса, док је светост живота замењена светошћу науке и развоја” [4].

Западно друштво је, могло би се рећи, у заблуди да су „системи производње базирани на различитости/диверзитету заправо системи мале продуктивности”[5]. Истина се заправо налази у томе да је „различитост усева неопходна да би се одржала плодност земљишта” [5]. Та погрешна перцепција проистиче из различитог виђења природе, природних ресурса, па самим тим и пољопривреде у културама Истока и Запада. Док је природа, у Индији одраз „креативности, активности и продуктивности”, „различитости у форми и аспектима”, која указује на „повезаност и међузависност свих

бића, укључујући и мушкарца”, „континуитет између природног и људског” и „светост живота”, њено виђење кроз призму капиталистичког друштва запада је дијаметрално супротно [4]. Капитализам види природу као „инертну и пасивну”, „униформну и механистичку”, „одвојиву и фрагментирану”, „одвојену од човека”, и „инфериорну како би била под човековом доминацијом и експлоатацијом”[4].

Власт у Индији доприноси оваквом стању зато што не улаже напоре да поспешу производњу домаћих пољопривредника, већ пружа разне олакшице мултинационалним компанијама које имају примат на локалном тржишту. Велике корпорације, у складу са регулативом *о Општем договору о тарифама и трговини*, не плаћају порез приликом увоза робе у Индију. Влада као да не препознаје политику транснационалних корпорација да „највећи део фондова који је потребан за њихове операције обезбеде у самим земљама у развоју и да истовремено огроман део добити изнесу из ових земаља” [2]. Поред овог уступка, влада субвенционира локалне пољопривреднике да купују вештачко семе, ђубриво и хемикалије за узгој монокултура, што економски јача мултинационалне компаније које су њихови произвођачи, односно поспешује њихов даљи развој и раст.

Парадокс је у томе што је вештачко семе које Запад продаје као свој патент, заправо изум локалних пољопривредника који су својом дугогодишњом праксом произвели семе које има највећу шансу за успехом на локалном поднебљу. Шива заправо говори о крађи интелектуалне својине и неуређености система за заштиту патената, због чега је локални пољопривредни произвођач приморан да купује исто семе које је сам патентирао, али у генетски модификованом облику као патент великих капиталистичких корпорација. Тиме се знање, научна инвентивност и продуктивност неразвијених земаља обезвређује и сматра некавалитетним доприносом научним токовима, али се, са друге стране, крађа и преузимање заслуга за иновације сматрају регуларном праксом западњачког друштва које на преза да на овај начин, без пардона, изграђује и јача своју научно-технолошку империју.

Иако за становништво у Индији земља у духовном смислу и даље има статус светог тла, услед прогресивне пољопривреде и намета светске политике постепено се губи осећај припадности земљи, и ствара осећај *бескућништва*, због чињенице да се становништво са „свете земље протерује у пустињу индустријског друштва” која му није блиска и коју не доживљава као свој дом [5]. Захваљујући неоколонијализму, земља се осваја, купује, продаје и постаје приватно власништво, док локално становништво губи право над својом територијом, у прилог чему иде и чињеница да се мултинационалне компаније све више интересују за приватизацију земљишта у Индији. Тим чином апропријације земљишта, становништво, које је претежно сиромашно, ће изгубити и део свог идентитета, будући да „културни и религијски идентитет потичу од земље која се не посматра само као "фактор продукције", већ као сама душа једног друштва”, као „материца културног и духовног живота”, што неминовно доводи не само до материјалног већ и духовног осиромашивања [5]. Како Шива напомиње, на светом тлу,

„појединац може једино бити гост, и не може поседовати” то тло [5]. То правило важило је од давнина у традиционалним племенским заједницама попут индијанске заједнице на америчком континенту, или абориџинске заједнице у Аустралији, које живе у присној вези са својим животним окружењем, где није постојао концепт приватне својине, већ се неговала идеја заједничког власништва и одговорног полагања права на природно окружење, као *извора живота* [5]. У таквом друштву, семе је свето и не може бити третирано као сировина која доноси профит, како Шива објашњава, а човек се не понаша као *предатор*. Као што је поглавица Сијетл говорио: „земља не припада човеку, човек припада земљи. Све ствари су повезане попут крви која повезује једну породицу” [4].

Данас, свето тло мајке Индије, некадашњег симбола борбе против британског колонијализма, постаје земља која је маскулизирана и персонификована у фигури „диктаторског али заштитничког оца”[5]. У таквој средини, долази до јачања национализма, фундаментализма и милитаризма у покушају одупирања светском тренду глобализације, што је озбиљан социјални проблем.

Шива указује да група *G7*, чије су чланице економски најмоћније земље света, али и институције као што су *Светска банка* и *Међународни монетарни фонд* имају јак утицај на глобалну политику и економију и пружају огромну подршку мултинационалним компанијама чије интересе протезирају, будући да су велики капиталистички играчи од посебног значаја за светску економију. Са моћним апаратом и институцијама које их штите, ствара се терен на којем се мултинационалне компаније лишавују „ограничења, регулатива и одговорности”, а локална пољопривредна производња урушава [5]. *Светска банка* даје инвестиције и одобрава кредите сиромашним земљама у циљу развоја, али пред њих поставља исувише велике намете, које сиромашне земље никако не могу да испуне, што их доводи у ситуацију да упадају у велике дугове према својим 'добročиницима' које тешко могу отплатити, а на којима њихови зајмодавци могу да остваре одличну зараду. Рецимо, „(и)здавања земаља субсахарске Африке за отплату кредита развијеним земљама вишеструко су већа од средстава која добијају као помоћ” [2].

### 3. ЗАКЉУЧАК

Такав развој је заправо деструктивна пракса патријархалног друштва Запада које немилосрдно осваја свет, прилагођава га својим потребама и уништава пред собом све оно што на капиталистичком тржишту није могуће уновчити. А у таквом окружењу „пољопривреда је постала бизнис” и то веома уносан бизнис за моћне капиталисте који се труде да својим операцијама искорене мале пољопривредне произвођаче и наметну хегемонију на тржишту [3]. Циљ локалних заједница, са друге стране је да буду само-одрживе, као што су биле стотинама година уназад, до појаве империјализма и колонијализма. То свакако није зависност од једног производа, која их принуђује да све остало што је потребно за живот, купују и плаћају, и тиме увећавају профит великих корпорација које управљају светским тржиштем, док њихова локална пољопривреда и производња одумире. Зато се семе као

патент, посматра као семе смрти, које уништава биорегије и људске заједнице. Спас се налази у органском семину, локалној производњи, очувању разноврсности у природи и обнављању природних токова, односно принципима за које се екофеминизам залаже.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] P. J. Campbell. A. MacKinnon. C. R. Stevens, *An Introduction to Global Studies*, Malden: Wiley-Blackwell 2010.
- [2] Globalizacija kao svetski process, seminarski rad <https://www.seminarski.diplomski.co.rs/SOCIOLOGIJA/globalizacija-.html>, preuzeto septembra 2019.
- [3] ed. K.J. Warren, *Ecofeminism: Women, Culture, Nature*, Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press 1997.
- [4] V. Shiva., *Staying Alive: Women, Ecology and Development*, New Jersey: Zed Books 1994.
- [5] M. Mies. V. Shiva., *Ecofeminism*, New Jersey: Zed Books 2005.



## PRAVO ZAPOSLENIH NA PRIVATNOST THE RIGHT OF EMPLOYEES TO PRIVACY

Milica Mladenović, *Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija - Odsek Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - U ovom radu prikazano je pravo zaposlenih na privatnost. Rad podeljen je u dve glavne celine. U prvom delu rada definisan je teorijski i zakonodavni okvir prava na privatnost. U drugom delu rada analiziran je radnopravni aspekt prava na privatnost zaposlenih u Republici Srbiji kao i mehanizmi zaštite prava na privatnost zaposlenih.

**Ključne reči:** pravo zaposlenih na privatnost, Ustav Republike Srbije, zaštita podataka o ličnosti, mehanizam zaštite.

**Abstract** – In this paper presents the right of employees to privacy. The paper is divided into two main sections. The first part of the paper defines the theoretical and legislative framework for the right to privacy. The second part of the paper analyzes the labor law aspect of the right to privacy of employees in the Republic of Serbia, as well as the mechanisms for protecting the right to privacy of employees.

**Key words:** right of employees to privacy, Constitution of the Republic of Serbia, protection of personal data, protection mechanism.

### 1. UVOD

Pravo na privatnost predstavlja jedno od univerzalnih ljudskih prava koja se priznaju pojedincima na osnovu ljudskog dostojanstva i vrednosti koji pripadaju svakome. Ideja ovog prava javlja se još u delima hrišćanskih pisaca i odražava se u Velikoj Povelji Slobode iz 1215. godine. Pravo na privatnost je zajemčeno brojnim međunarodnim dokumentima i domaćim pravnim izvorima od velikog značaja za čitavu međunarodnu zajednicu.[1]

Pitanje prava na privatnost zaposlenih dobija značaj razvojem različitih sredstava nadzora i kontrole u XXI veku. Kako veliki deo života ljudi provode na radnom mestu i u radnom okruženju, izvršavajući poslove i obavljajući rad za različite poslodavce, od izuzetnog su značaja prava koja uživaju zaposleni, jer se njihov položaj na poslu odražava na kvalitet čitavog života. Tako se, pored zaštite brojnih prava u vezi sa radom, postavilo i pitanje zaštite privatnosti zaposlenih. Neograničena samovolja države ili poslodavca kao tradicionalno ekonomski jače strane, imala bi snažne negativne efekte na položaj zaposleni.

Zaštita ovog prava smatra se osnovnim ljudskim pravom neodvojivim od demokratskog pravnog poretka. Međutim, ovo pravo se ne svodi samo na slobodu od „neuznemiravanja“ od strane trećih lica a pravi dokaz toga je pružanje zaštite pojedincima u slučaju nadzora, praćenja, prisluškivanja, sakupljanja ličnih informacija. Sa globalističkim razvojem društva i vrtoglavom pojavom novih tehnologija dolazi do sve većih opasnosti od invazije na privatnost čoveka. Kako bi se pružila licima adekvatna zaštita, bilo je neophodno priznati dovoljnu širinu i sveobuhvatnost ovog prava kako bi se njime pokrilo i

obuhvatilo mnoštvo različitih aspekata života pojedinca koji mogu biti ugroženi, kako od strane države, tako i od kompanija ili trećih lica.[2]

U ovom radu prikazano je pravo na privatnost zaposlenih kao jedno od osnovnih ljudskih prava koje je proklamovano najvišim pravnim aktima. Pravo na privatnost zaposlenih u Republici Srbiji ustanovljeno je 2008. godine kada je usvojen Zakon o zaštiti podataka o ličnosti i postavljen Poverenik za informacije od javnog značaja i zaštitu podataka o ličnosti. Svrha zakona jeste zaštita osnovnih ljudskih prava na privatnost, pa svaku odredbu treba tumačiti tako da se čuvaju podaci o ličnosti, te da razlika napravljena između političkih stranaka, političara i građana bude jasna. Zaposleni koji smatraju da je došlo do provrede njihovog prava na privatnost imaju mogućnost da svoje pravo zaštite sudskim i vansudskim putem.

Organizacija rada je sledeća. U Sekciji 2 Opisan je pravni okvir prava na privatnost. U sekciji 3 opisano je pravo na privatnost zaposlenih u Republici Srbiji. U sekciji 4 prikazan je mehanizam zaštite prava na privatnost. Sekcija 5 je zaključak.

### 2. PRAVNI OKVIR PRAVA NA PRIVATNOST U MEĐUNARODNIM I DOMAĆIM PRAVNIM IZVORIMA

Pravo na privatnost normativno je regulisano međunarodnim i domaćim pravnim izvorima. Pravni okvir prava na privatnost u međunarodnim pravnim izvorima formulisani su u:

- Univerzalnoj deklaraciji o ljudskim pravima,
- Evropskoj konvenciji o ljudskim pravima i slobodama

- Povelji o osnovnim pravima Evropske unije i
- Međunarodnom paktu o građanskim i političkim pravima

Univerzalna deklaracija o ljudskim pravima, usvojena i proglašena rezolucijom Generalne skupštine Ujedinjenih nacija. Univerzalnom deklaracijom o ljudskim pravima, predviđeno je da se niko ne sme izložiti „proizvoljnom mešanju u privatni život, porodicu, stan ili prepisku, niti napadima na čast i ugled.“ [3]. Članom 8. Evropske konvencije o ljudskim pravima koja je doneta 1950. godine u članu 8 propisuje se da :

“*Svako ima pravo na poštovanje svog privatnog i porodičnog života, doma i prepiske. Javne vlasti neće se meštati u vršenje ovog prava sem ako to nije u skladu sa zakonom neophodno u demokratskom društvu u interesu nacionalne bezbednosti, javne bezbednosti ili ekonomske dobrobiti zemlje, radi sprečavanja nereda ili kriminala, zaštite zdravlja ili morala ili radi zaštite prava i sloboda drugih.*“ [4]. Prema samoj stilizaciji odredbe člana 8., može se zaključiti da se ovo pravo sastoji od četiri posebna segmenta privatnosti: privatni život, porodični život, dom i prepiska, svaki od kojih ima autonomno značenje nastalo u praksi Suda.

Klasično shvatanje ide za tim da se u poštovanje privatnog života pre svega svrstava sloboda od neželjenog publiciteta, tj. sloboda da pojedinac određene aspekte života ili aktivnosti sačuva od drugih ljudi.

Zaštita privatnih podataka je priznata i kao posebno pravo u čl 7. i 8. Povelje o osnovnim pravima Evropske Unije. Pravo na privatnost je zaštićeno i Međunarodnim paktom o građanskim i političkim pravima. Svi ti akti štite privatni i porodični život, dom i prepisku. Ipak, pravo na zaštitu privatnosti nije neprikosnoven. Evropska konvencija o zaštiti ljudskih prava dozvoljava mogućnost da se javne vlasti mešaju u vršenje prava na privatnost, ako je to u skladu sa zakonom i u interesu bezbednosti, zaštite zdravlja ili morala kao i radi zaštite prava i sloboda drugih. Kasnije je usvojena i Konvencija o zaštiti lica u odnosu na automatsku obradu ličnih podataka sa ciljem „da se proširi zaštita osnovnih prava i sloboda pojedinaca, posebno pravo poštovanja privatnosti“ Konvencija daje konkretna uputstva za zakonitu obradu ličnih podataka (zahtevajući da je obrada zakonita, srazmerna, opravdana legitimnom svrhom itd.), čime se omogućuje da se u kontrolisanim okolnostima i pod propisanim uslovima odstupi od načelne zaštite privatnosti, radi poštovanja prava drugih lica.

Međunarodni akti definišu pravo na privatni život odvojeno od prava na privatnost prepiske, slobodu misli i savesti ili mišljenja. Iako pretežno savetodavni, ti akti su značajni u sveobuhvatnom razmatranju problema privatnosti na radu jer uz analizu problema iz prakse daju korisna uputstva za dalje postupanje.

U domaćem pravnom poretku pravo na privatnost zaštićeno je Ustavom Republike Srbije kao najvišim pravnim aktom, zakonima od kojih su najznačajniji Zakon o zaštiti podataka o ličnosti i Zakon o radu i podzakonskim pravnim aktima.

Ustav Republike Srbije principijelno garantuje zaštitu podataka o ličnosti, ostavljajući dalju regulativu te oblasti za-

konima. Iako Zakon o radu postavlja osnove radnog odnosa, zakonodavac nije prepoznao potrebu detaljnijeg regulisanja pitanja prava na privatnost, te se samo dotiče u nekoliko odredaba, koje se, odnose na garanciju prava zaposlenog da izvrši uvid u svoje lične podatke i po potrebi zahteva njihovo brisanje, na zabranu poslodavcu da od kandidata zahteva podatke o dokazi koji nisu od neposrednog značaja za obavljanje poslova., te indirektno, na zaštitu određenih dobara iz sfere privatnog života [5]. Međutim, kako ta pravila više predstavljaju načela nego jasne praktične smernice, najveći broj problema u pogledu privatnosti zaposlenih ostaje van fokusa Zakona o radu.

Načelo prava na privatnost regulisano je i Zakonom o zaštiti podataka tako što se pod podatkom o ličnosti smatra svaka informacija koja se odnosi na fizičko lice (bez obzira na njen oblik, nosač informacije, način nastanka, saznanja itd.), a pod obradom podataka svaka radnja koja se preduzima u vezi sa takvim podacima (na primer, prikupljanje, pretraživanje, korišćenje, čuvanje, beleženje itd.). Nedvosmisleno je stoga da u radnom odnosu poslodavci automatski ili poluautomatski prikupljaju najrazličitije podatke o zaposlenima, čime de facto obrađuju podatke o ličnosti. Stoga su poslodavci dužni da primenjuju zakonske zahteve obrade podataka. Obrada podataka mora biti:

- zakonita,
- mora se vršiti za određenu svrhu,
- svrha mora biti jasna, neizmenjena i dozvoljena,
- način obrade mora biti dozvoljen,
- podaci srazmerni i ažurni.

Problem u primeni tih pravila nije samo u slaboj obaveštenosti poslodavaca i zaposlenih, već i u nejasnim i nedorečenim odredbama Zakon o zaštiti podataka o ličnosti, koje se mogu različito tumačiti. Manjak relevantne sudske prakse dodatno otežava primenu zakonskih pravila, pa je za pitanje zaštite privatnosti zaposlenih značajna aktivnost poverenika za zaštitu podataka o ličnosti.

### 3. PRAVO ZAPOSLENIH NA PRIVATNOST U REPUBLICI SRBIJI

U Srbiji je veliki broj ljudi nezaposlen – zvanična stopa nezaposlenosti radno sposobnog stanovništva u poslednjih nekoliko godina kreće se približno od 17% pa do 14%.19 Dodatno, i oni koji su zaposleni imaju mala primanja – prosečna zarada u Srbiji je u januaru 2017. godine iznosila oko 41.508 dinara neto. Ti podaci, zajedno sa činjenicom da veliki broj lica radi „na crno“, neprijavljen, uslovljava opšti osećaj da je sama činjenica da neko ima posao dovoljna, te da zaposleni nemaju mnogo opcija da kontrolišu uslove rada. Uz to, sindikalno organizovanje je sve slabije i kod privatnih poslodavaca postoji samo po izuzetku – uglavnom u privatizovanim preduzećima nasleđenim iz prethodnog sistema. Osim toga, tamo gde postoje, sindikati su sve slabiji i redukovani u brojnosti, te se zaposleni najčešće nalazi sam u borbi za svoja prava. U takvim okolnostima, veliki broj zaposlenih sve više vremena u toku dana provodi na poslu, dostupan je poslodavcu i van radnog vremena (putem mejla, mobilnog telefona itd.), pa je razumljivo da granica poslovnog i privatnog biva sve poroznija za obe strane [6].

Globalizacija i razvoj tehnologije uticali su na promenu čitavog društva što se reflektuje i na živote pojedinaca. Kako

radni odnosi predstavljaju značajni aspekt života svakog pojedinca, osetne su velike promene i izazovi sa kojima se zaposleni susreću na radnom mestu. Mnoge od ovih promena imaju i direktne reperkusije na kvalitet života zaposlenih.

Danas je opšteprihvaćeno da pravo na privatnost zaista predstavlja posebno pravo koje se ne može potpuno izjednačiti sa nekim drugim pravom. Međutim, inicijalna ideja privatnosti kao prava, „da se bude ostavljen na miru“ pretrpela je promene. Javljuju senovije teorije koje posmatraju privatnost kao aktivnu a ne pasivnu vrednost – ne kao zabranu od upada drugih u privatni život već kao pravo na kontrolu informacija o svom životu.<sup>10</sup> Tako se pravo na privatnost u skorijim teorijama definiše kao pravo: (1) da se očuva određeni lični domen (telo, dom, misli, osećanja, tajne i identitet) i (2) da se odabere i kontroliše kojim delovima tog domena drugi mogu pristupiti.<sup>[7]</sup>

Subordinacija jeste jedna od osnovnih karakteristika po kojima se pravni položaj zaposlenih razlikuje od položaja drugih lica koja mogu biti angažovana u svojstvu direktora, samozaposlenih lica itd. [8]. Ona predstavlja pravnu i ekonomsku podređenost zaposlenog poslodavcu ali ne i potpunu kontrolu poslodavca nad zaposlenim i zavisnost zaposlenog od njegove volje. Međutim, sa pomenutim društvenim promenama i razvojem elektronskih komunikacija, video nadzora i sličnih tehnologija, mogućnosti za potpuno potčinjavanje zaposlenih kontroli poslodavca, a na uštrb privatnosti zaposlenih, vrtoglavo rastu. Preko različitih sredstava poslodavac može pratiti kretanje zaposlenih, njihovo ponašanje na radnom mestu, privatne poruke pa čak i privatne profile na društvenim mrežama koje zaposleni koristi u slobodno vreme, van posla. Na taj način poslodavci mogu donositi odluke o pravima i položaju zaposlenih na osnovu informacija i podataka do kojih dođu preko ovakvih sredstava nadzora.<sup>[9]</sup> Kao što je već istaknuto, domen prava na privatnost Evropski sud za ljudska prava proširio je i kroz praksu priznao i zaposlenima. U ovakvoj situaciji dolazi do konflikta interesa zaposlenog za očuvanjem privatnosti i poslodavca koji tradicionalno, preko nadzora, pokušava da obezbedi poštovanje radne discipline i efikasno izvršavanje zadataka. U savremenom svetu nadzor se može ostvariti na različite načine. Pored video nadzora, presretanja i prisluškivanja telefonskih poziva zaposlenih, danas je ovo pitanje, sa razvojem raznih sistema onlajn komunikacije, sve aktuelnije.

Pri tome, poslodavac može da koristi razne tehnologije da bi zaštitio svoju imovinu i učinio poslovanje jednostavnijim, efikasnijim i kontrolisanim. Te tehnologije uključuju, između ostalog: telefone (fiksne ili mobilne), video-nadzor, GPS sisteme, sisteme identifikacije prisustva zaposlenih, korišćenje interneta itd. Takva kontrola nužno povlači i određeni, manji ili veći, nadzor nad radom zaposlenih i implicira prikupljanje najrazličitijih podataka o njima – počevši od njihove fizičke lokacije, preko njihovih interakcija sa drugima do samog načina i sadržaja njihove komunikacije

Iako kontrola radnih aktivnosti zaposlenih nije sama po sebi nedozvoljena, poslodavci često na taj način vrlo grubo povređuju pravo na privatnost zaposlenih. U Srbiji ne postoji studija koja bi dala preciznije podatke o tome u kojoj meri poslodavci nadziru zaposlene putem novih tehnologija, ali kako su se pred nadležnim organima javili slučajevi poligraf-skih ispitivanja zaposlenih i uzimanja biometrijskih podataka,

možemo samo zamisliti koliko je izraženo zadiranje u privatnost zaposlenih u drugim slučajevima. U krajnjoj konsekvenci, zaposleni mogu čak i da budu sankcionisani zbog nečega što su uradili u privatno vreme, van prostorija poslodavca, što dodatno usložava problematiku privatnosti na radnom mestu. Konačno, svest o kršenju pa i samom postojanju prava na privatnost u radnom odnosu u Srbiji je nerazvijena. Osim slučajeva koji su poznatiji zbog reakcije poverenika za informacije od javnog značaja i zaštitu podataka o ličnosti, o toj oblasti se malo zna u široj javnosti [2].

#### **4. ZAŠTITA PRAVA NA PRIVATNOST ZAPOSLENIH**

Svako civilizovano i organizovano društvo dužno je da svojim građanima omogući da nesmetano uživa u svojim ljudskim pravima. Stepem, mehanizam i dostupnost pravne zaštite u jednog državi značaj su pokazatelj poštovanja ljudskih prava i ljudskog dostojanstva. Mehanizam zaštite sloboda i prava čoveka obuhvata niz pravnih principa, institucionalnih garancija i drugih pravnih instrumenata i postupaka kojima se štite ustavne slobode i prava građana od mogućih povreda, ugrožavanja zloupotreba, ukidanja ili osnovanih ograničenja. Zaštititi slabiju stranu u radnom odnosu je najstarija i najvažnija funkcija zakonodavstva o radu. Zaštita ljudskih prava može da se ostvaruje pred domaćim i međunarodnim sudovima koji su nadležni da odlučuju o zaštiti prava. Ukoliko dođe do povrede prava na rad, titularu prava stoje na raspolaganju organi državne vlasti koji imaju nadležnost da na osnovu ustava i zakona odlučuju o povredi ili uskraćivanju nekog ustavnog zagaratnovanog prava.

Radni sporovi se mogu rešavati mirnim putem, u postupku posredovanja ili sudskim putem u postupku posredovanja i pred sudom opšte nadležnosti. Proces internacionaizacije ljudskih prava praćen je u uspostavljanjem međunarodno-pravnih mehanizama njihove zaštite<sup>[10]</sup>.

Republika Srbija kao članica Međunarodne organizacije rada i ratifikovala je veliki broj konvencija usvojenih pod okriljem ove organizacije.

U unutrašnjem pravu, pravo na rad se štiti pred Osnovnim sudom u prvostepenom sudskom postupku, dok se u drugostepenom sudskom postupku štiti pred Apelacionim i Vrhovnim kasacionim sudom, kao i pred Ustavnim sudom.

Srbija je 2003 godine ratifikovala Evropsku konvenciju za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda i time prihvatila nadležnosti Evropskog suda za ljudska prava u Strazburu kao i obavezu izvršenja donetih presuda suda. Konvencijom je predviđeno pravo na podnošenje individualnih predavki u roku od 6 meseci od dana kada je pred nacionalnih sudom doneta pravnosnažna sudska presuda. Potpisivanjem Konvencije, građanima Srbije je otvoren put da se predstavkom obrate Evropskom sudu za ljudska prava radi zaštite i ostvarivanja svojih prava. [11].

Ustavom Republike Srbije propisano je da su opšteprihvaćena pravila međunarodnog prava i potvrđeni međunarodni ugovori sastavni deo pravnog poretka i da potvrđeni međunarodni ugovori moraju biti u skladu sa Ustavom.

#### **5. ZAKLJUČAK**

Zaštita prava na privatnost ima svoje opravdanje u ljudskom dostojanstvu i ličnoj slobodi svakog pojedinca.

Lična sloboda bez privatnosti bila bi prosta iluzija, dok bi dostojanstvo bez privatnosti bilo ozbiljno dovedeno u pitanje.

Privatnost zaposlenih danas predstavlja pitanje kome treba posvetiti veliku pažnju. Opasnost sa privatnim korporacijama je u sve većoj pojavi „transparentnih radnika“, pojedinaca koji su, zbog svoje ekonomski slabije pozicije prinuđeni na odricanje od privatnosti. Transparentnost je u ovom slučaju jednostrana. Upravo iz tog razloga nadzor poslodavca nad zaposlenima (u bilo kom vidu), mora biti jasno određeno propisima i vođen principima neophodnosti i proporcionalnosti da bi se sprečilo potpuno potčinjavanje zaposlenih poslodavcu koji ih može „držati u šaci“. Nove tehnologije omogućavaju sve lakše „špijuniranje“ i monitoring nad zaposlenima i njihovim privatnim životom.

Neophodno je povećati svest o pravima radnika, organizovati periodična pravna savetovanja radnicima, i upućivati ih na njihova prava od stane pretpostavnjenih lica. Ukoliko zaposleni znaju svoja prava i imaju sigurnost u pravosudni sistem države u značajnoj meri će se poboljšati uslovi rada, što će dugoročno koristiti i zaposlenima i poslodavcima.

#### LITERATURA

- [1] С. Гајин, *Људска права, правно-системски оквир*, Институт за упоредно право, Београд, 2012, стр. 21.
- [2] [www.poverenik.rs/sr/saopstenja-i-aktuelnosti/2403-poligrafsko-ispitivanje-nedozvoljena-obra-da-licnih-podataka](http://www.poverenik.rs/sr/saopstenja-i-aktuelnosti/2403-poligrafsko-ispitivanje-nedozvoljena-obra-da-licnih-podataka)-23. mart 2017.
- [3] Univerzalna deklaracija o ljudskim pravima 1948.
- [4] Evropska konvencija o osnovnim ljudskim pravima 1950.
- [5] Zakon o radu Republike Srbije
- [6] Zavod za statistiku, [http://webrzs.stat.gov.rs/ Web-Site/Public/PageView.aspx?p](http://webrzs.stat.gov.rs/Web-Site/Public/PageView.aspx?p)
- [7] G. Obradović, S. Kovačević-Perić, *Subordinacija i disciplinska vlast poslodavca*, Radno i socijalno pravo 7-9/2014 str 490
- [8] J. Snyder, *E-mail Privacy In The Workplace – A Boundary Regulation Perspective*, Journal of Business Communication, Volume 47, Number 3, July 2010, str. 268.
- [9] Yael Onn et al., *Privacy in the Digital Environment*, p12Haifa 2005,.
- [10] Bilbija V., *Pravo na rad i pravo na internet*, Radno i socijalno pravo, br. 1/2011
- [11] D. Stojanović, *Ustavno pravo*, prva knjiga, Niš, 2009, str. 368

## СИМВОЛИЗМ КАК ФОРМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР В АРХИТЕКТУРЕ ДВОРЦОВ БРАКОСОЧЕТАНИЯ

### SYMBOLISM AS A FORMATIVE FACTOR IN THE ARCHITECTURE OF MARRIAGE PALACES

Анастасия Юрьевна Сидякина, *БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.*  
Надежда Дмитриевна Черныш, *БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.*

**Аннотация** - В статье изложены основные сведения о формообразующей роли символизма в архитектуре современных центров торжеств. Изучены закономерности формирования планировочных структур существующих зданий этого типа. Рассмотрены основные семиотические особенности, как геометрических фигур, так и знаковых символов, встречающихся в образе Дворцов бракосочетания.

**Ключевые слова:** Проектирование. Символизм. Центр торжеств. Семиотика пространства. Гражданский обряд.

**Annotation** - The article provides basic information about the formative role of symbolism in the architecture of modern celebration centers. The regularities of the formation of planning structures of existing buildings of this type are studied. The main semiotic features of both geometric figures and symbolic characters found in the image of the Wedding Palaces are considered.

**Keywords:** Designing. Symbolism. The center of celebrations. Semiotics of space. Civil ceremony.

#### 1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Человечество постепенно совершенствуется, ежедневно познает окружающий мир, развивает свое сознание. В связи с этим понемногу меняется не только образ жизни, но и мировоззрение как отдельно взятого индивида, так и всего социума. Неизменными на протяжении веков остаются только традиции, переходящие из поколения в поколение. Их основной задачей является объединение между собой определенной группы людей на основе общих ценностей. Помимо этого традиции и ритуалы необходимы и в качестве ознаменования основных этапов человеческой жизни, одним из которых является свадебная церемония [1]. На сегодняшний день торжественную регистрацию брака осуществляют во Дворцах бракосочетания. Актуальность строительства данного типа зданий продиктована рядом факторов, отвечающих за совершенствование городской инфраструктуры: несоответствие современным требованиям уже имеющихся сооружений; развитие городов и градостроительной политики; развитие и сопутствующие ему изменения в социальной, экономической, политической сферах жизни современного общества.

#### 2. ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ

Проекты Дворцов бракосочетания отличает организация пространства для временного пребывания

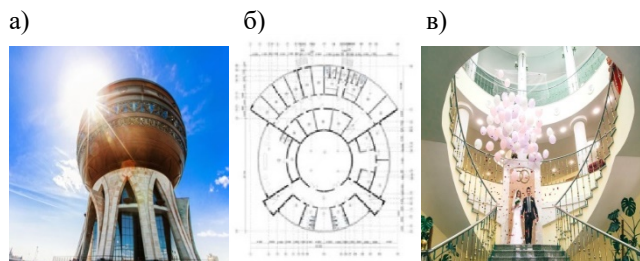
людей и система обслуживания, необходимая для удовлетворения гражданских и культурных потребностей: регистрации актов гражданского состояния (рождения, смерти, брака и т.п.) [2]. Основными помещениями для этого вида зданий являются: зал регистрации, зал торжественных актов, комнаты жениха и невесты, банкетный зал и архив. основополагающим критерием при их проектировании является разделение путей потоков посетителей и исключение возможности их пересечения и столкновения нескольких свадебных церемоний.

#### 3. СИМВОЛИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

Для придания оригинального торжественного облика зданиям гражданских обрядов довольно часто архитекторы проектируют эти сооружения, ориентируясь на их символический смысл.

Символизм довольно часто встречается в формах и планах большинства Дворцов бракосочетания. Наиболее распространенной символической фигурой для этого типа зданий является круг. Круг – символ бесконечности, идеального абсолюта и совершенства. Круг представляет собой бесконечную линию, замыкая время и пространство. Помимо этого он является символом полноты и законченности. Это наиболее универсальная из всех геометрических фигур, ассоциирующаяся с гармонией. Для этого изображения характерно как

защитное, так и божественное значение. Он является и наиболее популярной формой для проведения духовных действий, потому что символизирует небо и духовный мир. Известно также и значение этого символа в качестве ноля, обозначающего потенциальные возможности, эмбрион. Кроме того круг обладает свойством объединять людей с помощью возникновения ситуации «глаза в глаза», которую люди часто используют для хороводов и выступлений. Исследователями физиологии зрения доказано, что круг является фигурой успокаивающей нервную систему. Зрительно круглые помещения кажутся людям абстрактными и неназойливыми за счет ощущения ими обволакивающего эффекта [3]. Помимо этого круглые пространства и формы создают иллюзию движения и «заставляют» зрителя двигаться вокруг. Распространено использование круглых форм в качестве создания акцента на важном объекте восприятия, создаваемом благодаря контрастному соотношению на фоне зданий, состоящих из прямолинейных форм. Чаще всего благодаря применению круга в плане здания становится возможным создание цилиндрических замкнутых, полуоткрытых или открытых пространств (рис. 1, а-в).



**Рисунок 1.** Использование формы круга в плане Дворцов бракосочетания: а – Центр семьи «Казань», Казань; б – план проекта Дворца бракосочетания; в – интерьер ЗАГСа, Старый Оскол

Трехмерным представлением круга является сфера или шар. Они являются символами совершенства и полноты. Могут истолковываться как образ и модель мира и одновременно являются основой всех символических форм, связанных с идеей целостности, центра. Платон пишет, что сфера одновременно является самой простой и самой совершенной фигурой, потому что все точки ее поверхности равно удалены от центра. Отличительной особенностью этих фигур является отсутствие краев и углов, что обозначает отсутствие неудобств, трудностей и препятствий [4]. Купол чаще всего символизирует небесный свод или духовный мир. В Древнем Египте полусфера считалась орбитой, домом обожаемого солнца.

Среди архитектуры существующих Дворцов бракосочетания довольно часто встречается круг в его объемном представлении в качестве сферических (рис. 2, а), купольных (рис. 2, б-в), эллиптических (рис. 2, г), различных бионических, усложненных и составных формах. Помимо этого в большинстве зданий гражданских обрядов встречаются проходы через арочное пространство, знаменующее переход в новое состояние, новое рождение.

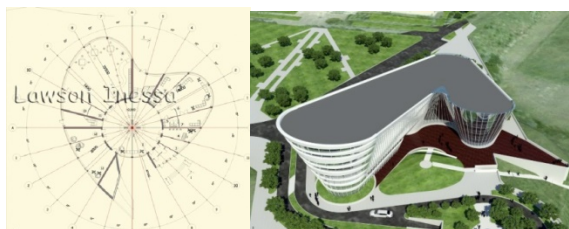
В архитектуре некоторых Дворцов бракосочетания встречается использование символа спирали, обозначающего жизненную силу. Для него характерно обозначение действия двух противоположных начал, нисходящих и восходящих энергий, цикличности времени. Сходный смысл представлен и в знаке «инь — янь». С точки зрения его трактовки восходящая спираль обозначает мужской знак, а нисходящая — женский. Также в этом типе зданий распространены спиральные лестницы. Они выражают идею духовного роста с точки зрения масонских мыслей [5]. Одним из зданий, за основополагающую идею которых взят символ спирали, является часовня-лента Ribbon Chapel. Она является не только местом бракосочетания, но и его необычная архитектура играет ключевую роль в ходе проведения свадебной церемонии. Архитектор Хироси Накамура создал часовню, символизирующую жизненный путь влюбленных друг к другу и призванную «соединить» их судьбы в ее самой высокой точке [6]. После обмена обручальными кольцами жених и невеста поднимаются вверх часовни по разным лестницам. Каждый изгиб «ленты» — отсылка к жизненным поворотам, которые были на пути молодоженов друг к другу. Двойная спираль носит не только символический смысл, но помимо этого и служит для обеспечения устойчивости здания. Переплетения «лент» формируют внутреннее пространство часовни (рис. 2, д), выступая в роли стен, крыши и этажей. Внутреннее пространство часовни представляет собой стеклянную капсулу с местами для 80 гостей и алтарем. Символ спирали также был использован и в архитектуре Дворца торжественных обрядов в Тбилиси (рис. 2, е).



**Рисунок 2.** Использование формы круга в объемном представлении: а – Дворец бракосочетания «Bagt Kosgi», Туркменистан; б – ЗАГС, Старый Оскол; в – Дворец бракосочетания, Костанай; г – студенческий проект Дворца бракосочетания. Использование формы спирали в архитектуре Дворцов бракосочетания: д – Дворец торжественных обрядов, Тбилиси; е – часовня Ribbon Chapel, Япония

Распространены также проекты Дворцов бракосочетания, по своей форме плана напоминающие сердце (рис. 3). Этот знак уже давно известен в различных культурах как символ любви, милосердия, радости и сострадания.

Символом, взятым за основу современного Дворца бракосочетания, построенного в городе Батуми, является ракушка (рис. 4, а). Она известна в качестве знака процветания, благополучия и богатства. В китайском буддизме она распространена как один из семи символов удачи. В некоторых культурах и религиях ракушки символизируют жизненный путь, двигаясь по которому как по виткам, обретается мудрость [7]. Считается, что этот знак защищает от негативных энергий.



**Рисунок 3.** Использование символа сердца в архитектуре Дворцов бракосочетания

Довольно необычна по своей архитектуре и часовня в виде туфельки в Тайване (рис. 4, б). Этот символ обозначает женское счастье в супружестве. К тому же если вспомнить сказку «Золушка», то отталкиваясь от нее, психологи описывают этот символ как соединение двух судеб, несмотря на непреодолимые препятствия [8]. Кроме того образ туфель зачастую ассоциируется со свадебными обрядами, когда туфельки невесты воруются гостями, а жених их выкупает. Иногда этот предмет символизирует и пройденный путь серьезной работы над собой. Основопологающей целью строительства этого здания было проведение свадебных церемоний. В построенном сооружении предусмотрены площадки для фотосессий, места для отдыха влюбленных и кафе.



**Рисунок 4.** Семиотика в архитектуре Дворцов бракосочетания: а – Дворец бракосочетания, Грузия; б – часовня в виде туфельки, Тайвань

#### 4. СЕМИОТИКА ЧИСЕЛ

Использование семиотики чисел при создании архитектурного образа Дворцов бракосочетания довольно часто распространено среди архитекторов. К примеру, число два, обозначающее двойственность, выбрано в качестве основополагающего при возведении часовни-ленты Ribbon Chapel в Японии. Семиотический смысл этого числа был использован и в студенческом проекте Дворца бракосочетания в Челябинске (рис. 5, а). Основной объем этого здания состоит из двух поддерживающих объемов — прямоугольного и

конического, объединенных между собой в верхней части консольным этажом. Эта архитектурная композиция символизирует слияние в браке двух начал, мужского и женского [9]. В китайской философии считается, что в основе главных явлений мира лежит пара признаков. Данное число встречается в архитектуре и в количестве этажей, залов и в остальных частях интерьера проектируемых зданий.

Распространено в архитектуре Дворцов бракосочетания и число три. В пифагорействе тройка символизирует полноту. Пифагор считал тройку символом гармонии, а Аристотель — законченности: «Триада есть число целого, ибо содержит начало, середину и конец». Пифагорейцы различали три мира как вместительности принципов, разума и количеств. Тройка несет в себе уверенность и силу, так как если один или два раза могут быть совпадением, то три раза — это уже закономерность [10]. С этим числом связано понятие о трехмерности пространства. Во многих религиях этот символ обозначает триединство мира (небо, земля и вода). В Каббале это же число обозначает триединство мужского и женского начал и объединяющего их взаимопонимания. Данный знак со времен средневековья знаменует три главные добродетели: веру, надежду и любовь. Помимо этого распространено мнение, что данная цифра приносит удачу. В русском народном фольклоре, в мифах не случайно довольно часто встречается это число: три желания, три дороги, три сына. Поэтому число три довольно часто встречается в качестве основных составляющих частей архитектурного облика Дворцов бракосочетания (рис. 5, б).



**Рисунок 5.** Примеры использования семиотики чисел в архитектуре: а – студенческий проект Дворца бракосочетания, Челябинск; б – Дворец торжеств, Лиски; в – Дворец бракосочетания, Белгород

Число пять также встречается в архитектуре зданий этого типа (рис. 5, в). Последователи Пифагора считали, что пятерка является символом брака и самой жизни. Это связано с тем, что она образуется благодаря сумме женской (четной) двойки и мужской (нечетной) тройки. В Древнем Риме пятерка считалась числом Венеры и символизировала брак, любовь и единение [11].

Символизм в архитектуре Дворцов бракосочетания может проявляться и в качестве декоративного украшения сооружения. Среди примеров его использования довольно часто распространены изображения голубей в интерьерах зданий. Они являются символами верности и любви. Еще одним его толкованием стало обозначение мира и нового начала. А использование в качестве декоративного элемента цветов или растений (рис. 6) символизирует любовь, молодость и плодородие.



**Рисунок 6.** *Использование растительных орнаментов в современных Дворцах бракосочетания*

## 5. ВЫВОД

Учеными доказано, что архитектура зданий оказывает непосредственное влияние на психику людей. Поэтому отсутствие уникальных сооружений и минимальность архитектурных решений отрицательно сказывается на человеческом обществе, погружая его в депрессивное состояние. В связи с этим необходимо подметить то, что одной из основополагающих задач архитектора является создание интересного и информативного образа здания, отражающего не только философию и уклад современной жизни, но и влияющего на дальнейшее развития социума. Недаром об этом говорил известный английский писатель Гилберт Кит Честертон: «Архитектура — это азбука гигантов, величайшая система видимых символов, когда-либо созданная» [12].

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ситников В.И. Возможность актуализации народных свадебных традиций в условиях современной культуры // Вестник славянских культур. 2010. №15. С. 34—42.
- [2] Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. Учебник для вузов М.: Архитектура-С, 2007.
- [3] Сидякина А.Ю., Черныш Н.Д. Специфика формирования архитектурной городской среды с учетом планировочного решения зданий на примере объектов гражданских обрядов // Вектор ГеоНаук. 2018. Т. 1. № 3. С. 65—72.
- [4] Сидякина А.Ю., Черныш Н.Д. Дворец бракосочетания как вид общественного здания в современной архитектуре // «Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее»: сб. науч. статей Всерос. науч. конф. Курск: ЗАО «Университетская книга». 2018. Т.3. С. 297—301.
- [5] Сурина М.О. Цвет и символ в искусстве / Барнаул: Издательский центр «Комплекс», Ростов-на-Дону, 1998.
- [6] Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Современные условия создания комфортного средового пространства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 101—104.
- [7] Харитоновна А.В., Мордвинова М.И. Символ в архитектуре // Молодежный научный форум: Гуманитарные науки: электр. сб. ст. по мат. XLI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(40). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_humanities/1\(40\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_humanities/1(40).pdf) (дата обращения: 10.11.2019).
- [8] Заиченко А.А., Степанян К.А., Устич Н.А. Символизм в архитектуре // Успехи современного естествознания. 2013. № 8. С. 79—82.
- [9] Символика тувальки в сказке // Режим доступа: <https://www.b17.ru/article/54326/> (дата обращения: 10.11.2019).
- [10] Тюрин, М.Ю. Новый подход к архитектурному проектированию дворца бракосочетаний в центральном районе города Челябинска / Тюрин М.Ю. // Наука ЮУрГУ: материалы 67-й научной конференции Секции социально-гуманитарных наук / ЮУрГУ. Челябинск, 2015. С. 114 – 119.
- [11] Символика чисел // Режим доступа: <https://symvolik.ru/simvolika-chisel> (дата обращения: 10.11.2019).
- [12] Афоризмы Гилберта Кита Честертон // Режим доступа: <http://chesterton.velchel.ru/?cnt=7> (дата обращения: 10.11.2019).





## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНОПОЛИУРЕТАНА С МИНЕРАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ IMPROVING THE PERFORMANCE OF POLYURETHANE FOAM WITH MINERAL FILLER

Людмила Сулейманова, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Андрей Кочерженко, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Игорь Рябчевский, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** - Авторами исследованы процессы, происходящие при наполнении пенополиуретана промышленными отходами горно-обогатительных комбинатов, в частности, отходами мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов. Полученные теплоизоляционные композиты с улучшенными эксплуатационными свойствами расширят спектр применения материала в строительстве.

**Ключевые слова:** пенополиуретан, минеральный наполнитель, эксплуатационные свойства, отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, огнестойкость, прочность, теплопроводность, водопоглощение.

**Abstract** - The authors studied the processes occurring when filling polyurethane foam with industrial waste of mining and processing plants, in particular, wet magnetic separation of ferruginous quartzites. The resulting insulating composites with improved performance properties will expand the use range of the material in construction.

**Key words:** polyurethane foam, mineral filler, operational properties, waste wet magnetic separation of ferruginous quartzites, fire resistance, strength, thermal conductivity, water absorption.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большое внимание уделяется получению конкурентоспособного, экономичного, пожаробезопасного, экологичного теплоизоляционного композита, который при этом должен соответствовать требуемым физико-механическим характеристикам [1...4].

Одним из эффективных способов улучшения механических и других функциональных и

строительно-эксплуатационных свойств одного из востребованных теплоизоляционных материалов – пенополиуретана – является его модификация за счет введения наполнителя. Эксплуатационные характеристики пенополиуретанов определяются как параметрами, характеризующими ячеистую структуру, так и механическими свойствами полимерной матрицы [5...7].

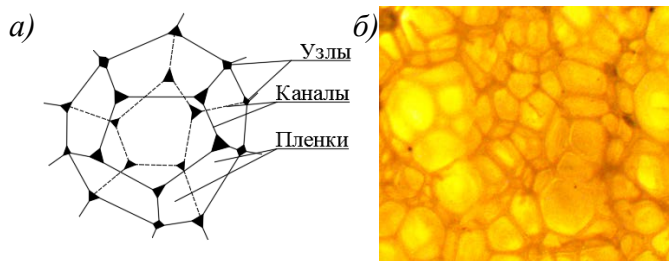
Поскольку кратность вспенивания пенополиуретана, наполненного отходами мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, выше пенополиуретана с другими минеральными наполнителями (песок, суглинок, глина), исследования проводились с композитным утеплителем на основе пенополиуретана с наполнителем – техногенным сырьем – отходами мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов [8...10].

### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Все дисперсные наполнители обладают универсальным свойством повышать твердость и модуль упругости полимеров, в связи с чем они широко применяются для повышения твердости и модуля упругости реактопластов. Но введение наполнителей повышает прочность не всех полимеров, и не каждый наполнитель повышает прочность полимерного тела. Упрочнение материала в результате физической модификации происходит в том случае, если наполнитель прочнее пенополиуретана и обеспечивается их совместная работа с прочным контактом между частицами наполнителя и полимерной матрицей. Прочность является важной характеристикой любого композита, а способность наполнителей повышать прочность полимеров актуальна и широко применяется в строительном материаловедении.

При смешивании исходных компонентов пенополиуретана происходят сложные химические реакции, приводящие к газовыделению и росту полимерных молекул, и, следовательно, к изменению объема материала и его вязкостно-упругих свойств. По правилам Плато наиболее вероятной формой газоструктурных элементов являются двенадцатигранные пентогональные додекаэдр, в каждом ребре которых сходятся три пленки, углы между которыми равны  $120^\circ$ . Ребра многогранника характеризуются утолщениями

(каналы Плато-Гиббса), их форма в поперечном сечении – сферический треугольник, что наглядно представлено на рис. 1.



**Рисунок 1.** Элементарная ячейка пенополиуретана: а – схема; б – микроструктура (увеличение  $\times 50$ )

Вводимый в пенополиуретан наполнитель изменяет параметры процесса вспенивания и, как следствие, макроструктуру и свойства пенополиуретана. Так как наполнитель всегда в той или иной степени несовместим с полимерной фазой, нельзя однозначно оценивать влияние наполнителя как негативное. Иногда наполнитель может выступать в роли стабилизатора эмульсии.

Наполнитель оказывает существенное влияние на структуру пенополиуретана. Равномерность распределения наполнителя, его характеристики и степень наполнения им композита вызывают значительные изменения структуры наполненного пенополиуретана [11...13].

### 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Важной задачей технологии получения пенополиуретанов является регулирование их свойств в процессе создания, что связано с установлением основных зависимостей между параметрами структурообразования материала и изменениями, происходящими в объеме вспенивающейся композиции. Для оптимизации состава и режимов производства был использован математический аппарат, который заключается в установлении математической зависимости между заданными свойствами материала и расходом компонентов, свойствами составляющих компонентов и технологическими факторами.

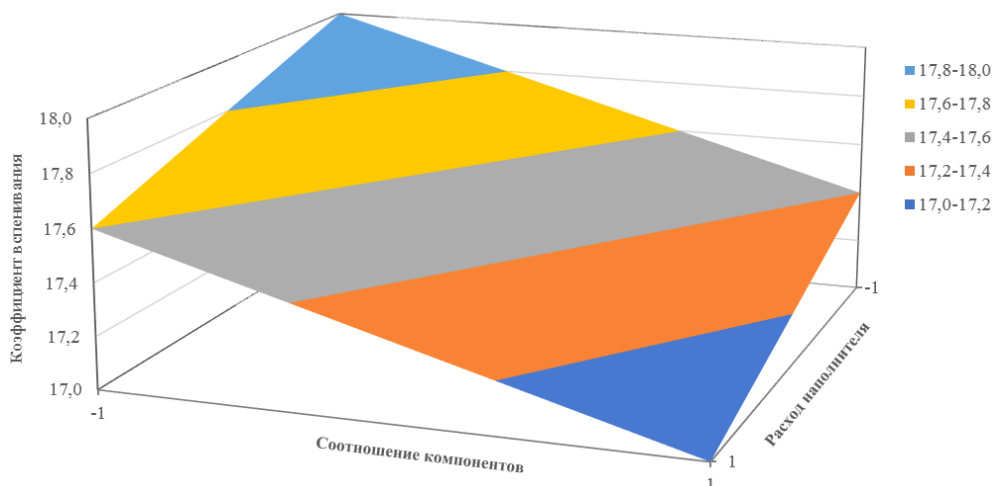
При математическом планировании эксперимента в качестве варьируемых факторов был принят расход техногенного наполнителя и соотношение между компонентами. Из компонентов рассматриваются полиол, способствующий полимеризации, и полиизоцианат, образующий полиуретан, реагируя с полиолом. Средний уровень расхода наполнителя был принят 20 % от массы полиуретана с интервалом варьирования 10 %. Соотношение компонентов полиизоцианата и полиола на среднем уровне было принято 1, так как рекомендуемое соотношение полиуретановых компонентов без наполнителя составляет 100 : 100, интервал варьирования составлял 0,1.

Установлена математическая зависимость коэффициента вспенивания лабораторных проб пенополиуретана, наполненного отходами мокрой магнитной сепарации, от исследуемых факторов, графическая интерпретация которой представлена в виде номограммы на рис. 2.

Оптимизация рецептуры, проведенная при наличии экспериментальных статистических моделей влияния управляющих рецептурно-технологических факторов на свойства пенополиуретана с техногенными наполнителями, совокупность которых определяет его качество, позволила получать теплоизоляционные композиты заданных свойств.

При оптимизации выявлено рекомендованное содержание техногенного наполнителя в образцах пенополиуретана – до 30 % от массы полиизоцианата; средняя плотность теплоизоляционного композита составила 30...35 кг/м<sup>3</sup>.

При дальнейшем увеличении количества наполнителя значительно увеличивается плотность теплоизоляционного композита, при этом анализ микроструктуры показывает уменьшение количества закрытых пор в пенополиуретане, что также увеличивает коэффициент теплопроводности, который в зависимости от процентного содержания наполнителя составлял 0,02...0,025 Вт/м·°С.

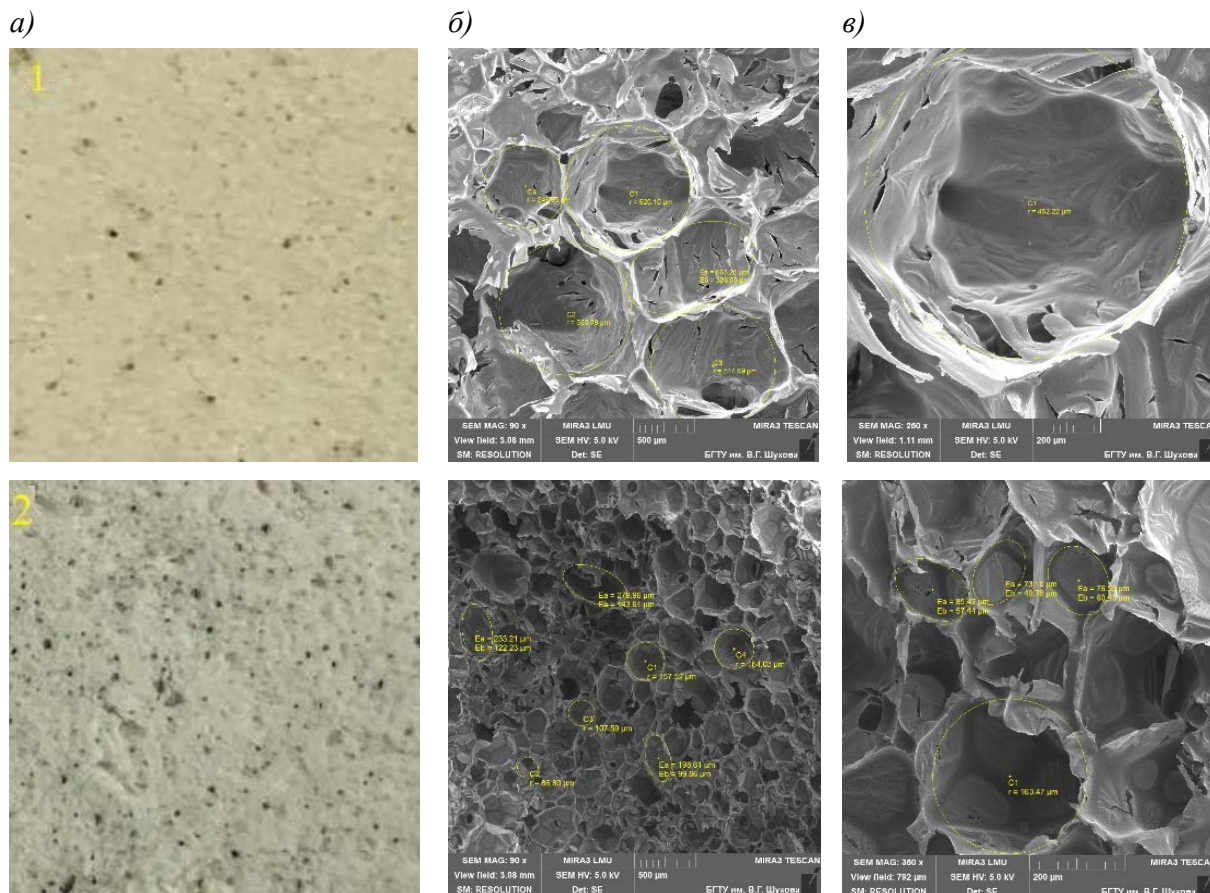


**Рисунок 2.** Номограмма зависимости коэффициента вспенивания лабораторных проб пенополиуретана, наполненного отходами мокрой магнитной сепарации

Немаловажной эксплуатационной характеристикой для утеплителя является прочность на сжатие при 10 % деформации, поскольку при применении пенополиуретана в качестве теплоизоляционного слоя в многослойных стеновых и кровельных панелях утеплитель становится частью конструктивного элемента и должен выдерживать определенные нагрузки.

Современные представления о физике и механике разрушения твердых тел основываются на положениях кинетической концепции прочности, согласно которой

разрушение обусловлено термофлуктуационным характером разрыва межатомных или межмолекулярных связей в материале. Под действием нагрузки, вследствие разрыва связей, образуются микротрещины и происходит разрушение материала. Лабораторные исследования показали, что, при 10 %-ном содержании техногенного наполнителя в пенополиуретане, прочность материала на сжатие при 10 % деформации составила 0,7 МПа, при 20 % – 1,3 МПа, при 30 % – 1,7 МПа соответственно, а прочность ненаполненного пенополиуретана – 0,3 МПа.



**Рисунок 3.** Образцы пенополиуретана:

*a – внешний вид; б – микроструктура образцов (увеличение  $\times 90$ ); в – микроструктура образцов (увеличение  $\times 350$ ); 1 – без наполнителя; 2 – наполнитель – отходы мокрой магнитной сепарации*

Увеличение прочности образцов наполненных пенополиуретанов в 3...4 раза объясняется менее дефектной структурой. Наполнители позволяют повысить прочность пенополиуретанов, встраиваясь в узлы, каналы и пленки ячеек, тем самым увеличивая их толщину, а однородность микроструктуры полученного композита способствует повышению долговечности материала.

Общий вид теплоизоляционных композитов и их микроструктура представлены на рис.3.

При наполнении пенополиуретана отходами мокрой магнитной сепарации получена стабильная малодефектная пористая структура (рис. 3, 2) эффективного теплоизоляционного композита с повышенными функциональными показателями качества. Поры имеют более гладкую внутреннюю поверхность с уплотненным припоровым слоем, при этом нарушения сплошности стенок пор не наблюдается,

что предопределяет его улучшенные эксплуатационные характеристики.

Одной из основных характеристик для любого теплоизоляционного материала является показатель водопоглощения. При сохранении в целостности наружного слоя пенополиуретана водопоглощение данного композита близко к нулю. Однако, при проведении лабораторных испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ, наружный слой пенополиуретана удалялся, и тем самым на месте среза нарушалась целостная структура пенополиуретана. Количество открытых пор на месте среза увеличивалось, что приводило к увеличению показателя водопоглощения. При содержании наполнителя от 10 до 30 %, водопоглощение поступательно уменьшилось в 1,1...1,5 раз.

Пенополиуретан является широко применяемым теплоизоляционным материалом. Фактором, ограничивающим его спектр применения, является

пожароопасность. Чаще всего, пенополиуретаны относятся к горючим материалам средней воспламеняемости [14...16]. Данный композит легко загорается от кратковременного действия малокалорийных источников пламени, горит со скоростью 4...5 мм/мин, выделяя достаточно большое количество дыма с резким запахом. Введение негорючих неорганических наполнителей позволяет снизить количество горючей составляющей материала. Учитывая, что огнестойкость пенополиуретана без наполнителей в лабораторных исследованиях составила 20 сек., то при увеличении процентного содержания наполнителя до 30 % огнестойкость наполненного композита возросла в 2...2,5 раза.

Показателем, ограничивающим применение пенополиуретана в качестве утеплителя, является теплостойкость – способность материалов сохранять жесткость и другие эксплуатационные свойства при повышенных температурах. Особенно этот фактор актуален при использовании пенополиуретана для утепления кровель зданий и сооружений. При нагреве поверхности свыше 46 °С, слой пенополиуретана, соприкасающейся с ней, начинает физически разрушаться. Нарушается ячеистая структура утеплителя, увеличивается число открытых ячеек и из них испаряется воздух. Уменьшается толщина утеплителя. Этот процесс особенно опасен, если утепление строительных конструкций пенополиуретаном было выполнено методом напыления. Получение наполненных полимеров в присутствии дисперсных наполнителей различной химической и минеральной природы приводит к определенному повышению их термической и термоокислительной стабильности.

За счет введения наполнителя, теплостойкость утеплителя удалось повысить с 46 °С до 63...70 °С (на 60...80 %). Учитывая тот факт, что, нагрев кровли под воздействием прямых солнечных лучей составляет не более 60 °С, предложенный композит может применяться для утепления кровель и эксплуатироваться долгое время без потери своих физико-механических характеристик.

#### 4. ВЫВОДЫ

В ходе проведенных исследований авторами экспериментально установлено, что наполнение пенополиуретана отходами мокрой сепарации горно-обогатительных комбинатов позволяет значительно увеличить прочность утеплителя на сжатие, повысить огнестойкость и теплостойкость и уменьшить водопоглощение, что позволяет расширить его спектр применения в строительстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ron B. Davis Jr. Foundations of Organic Chemistry. – The great courses. 2014. pp 299.
- [2] Берлин А.А. Горение полимеров и полимерных материалов. Соревский образовательный журнал. 1996. № 9. С. 57-63.
- [3] Шорстов А.М. Составы полимерных теплоизоляционных материалов для промышленного строительства – Волгоград, 2006. С. 13-14.
- [4] Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.
- [5] Баранов И.М. Новые эффективные строительные материалы для создания конкурентных производств // Строительные материалы. 2001. № 2. С.26-28.
- [6] Новиков В.У. Полимерные материалы для строительства: Справочник. – М.: Высшая школа, 1995. 448 с.
- [7] Sparrow, D.J., Thorpe D. Polyols for Polyurethane Production – Boca Roton, Florida. 1989. pp 203.
- [8] Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В., Рябчевский И.С. Зависимость коэффициента вспенивания от среднего гармонического диаметра пенополиуретана // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 5. С. 28-35.
- [9] Кочерженко А.В. Получение наполненного пенополиуретана с улучшенными эксплуатационными свойствами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 4. С. 47-52.
- [10] Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В., Марушко М.В. Теплоизоляционный композит на основе местных неорганических наполнителей // В сборнике: Научно-технические технологии и инновации: Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 185-189.
- [11] Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.
- [12] Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7 (583). С. 113-116.
- [13] Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Ерохина И.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2006. № 15. С. 155.
- [14] Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В. Исследование влияния природных наполнителей на кратность вспенивания утеплителей на основе пенополиуретана // В сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в строительстве» (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства). – Белгород, 2017. С. 185-190.
- [15] Лазутин М., Оттенс А., Келлер П. Тепловая изоляция из жесткого пенополиуретана: основные свойства и применение в строительстве // Строительные материалы. 2004. № 1(10). С. 16-19.
- [16] Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В., Апанасенко И.А. Влияние наполнителей из техногенного сырья Белгородской области на горючесть утеплителя на основе пенополиуретана // В сборнике докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова) «Наука и инновации в строительстве». – Белгород, 2018. С. 418-422.

## АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

### PRIORITIES OF HOUSING CONSTRUCTION IN RUSSIA

Авилова Ирина Павловна, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Орехова Елена Сергеевна, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** - Определяющая роль строительной отрасли заключается в создании условий для динамичного развития экономики страны. Отдельного внимания заслуживает отрасль жилищного строительства, как основа для создания комфортных и безопасных условий жизнедеятельности человека. В статье рассматривается динамика ввода в действие жилых домов в Российской Федерации, тенденции развития рынка жилья, сформулированы проблемы, возникающие при организации жилищно-строительных кооперативов.

**Ключевые слова:** жилищное строительство, инновационное развитие, тренды рынка недвижимости.

**Abstract** - The main goal of construction industry is to create conditions for the dynamic country's economy development. Special attention should be focus to housing industry as a basis for creating comfortable and safe living conditions. The article discusses dynamics of residential buildings commissioning in Russian Federation, housing market trends, formulates problems that arise when organizing housing construction cooperatives.

**Keywords:** housing construction, innovative development, real estate market trends.

#### 1. ТРЕНДЫ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

В последние годы строительная отрасль столкнулась с глобальными системными вызовами, спровоцированными резким ухудшением макроэкономической конъюнктуры. Обвал нефтяных цен в 2014–2016 годах и введение антироссийских санкций обусловили двукратное ослабление российской валюты. Значительное удорожание импортных закупок, а также рост неопределенности и ухудшение финансового положения российских предприятий привели к снижению инвестиционной активности. Это выразилось в снижении спроса на строительство в промышленном и коммерческом сегментах.

Согласно данным Росстата, по состоянию на 2017 год число действующих строительных организаций в Российской Федерации составляло около 280 тыс., из которых 262 тыс. или 94% относились к категории малых и микропредприятий. Рентабельность строительных предприятий удерживается стабильно ниже среднего показателя по экономике. В частности, рентабельность строительных организаций по проданным товарам и услугам в 2010–2018 годах находилась в диапазоне 4,8–7%, тогда как в среднем по экономике показатель составлял 7,7–12,3%. В настоящее время в строительной отрасли России занято около 6,3 млн человек [1].

В жилищном строительстве с 2010 года по 2018 год годовые объемы ввода жилья выросли на 23% с 58 млн

кв.м. до 75,7 млн кв.м., однако в последние три года наблюдалась негативная динамика. Это объясняется снижением количества запускаемых застройщиками проектов в период экономического кризиса: временной промежуток между стартом проекта и его сдачей занимает в среднем 2,5–3 года [2].

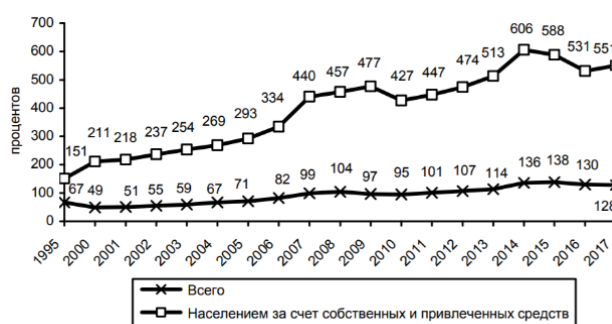


Рисунок 1. Темпы роста (снижения) ввода в действие жилых домов

В 1 полугодии 2018 года в России было введено в эксплуатацию 29,3 млн кв. м. жилой недвижимости, что обусловило рост на 3,7% по отношению к аналогичному периоду прошлого года. Впервые на достаточно длительном отрезке (за полгода) объем ввода жилья населением (в эту статью входит как дачное строительство, так и дома в "частном секторе" в пределах городов и в их пригородах) превысил объемы

индустриального домостроения (15,3 млн кв. м. против 13,7 млн кв. м). Выводы о том, что ИЖС станет в обозримом будущем наиболее популярным местом жительства россиян, пока представляются поспешным. Во-первых, стандартный девелоперский цикл составляет 3 года, а на первое полугодие 2015 года пришелся пик последнего кризиса на рынке. Число новых корпусов, строительство и реализация которых началась тогда, заметно меньше, чем объемы строек, запущенных в 2013-2014 гг. Во-вторых, в течение 2 квартала 2019 года многие застройщики занимались, прежде всего, получением разрешительной документации на новые проекты и новые корпуса, чтобы успеть запустить их до ужесточения законодательства. Для того, чтобы фактически выполненные строительные работы нашли свое отражение в статистике, нужно провести целый ряд действий уже не только на стройплощадке, а в органах исполнительной власти и этим часто занимаются ровно те же сотрудники, что и получением новых разрешений [3].



**Рисунок 2.** Динамика объема и структуры ввода жилья, млн кв.м. Многоквартирный дом (МКД) и индивидуальное жилищное строительство (ИЖС).

По объему ввода в I полугодии 2018 года лидируют Московская область (3,9 млн кв. м), Ленинградская область (1,7 млн кв. м) и Краснодарский край (1,5 млн кв. м). Доля десяти крупнейших регионов в объеме ввода стабильна. Год назад топ-10 субъектов Федерации ввели 13,6 млн кв. м. (на них пришлось 48% от общероссийского ввода), в этом году 13,4 млн кв. (46%). Максимальный прирост по объему ввода зафиксирован по Крыму и Севастополю (более, чем в 2 раза в годовом выражении (но статистика по этим регионам, по-прежнему, характеризуется нестабильной динамикой и отделить особенности статистики от реальных рыночных трендов часто затруднительно), а также в Республике Коми (там также зафиксирован более чем двукратный рост). Заметнее всего упал ввод в Брянской (-84% по отношению к I полугодию 2017), Кемеровской (-50%) и Амурской областях (-45%). Среди крупных рынков заметное падение также зафиксировано в Краснодарском крае (-31%), Башкирии (-14%) и Москве (-13%). Сильнее всего среди крупных регионов показатель объема жилищного строительства вырос в Тюменской (+65%), Московской (+33%) и Ленинградской областях (+16%). Рост объема ввода жилья в двух последних субъектах зафиксирован на фоне падения продаж в новостройках в этих регионах (так, в пригородах Москвы число ДДУ в январе-мае 2018 сократилось на 5%, а в окрестностях северной столицы на 20%).

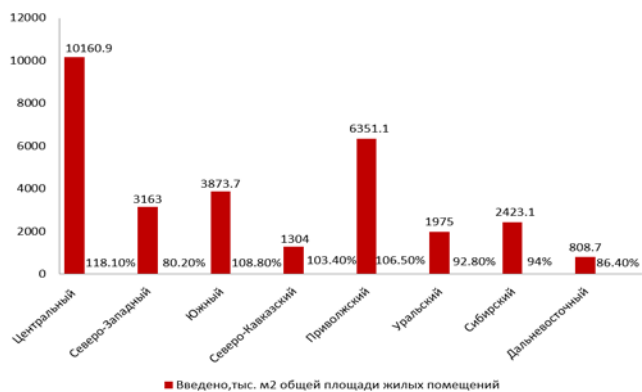
В разрезе федеральных округов наиболее заметный рост зафиксирован в Уральском и Северо-Кавказском ФО (+17% и +16% соответственно). Сильнее всего сократился ввод в Южном ФО (на 7%). Достижение целевых ориентиров по вводу жилья на этот год представляется вполне возможным: 4%-й рост ввода в I полугодии (несмотря на неблагоприятную конъюнктуру), обусловленный цикличностью рынка, позволяет с оптимизмом смотреть на перспективы достижения общего роста по итогам года на 10% (по итогам 2017 года построили 80 млн кв. м жилья).

По показателю ввода жилья на одного жителя среди регионов РФ лидируют Ленинградская и Московская области, в которых на душу населения за последние 12 месяцев (с июля 2017 по июнь 2018) было введено 1,60 и 1,33 кв. м. Также среди регионов-лидеров по относительным показателям строительной активности присутствуют Тюменская, Калининградская, Липецкая, Белгородская, Калужская, Тамбовская области, а также Чеченская республика. Лишь в указанных выше 9 регионах сейчас строится больше 0,8 кв. м на 1 жителя (т.е., объемы строительства в них соответствуют упомянутому в "майских указах" ориентиру в 120 млн кв.м. годового ввода жилья). Достижение цели "строить 0,8 кв.м. на 1 жителя в год" – не такая простая задача еще и по причине очень заметных межрегиональных диспропорций. В целом ряде регионов, среди которых субъекты Федерации, столицами которых являются города-миллионники, душевой показатель ввода ниже 0,5 кв. м на 1 жителя (к примеру, в Пермском крае душевой ввод составляет 0,47 кв. м., в Волгоградской области (0,29 кв. м), а меньше, чем Омской области (0,21 кв. м) строят только в Мурманской и Магаданской областях.

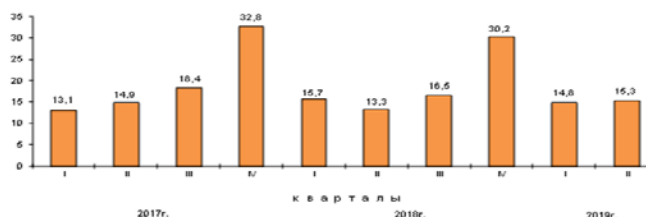
В I полугодии 2019 года введено в эксплуатацию 398,4 тыс. квартир в многоквартирных и жилых домах, построенных населением, общей площадью 30,1 млн кв. метров, что составило 103,7% к соответствующему периоду предыдущего года. Среди субъектов Российской Федерации наибольшие объемы жилищного строительства осуществлялись в Московской области, где введено 11,9% от сданной в эксплуатацию общей площади жилья по России в целом, Москве – 7,5%, Краснодарском крае – 6,0%, Республике Татарстан – 4,7%, Ленинградской области – 4,4%, Ростовской области – 4,0%, Республике Башкортостан – 3,3%, Свердловской области – 2,3%, Нижегородской и Новосибирской областях – по 2,2%, Санкт-Петербурге – 2,0%, Белгородской области – 1,7%. В этих субъектах Российской Федерации построено чуть больше половины общей площади жилья, введенной в России. Вместе с тем, при значительных объемах жилищного строительства в I полугодии 2019 года наблюдалось снижение ввода жилья по сравнению с I полугодием 2018 года в Санкт-Петербурге – на 38,1%, Ленинградской области – на 22,8%, Московской области – на 8,4%, Свердловской области – на 8,0%.

В I полугодии 2019 года индивидуальными застройщиками введено 114,1 тыс. жилых домов общей площадью 15,6 млн кв. метров, что составило 102,5% к I полугодию 2018 года. При этом доля индивидуального домостроения в общей площади завершенного

строительством жилья составила: в целом по России – 52,0%; в Республике Алтай, Кабардино-Балкарской и Чеченской республиках, Забайкальском и Камчатском краях, Белгородской и Мурманской областях – от 91,3% до 99,8%, в Карачаево-Черкесской Республике, Магаданской области и Еврейской автономной области – 100% [1].



**Диаграмма 1.** Строительство жилых домов в субъектах Российской Федерации в I полугодии 2019 года [7].



**Рисунок 3.** Динамика ввода в действие жилых домов. Млн. кв.м. общей площади жилых помещений [7].

**Таблица 1.** Топ-10 девелоперов по объемам строительства жилья в России [5].

Мес.	Застройщик	Строится, кв.м	Регионы пр исутствия, шт	Число ЖК	Число домов
1	Группа ПИК, г. Мос ква	7 407 066	9	51	322
2	Группа ЛСР, г. С анкт-Петербур г	4 056 113	3	25	233
3	Холдинг Set I Group, г. С анкт-Петербур г	3 110 602	3	22	146
4	ГК «Инград», г. Мос ква	1 443 412	2	14	95
5	Группа ЦДС, г. С анкт-Петербур г	1 409 849	2	10	61
6	ГК «Самолет», г. Мос ква	1 362 883	3	10	68
7	ГК «ЮгСтро йИнвест», Ст авропольск ий край	1 219 922	3	8	72
8	ГК «Главстро й», г. Сан кт-Петербур г	1 143 374	4	6	75
9	ГК «Гранел ь», г. Мос ква	1 133 555	2	11	72
10	ГК ФСК, г. Мос ква	1 130 530	4	13	56

Основным фактором роста объемов жилищного строительства является продолжающаяся заинтересованность и участие населения в инвестировании жилищного строительства, при фактическом уходе государства с рынка. Особую актуальность этому процессу придают выбытие, старение жилищного фонда; (из 3,4 млрд. кв. м – около 30% приходится на жилые дома первых индустриальных серий, около 20% не имеет нормативного инженерного оборудования) и стремление населения через инвестирование в жилищное строительство улучшить жилищные условия и сохранить свои сбережения.

Использование старых технологий, энергозатратность, высокий расход материалов, неэффективное государственное регулирование, недостаточный уровень комфортности и низкое качество строящегося жилья являются сдерживающими факторами развития отрасли и экономики страны [4]. Такими же критериями, усугубленными отсутствием индустриально-технологической основы, градостроительных требований и регламентов, профессионального надзора и контроля за соблюдением технологий и качеством строительства, обладает и отрасль индивидуального жилищного строительства, занимающее более половины от общих объемов ввода [7].

Дальнейшее повышение уровня комфортности среды жизнедеятельности невозможно без усилий, направляемых на поддержание эксплуатационного состояния жилищного фонда [8]. Вовлечение собственников в финансирование капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов производится путем обязательных взносов на капитальный ремонт общего имущества, что привело к росту социальной напряженности и неравенства вследствие случаев превышения федерального стандарта максимально допустимой доли собственных расходов граждан на оплату жилого помещения и коммунальных услуг в совокупном доходе семьи. Самофинансирование строительства и эксплуатации жилья населением, самокупаемость сферы коммунального хозяйства, самозащита, саморегулирование деятельности по строительству и эксплуатации жилья и недостаточное стимулирование государством увеличения объемов привлечения внебюджетных источников, в первую очередь средств населения, в жилищное строительство и соответствующую инфраструктуру позволяет обществу ставить перед государством определенные требования:

- обеспечить дальнейшее развитие «самостоятельности» населения;
  - обеспечить циркуляцию денежных потоков населения в строительстве, приобретении и эксплуатации жилой недвижимости;
  - вовлекать средства населения в развитие стройиндустрии, строительство социальных объектов, объектов дорожной и транспортной инфраструктуры [9].
- Отличительной особенностью жилищного строительства является тот факт, что строительство жилья в последнее время осуществляется без учета современной градостроительной политики.

По итогам анализа состояния строительной отрасли можно сделать следующие выводы. Локомотивом развития отрасли продолжает оставаться жилищное строительство. Данная тенденция обусловлена в первую

очередь фактическим уходом государства с рынка жилищного строительства и заинтересованностью и участием населения в его инвестировании. Государством недостаточно используется ресурс по привлечению внебюджетных источников в строительство и в первую очередь средств населения для целей решения проблем создания комфортной среды обитания, включая ипотечное кредитование.

Решение этой задачи и определение целевых показателей невозможно без совершенствования системы федерального статистического учета в целях получения объективных показателей использования всех финансовых источников, направленных в строительство. При оценке эффективности проектов необходимо перейти от оценки удельной сметной стоимости строительства объекта к удельной стоимости совокупных затрат на весь жизненный цикл.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Строительство в России. 2018: Стат. сб. / Росстат. - М., С863 2018 – 119 с. А.Л. Кевеш.
- [2] Krutilova M.O., Shkrabovskaya A.Y. Институциональные аспекты политики повышения энергоэффективности зданий // ZBORNÍK RADOVA Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu. 2017. С. 128-130.
- [3] Avilova I., Naumov A., Krutilova M. Methodology of cost-effective eco-directed structural design // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 17, Ecology, Economics, Education and Legislation. 2017. С. 569-576.
- [4] Крутилова М.О. Эколого-экономическая оценка строительных материалов в жилищно-гражданском строительстве // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогасоснабжения и энергообеспечения Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразаков. Саратов, 2019. С. 163-165.
- [5] Рейтинг Застройщиков РФ [Электронный ресурс]. - Режим Доступа: <https://erzrf.ru/topzastroyshchikov/rf?topType=0&date=191101>
- [6] Ефимова Л. И. Некоторые модели государственно-частных партнерств: тенденции и зарубежный опыт [Электронный ресурс]. - Режим Доступа: [www.eatc.ru/rus/doc.id\\_71.book\\_1.php-да](http://www.eatc.ru/rus/doc.id_71.book_1.php-да).
- [7] О жилищном строительстве в I полугодии 2019года. [Электронный ресурс]. - Режим Доступа: [https://www.advis.ru/php/print\\_news.php?id=FB6ADC04-61E7-FF49-B42B-197D3B8377ED](https://www.advis.ru/php/print_news.php?id=FB6ADC04-61E7-FF49-B42B-197D3B8377ED)
- [8] Avilova I.P., Krutilova M.O. Methodology of ecooriented assessment of constructive schemes of cast in-situ rc framework in civil engineering // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2018. С. 012127.
- [9] Авилова И.П., Крутилова М.О. Механизмы экономического стимулирования зеленых стандартов строительства и эксплуатации объектов недвижимости // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2017. № 1. С. 201-206.





ПРОСТОРНО ПЛАНИРАЊЕ И РАЗВОЈ ТЕРИТОРИЈЕ У ПРОЈЕКТУ  
МУЛТИФУНКЦИОНАЛНЕ ЈАВНЕ ВИШЕСПРАТНЕ ЗГРАДЕ КИНЕТИЧКОГ  
ТИПА У ГРАДУ НОВОСИБИРСК (РУСКА ФЕДЕРАЦИЈА)

SPATIAL PLANNING AND TERRITORIAL DEVELOPMENT IN THE PROJECT OF A  
MULTIFUNCTIONAL PUBLIC MULTI-FLOOR KINETIC TYPE BUILDING IN  
NOVOSIBIRSK (RUSSIAN FEDERATION)

Снежана Лакетић, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Александар Лакетић, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Немања Лакетић, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Роман Абакумов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Андреј Наумов, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Анотација** – У раду се разматра и анализира завршни дипломски рад студента основних академских студија Лакетић Снежане “Мултифункционална јавна вишеспратна зграда кинетичког типа у граду Новосибирск”, у којем су идентификовани аспекти ефикасног функционисања таквих зграда и анализирани су просторни потенцијал територије и њена капитализација.

**Кључеве слова:** кинетичка архитектура, кинетички инжењеринг, мултифункционална зграда, просторни потенцијал, капитализација, свест, просторни развој, зграда кинетичког типа.

**Annotation** - The article studies and analyzes the final qualification work of the bachelor Laketich S.K. “A multifunctional high-rise building of the kinetic type in the city of Novosibirsk”, and some aspects of the effective functioning of such buildings are identified. The analysis of the spatial potential of the territory and its capitalization is carried out.

**Keywords:** kinetic architecture, kinetic engineering, high-rise building, multifunctional building, spatial potential, capitalization, consciousness, spatial development, kinetic type building.

1. ПРОСТОРНО ПЛАНИРАЊЕ И РАЗВОЈ  
ТЕРИТОРИЈЕ ГРАДА НОВОСИБИРСК (РУСКА  
ФЕДЕРАЦИЈА) У ПРОЈЕКТУ С.К. ЛАКЕТИЋ

У завршном дипломском раду студента основних студија Лакетић С.К. предложено је пројектовање мултифункционалне вишеспратне зграде кинетичког типа у граду Новосибирск.

Град Новосибирск није изабран случајно, у оквиру дипломског рада, приликом пројектовања базирани смо се на грађевинским нормама Руске Федерације (ГОСТ, СП, СНиП, итд.), односно нормама по којима је ова зграда пројектована важе само на територији Руске Федерације, и самим тиме значајно се ограничавао избор погодне локације.

Новосибирск је град који је у развоју, један од највећих пословних центара у Русији, који доприноси повећању интересовања за објекат кинетичке архитектуре и привлачење имућнијег слоја становништва.

Упркос удаљености од централног региона Русије, има прилично повољне климатске услове који омогућавају да се пројекат мултифункционалне вишеспратне зграде кинетичког типа претвори у стварност.

Не смемо заборавити и на комшије Новосибирска, који се крећу великим корацима напред у разним сферама живота. Кина је један од лидера у области грађевине и технологије роботике, што је важно за овај пројекат.

Узимајући у обзир све горе наведене чињенице, одлучено је да се Новосибирск разматра као место предложене изградње.

Током истраживања територија одабран је реални ситуациони задатак, чији је топографски план приказан на слици 1.



**Слика 1.** Ситуациони план града Новосибирск (Руска Федерација).

Ово подручје је индустријско, налази се на живописном месту, на обали реке Об, у саобраћајној доступности од историјског и културног центра града.

Дакле, зграда кинетичког типа представљена је са неколико типова кинетичке архитектуре. Први тип укључује функционалне структуре - мостове који омогућавају великим бродовима да плове или повезују пловне путеве различитих нивоа река. Други тип су зграде-трансформерси које током времена мењају своје форме. Трећи тип представљен је објектима, чије се кретање догађа на површини (фасада) [1].

## 2. ОПИС ПРОЈЕКТА МУЛТИФУНКЦИОНАЛНЕ ВИШЕСПРАТНЕ ЗГРАДЕ КИНЕТИЧКОГ ТИПА У ГРАДУ НОВОСИБИРСК (РУСКА ФЕДЕРАЦИЈА)

Зграде таквог типа су објекти изузеци, а конкретан пројекат вишеспратне мултифункционалне зграде кинетичког типа који је предложен за разматрање уопште нема аналога.

Кинетичка архитектура представљена је разним врстама конструкција пројектованих на такав начин да се њихови делови могу померати независно један од другог, а да при томе не нарушавају целокупну структуру објекта.

Суштинска карактеристика објеката који се разматра из већ постојећих прототипа кинетичке архитектуре, то да је конструкција прва такве врсте, јер кинематика се манифестује у могућности ротације сваког од 30 типичних кинетичких спратова за 360 ° у односу на статичну централну цев [2] (види Слику 2).

Сваки спрат је посебан сегмент, који није повезан са следећим и претходним спратовима. Сви сегменти представљени су системима рамова и решетки на спрату и са две хоризонталне ватроотпорне армирано бетонске плоче постављене на доњој и на горњој зони спрата. Спрат се качи на централној статичној цеви, чиме се формира покретна конзола. Цев, заузврат, омогућава сва оптерећења и реакције на темеље [3, 4].



**Слика 2.** Пројекат мултифункционалне вишеспратне зграде кинетичког типа у граду Новосибирску (Руска Федерација).

Током пројектовања завршног дипломског рада Лакетић С.К., успешно је регистровано патент бр. 177603 “Прикључни уређај канализационог и доводног водоводног система унутрашње канализације зграда кинетичког типа са покретним оквиром” и патент бр. 2650538 “Унутрашњи канализациони систем за зграде са покретним склопом” што потврђује јединственост таквих зграда и немогућност њихове скорије реализације [5-7].

Постоји много примера кинетичке архитектуре, али пројекти објекта кинетичког типа са покретним склопом и даље остају нереализовани, што говори о нерешеним проблемима и одређеним ризицима који су повезани са изградњом и експлатацијом објеката у кинетичком инжењерингу.

## 3. ГЛАВНИ ПРОБЛЕМИ, РИЗИЦИ И НАЧИНИ ЊИХОВОГ РЕШАВАЊА У ИЗГРАДЊИ ЗГРАДА КИНЕТИЧКОГ ТИПА

Основни проблеми и ризици изградње зграда кинетичког типа са покретним склопом су:

- недовољно проучавање материјала и информација о објекту пре почетка пројектовања;
- неправилно задавање задатака на пројектовању објекта;
- непотпуност нормативне базе;
- координација пројекта и уношење промена у састав пројектне документације;

- обезбеђивање сигурности објекта током његове изградње и каснијег рада;
- недостатак материјала и специјалне опреме за грађевинске радове;
- објективна процена тренутног стања објекта;
- оправданост улагања и њихов рок отплате.

У техничком делу неопходно је разрадити и описати архитектонска и конструктивна решења, све унутрашње инжењерске системе зграде, безбедносне системе (укључујући заштиту од пожара), аутоматизацију инжењерских система, мониторинг основних конструкција објеката.

Будући да су ризици и проблеми повезани са реализацијом таквог пројекта довољно велики, за ефикасно функционисање зграде кинетичког типа потребно је истаћи следеће аспекте:

- повећање енергетске ефикасности коришћењем природне енергије (на пример, постављањем соларних плоча за производњу енергије на фасади зграде, ветротурбина у међуспратном простору итд.). Зграда може произвести довољно енергије за аутономну потрошњу;
- организовање континуираног мониторинга техничког стања градилишта уз помоћ постављања посебних сензора. Ово ће помоћи да се минимизирају ризици током рада повезаних са кваровима и застојима;
- пошто зграда не представља типични пример градње, потребно је користити паметне системе контроле, на пример, таквих као што су сензори за мерење температуре, влажности, осветљење простора околине итд., захваљујући којима је могуће контролисати процес потрошње електричне енергије;
- уградња аутоматизованих система за промену форме (фасаде) зграде, који се могу прилагодити окружењу уз могућност тражења одговарајућег изгледа зграде, како би се смањиле сувишне ротације. Употреба најекспресивније и најатрактивније форме повећава се привлачност територије и на тај начин долазимо до увођења термина “капитализација људске свести”.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

“Капитализација људске свести” је комбинација техника и метода за стварање подршке економске стабилности објекта и даљег раста његове финансијске ефикасности услед утицаја на психоемоционалну перцепцију особе. Другим речима, капитализација подразумева разумне потезе који вам омогућавају да стекнете више приликом улагања мањег дела личног капитала.

Захваљујући употреби најновијих достигнућа у области роботике, аутоматизације различитих система, као и грађевинског материјала и конструкција, кинетичко инжењерство постаје стварност. Кинетичка архитектура је правац будућности, комбинација вековног искуства грађевинских објеката и савремене технологије.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Цуркина С.К., Солодов Н.В. Кинетическая архитектура: ее типы, особенности и возможности реализации «движения» в зданиях. Международный студенческий строительный форум – 2016 (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сб. докл.: в 3 т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – Т.2. С.248-252.
- [2] Лакетич С.К., Солодов Н.В., Коренькова Г.В. Современные конструктивные решения и формообразование при проектировании зданий кинетического типа на примере многофункционального высотного общественного здания/ Международный студенческий строительный форум – ноябрь, Белгород. 2017 г. С. 150-156.
- [3] Snežana Laketić, Galina Korenjkova, Nikolaj Solodov. Savremena konstruktivna rešenja i oblikovanja u projektovanju zgrada kinetičkog tipa na primeru višespratne multifunkcionalne javne zgrade / Modern design solutions and shaping in the design of buildings of kinetic type on the example of a multifunctional public high-rise building / «ZBORNIK RA-DOVA» Visoka tehnička škola strukovnih studija – Niš. Decembar, 2017. С. 151-154.
- [4] Snežhana Tsurkina, Aleksandar Laketich. Кинетическая архитектура в современном строительстве и возможность реализации «движения» в зданиях / The kinetic architecture in modern construction and possibilities of «mobility» in buildings / «ZBORNIK RADOVA» VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA – NIŠ. DECEMBAR, 2016. С. 181-184.
- [5] Соединительное устройство канализационного и подводящего трубопроводов системы внутренней канализации зданий кинетического типа с подвижным каркасом // Патент РФ № 177603. 2017. / Лакетич Снежана Кареновна, Гольцов Александр Борисович.
- [6] Система внутренней канализации для зданий с подвижным каркасом // Патент РФ № 2650538. 2017. / Лакетич Снежана Кареновна, Семиненко Артем Сергеевич.
- [7] Цуркина С.К., Гольцов А.Б. Подвижная система водоснабжения и водоотведения/ VIII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство» - Белгород 2016. С. 1358-1361.

## АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ARCHITECTURE OF INDUSTRIAL BUILDINGS

Надежда Черныш, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Диана Чернышева, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** – Архитектурное проектирование промышленных зданий предполагает функциональные предпосылки в формировании планировочной структуры. Оно отражает время и культуру, являясь продолжением истории. Своеобразие объемно-пространственных, цветовых и фактурных решений промышленных зданий вытекает из особенностей организации строительного процесса. На примере дипломного проекта мусороперерабатывающего комплекса будет представлен анализ проектирования промышленной архитектуры.

**Ключевые слова:** Архитектурное пространство. Анализ, цвет и фактура. Промышленная архитектура.

**Abstract** - Architectural design of industrial buildings assumes functional prerequisites in the formation of the planning structure. It reflects time and culture, being a continuation of history. The specificity of volume-spatial, color and factual solutions of industrial buildings is derived from the peculiarities of the organization of the construction process. On the example of the diploma project of the waste processing complex, an analysis of the design of industrial architecture will be presented.

**Key words:** Architectural space. Analysis, color and texture. Industrial architecture.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Архитектурное проектирование считается отражением времени и общества, развитием культуры и продолжением истории. Факторами, являющимися отличительной особенностью большинства проектов считаются: экономичность, эргономичность, экологичность. С течением времени строительные материалы и конструкции только совершенствуются, отображаясь на качестве новых сооружений. Промышленные здания так же включают в себя функциональную целесообразность, достижения современной науки и техники при проектировании и строительстве, эстетические и экономические требования. Организация технологического процесса влияет на своеобразие объемно-пространственных решений. Специфика проектирования промышленных зданий вытекает из особенностей их функции. Так технология производства определяет габариты здания, его насыщенность инженерным и технологическим оборудованием [1]. Важно учитывать специальные требования к вентиляции, степени и характеру освещенности, чистоте, температуре и влажности воздуха.

В качестве примера используется мусороперерабатывающий комплекс, представляющий композицию из 3 производственных блоков, соединенных надземными переходами (рис.1). Блоки подразделяются на цехи: мусоросортировки, по переработке вторичного сырья, производственный цех и административно-бытовой блок (рис.2). В

функционально-планировочной структуре объекта применяется блочный прием, при котором отдельные группы помещений, размещенные в 3-х обособленных зданиях подчинены функционально-технологическим процессам. Объемно-планировочные решения производственных корпусов разработаны в соответствии с действующими в РФ нормами по проектированию производственных зданий.



**Рисунок 1.** Надземные переходы мусороперерабатывающего комплекса.



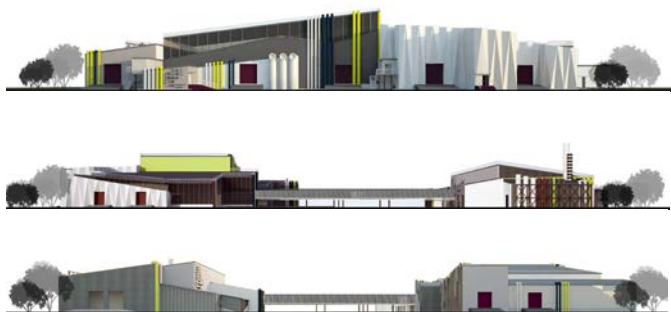
**Рисунок 2.** Производственные блоки мусоросортировочного комплекса.

В результате новых пространственных и конструктивных решений расширяются функциональные зоны производственных зданий, образовавшиеся в результате совершенствования систем коммуникации. Промышленные здания, как объекты множества отраслей представляют унифицированные пространства, где размещаются различные производственные процессы [2]. На примере мусоросортировочного комплекса большое внимание уделяется выбору стеновых материалов, цвета и фактуре (рис.3).



**Рисунок 3.** *Архитектурное решение фасадов.*

Анализ развития всех типов промышленной архитектуры показывает, что стремление к планировочной и пространственной «изоляции», дистанцированию от объектов гражданской архитектуры было качеством, изначально присущим этим объектам. Главной функциональной задачей цветовой отделки строительных конструкций является повышение общей освещенности и создание цветовых контрастов в поле зрения рабочего в соответствии с объемно-пространственной и тектонической структурой интерьера (рис.4). Границы применения отдельных цветов, как правило, принимают в соответствии с основными членениями конструкции. Часто для выявления тектоники помещения каркас окрашивают в более темные и насыщенные цвета.



**Рисунок 4.** *Цветовая и фактурная отделка фасада мусоросортировочного цеха.*

## 2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Анализ тенденций и собственный творческий опыт позволяют сформировать принципы построения промышленных зданий [3]:

1. Принцип гибкой планировки, при которой обеспечивается смена оборудования без перестройки здания.
2. Принцип интегративности.
3. Принцип открытой планировки, когда зальные пространства адаптируются к непрогнозируемым изменениям, а продуманная и разнообразная обстановка создает яркие и качественные пространства.

4. Принцип ширококорпусности. При этом принципе, блоки могут соединяться крытыми пассажами, различными переходами, мостиками и иными коммуникационными средствами.
5. Принцип образной диверсификации. В этом случае, любое цветовое и архитектурное решение фасадов может оказывать существенное влияние на человека и общество.
6. Принцип уплотнения технологических операций. Этот принцип обозначает совершенствование технологического оборудования, и соответственно, уменьшение блоков управления и их производительности.
7. Принцип точечного контроля – это пространственно-композиционные типы размещения различных постов.
8. Принцип экспозитарности. Согласно этому принципу предприятие должно соответствовать требованиям технологической целесообразности, а также, оставаться образцом производственной культуры. В проекте мусоросортировочного комплекса была разработана схема экскурсионного маршрута с обзорными площадками.
9. Принцип стимуляции взаимодействия. Проектирование хорошо спланированных, проходных маршрутов, обеспечивающих неформальные точки общения сотрудников предприятия.
10. Принцип безотходности.
11. Принцип «чистой среды». Создание бесконтактных, изолированных боксов для агрессивных сред, переориентация производственных помещений под рекреационные функции.
12. Принцип энергоэффективности, который обеспечивает минимизацию вредных выбросов в биосферу, значительно сокращая потребление углеводородного топлива [4,5].

Все эти принципы и функциональные условия формируют внешний облик производственных зданий, его организованную и эстетически оправданную систему в единую композиционно-пространственную структуру. Изложенные принципы способны создать твердую основу инновационной среды в рамках, вновь возводимых и реконструируемых промышленных объектов.

Одним примеров является проект мусоросортировочного комплекса, отделка фасадов которого выполнена из декоративных панелей с различным напылением текстур от фирмы «Terplant» и пластиковых труб фирмы «ПЛАСТЭК», диаметром 200 мм, 400 мм. Также применяются стальные сетки из труб квадратного сечения, которые крепятся к базовой стене при помощи гвоздей и анкеров. Их сечение применяется равным 50x50 мм и 100x100 мм. Витражное остекление выполнено из тонированных панелей с накладками круглого сечения, диаметром 50 мм, 100 мм. Установлены декоративные панели с южной и северной сторон мусороперерабатывающего цеха с вырезанными в плоскости отверстиями, диаметром 20, 50, 70, 100 мм (рис.5-8).



**Рисунок 5.** Композиционное решение фасада мусоросортировочного комплекса.



**Рисунок 6.** Композиционное решение фасада мусоросортировочного комплекса.



**Рисунок 7.** Композиционное решение фасада мусоросортировочного комплекса.



**Рисунок 8.** Композиционное решение фасада мусоросортировочного комплекса.

### 3. ВЫВОД

На основе используемой информации можно сделать вывод, что при проектировании промышленных зданий и сооружений необходимо добиваться художественной композиции производственных объектов, образно выражая эстетические идеалы общества. Комплексная организация пространства на объемно-планировочном, композиционно-художественном и конструктивном уровнях организации здания, и активным использованием цвета, фактуры и освещения, позволяет оптимально, гармонично и полноценно разработать архитектурную композицию промышленного здания [6].

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Архитектурная типология зданий и сооружений: учебник для вузов/С.Г. Змеул, Б.А. Маханько. Издание стереотипное. – М.: Архитектура С, 2004. – 240 с.;
- [2] Черныш Н.Д., Тарасенко В.Н. Современные условия создания комфортного средового пространства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 101—104.
- [3] Проскурнин Г.А., СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011.- №9. – С. 170-176. URL <https://cyberleninka.ru/article/v/sovremennye-printsipy-postroeniya-promyshlennyh-zdaniy> (дата обращения 04.11.2019).
- [4] Афанасьев, Г. Здания энерго+ / Г. Афанасьев [Электронный ресурс]: Реж. доступа: интернет: <http://energozone.ru/?cat=22>.
- [5] Черныш Н.Д., Сидякина А.Ю. О потенциале использования альтернативных источников энергии в формировании энергоэффективности зданий // Вектор ГеоНаук. 2019. Т. 2. №2. С. 38—44.
- [6] Громова А. С. Цветовое восприятие объектов промышленной архитектуры // Молодой ученый. — 2019. — №20. — С. 131-133. — URL <https://moluch.ru/archive/258/59096/> (дата обращения: 04.11.2019).



## АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО: ИЛЛЮЗИЯ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ARCHITECTURAL SPACE: ILLUSION OF DISAPPEARANCE

Ирина Першина, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** – Знания о дематериализации архитектурных форм в пространстве и способы борьбы с этим явлением, как и средства его усиления, наследуются, начиная с эллинистического периода развития архитектуры. Преимущественно, эти знания касались изменений формы в геометрико-пропорциональных характеристиках или психологичности пространственной преференции. Начиная с 20-ого века и по сегодняшний день ведущим инструментом в достижении дематериализации являются стекло и зеркало. Анализ прецедентов дематериализации в данный период основан на классификации приёмов построения объёмов формы и организации синтетической среды.

**Ключевые слова:** Архитектурное пространство. Граница пространства. Иллюзии в архитектуре. Фрактальная дематериализация. Зеркальные поверхности. Арт-природный контекст.

**Abstract** - The knowledge about the dematerialization of architectural forms in space and the ways to deal with this phenomenon, as well as the means to strengthen it, are inherited from the Hellenistic period of the development of architecture. Mostly, this knowledge concerned changes in form in geometric proportional characteristics or the psychology of spatial preference. From the 20th century to the present, glass and mirror have been the leading tools in achieving dematerialization. The analysis of the precedents of dematerialization in this period is based on the classification of techniques for constructing the volume of the form and organization of the synthetic environment.

**Key words:** Architectural space. The border of space. Illusions in architecture. Fractal dematerialization. Mirror surfaces. Art-natural context.

### 1. О ПРЕЦЕДЕНТАХ ДЕМАТЕРИАЛИЗАЦИИ В ИСТОРИИ АРХИТЕКТУРЫ

Воздействие архитектурного пространства на пребывающего в нём человека происходит на уровне психологического восприятия. Сила воздействия зависит от методов и средств смыслового наполнения архитектурного пространства. В их числе такие описанные автором специфические средства, как анаморфоз [1] и синтетический звук [2-3]. Эти средства не носят формообразующего характера: анаморфозная композиция как калька ложится поверх форм, преображая и подчиняя себе архитектурное пространство; звук заигрывает с привычной окружающей обстановкой и изменяет наше восприятие физического пространства. А вот дематериализация в архитектурном пространстве напрямую связана с физическим изменением формы.

Любая архитектурная форма организует архитектурное пространство, качество которого находится в зависимости от художественности этой формы. Характеристикой качества архитектурного пространства является семантическая наддутилитарная информативность.

Прозрачность, свет, нематериальность, абстракция, идея, парение, дематериализация – её ключевые свойства, которые провоцируют обман чувств в архитектурном пространстве. Из этого перечисления выделяется дематериализация. Использование приёмов дематериализации форм в архитектурном пространстве применялось лишь в некоторых периодах развития архитектуры, ввиду присущему эпохе пониманию пространства, «пониманию, являющемуся всеобщей категорией, руководящей архитектурой данной эпохи вообще, но не спецификой каждого здания в отдельности...» [4 с. 89]. Например, для классики типично стремление уклониться от приёмов дематериализации. Древнерусское зодчество тоже не использует это свойство.

А вот греки античности вынуждены были искать иллюзионистические средства для того, чтобы не допустить дематериализации: яркий свет, заливающий нежные и стройные формы греческой архитектуры, способствовал ощущению потери масс. Так, крайние колонны периптера были поставлены теснее и сами были толще во избежание того, чтобы свет, бьющий через интерколумнии, не слишком способствовал иллюзорному утонению колонн, т.е. дематериализации.

Этим же отчасти объясняется энтазис колонн, а равно легкий выгиб вверх антаблемента и стилобата.

Использование эффекта дематериализации в архитектуре масштабно по своему подходу в эпоху готики. Тектоничность и замкнутость превращались в пластическую пространственную композицию. Готический собор — в большей степени организация пространства, как внутреннего, так и наружного, чем формы. Готическая архитектура не оформляет замкнутое пространство, а превращает все вокруг себя — «...и земную твердь, и небо — в образнозначительное целое» [5, с. 405-411]. Одним из приемов является привнесение как в интерьерное, так и экстерьерное пространство бесчисленных скульптурных, резных и чеканных деталей, могуче и неотрывно сливающиеся со спокойным величием целого. Без преувеличения, они играют «первую скрипку в огромной каменной симфонии» колоссальных творений, заполняя собой высоту, стрельчатость, ярусность, громадность, мрачность и прозрачность.

Зритель видит, — видит бесконечное разнообразие.

Зритель чувствует, — чувствует вечность.

Безмятежность в разнообразии. И эта двойственность провоцирует ощущение дематериализации архитектурных форм в пространстве, а ощущение несёт в себе идею возвышенной духовности.

## 2. СТЕКЛО И ЗЕРКАЛО КАК СРЕДСТВА ДЕМАТЕРИАЛИЗАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ

Согласно принципу дематериализации стекло растворяет форму и наполняет ее неожиданными иллюзиями и миражами в отражениях, бликах, в наслоениях прозрачных объемов. При этом, чаще всего, формирование объемно-пространственной композиции сооружений ведется на основе приоритета жесткой прямоугольной геометрии и связанных с ней принципов пропорционирования, воплощающее идеи архитектурного минимализма (рис.1-2).



**Рисунок 1.** Арх. бюро Santambrogio Milano. Проект индивидуального жилого дома. Перспективный вид.

Рациональная организация иллюзорного мира создает впечатление второй реальности с особым, сложным порядком — виртуального пространства архитектуры и искусства. Свойства стекла диктуют сопоставление искусственного и естественного, часто жертвуя материальностью архитектуры в пользу создания уникального арт-

природного контекста. В этом сопоставлении — природа синтетичности, где основным средством синтеза выступает граница формы, лишенная материальности. В «Стеклянных домах» Джонсона и Миса ван дер Роэ (рис.3-4) эта граница выявлена, даже нарочито подчеркнута, — иначе, форма была бы дематериализована полностью.



**Рисунок 2.** Арх. бюро Santambrogio Milano. Проект индивидуального жилого дома. Интерьерное пространство



**Рисунок 3.** «Стеклянный дом», Новый Ханаан, штат Коннектикут. Арх. Ф. Джонсон. Построен в 1949 г.



**Рисунок 4.** «Стеклянный дом» Фэрнсворт-Хаус, 1946-1950. Арх. Мис ван дер Роэ

Архитектурным манифестом концепции дематериализации стал дом Картье на бульваре Распай в Париже (1991-1994 гг.). Наземная часть строения представляет собой остекленный со всех сторон объем, отодвинутый на 12 м от линии застройки (рис.5). Произведение демонстрирует авторскую интерпретацию концепции «пустоты», доведенную до символической историко-художественной инсталляции.





**Рисунок 5.** Дом Картье на бульваре Распай в Париже.  
Арх. Ж. Нувель

Росший на месте проектирования кедр Жаном Нувелем использован как инструмент, способствующий исчезновению массы сооружения. Дерево и отражается в огромном зеркальном стекле, отделяющем улицу от здания фирмы, и сквозь него просматривается внутренний двор с садом и другие стеклянные перегородки. Таким образом, создается ощущение интерактивной среды, взаимопротекающих пространств улицы и здания. Материальные пределы сооружения растворяются в наслоениях стеклянных экранов и аллей, – архитектурный объект имеет несколько границ, каждая из которых иллюзорна. Ж. Нувель писал: «Это архитектура, игра которой в том, чтобы показать материальные пределы сооружения исчезающими в поэтически мимолетной манере. Когда виртуальное и реальное неразличимы, архитектура должна иметь смелость допустить подобную противоречивость». «Виртуальное» здесь следует понимать условно, т.к. видимость несуществующего основана на проявлении определенных свойств материальной формы. Однако, данный прием позволяет зрителю создавать воображаемое пространство, исходя из смены впечатлений, порождаемых динамичностью структуры свойств формы (геометрия, массивность, конфигурация, величина, свет)».

Свойством дематериализации объёмов обладают и постройки в зеркальном камуфляже. Например, The Mirrorcube (Зеркальный куб) (рис.6). Объём, размером 4x4x4 метров, расположен вокруг ствола дерева. Интерьер выполнен из фанеры, окна дают 360 градусный вид на окрестности. Пространство рассчитано на двух человек: двуспальная кровать, ванная, гостиная и терраса на крыше. Доступ к кубу по веревочным мостам.

Безусловно, идеальному «растворению» объёма в пространстве способствует сама окружающая среда. Психологическая предрасположенность человека, находящегося в лесу, в окружении бесчисленного количества идентичных друг другу деревьев, способствует релаксирующему расслаблению. И отражение этой же бесчисленности не содержит в себе ничего аффективного и будоражащего. Возбуждает, разве что, факт дематериализации. Состояние «невидимости» очевидно не только человеку, но и пернатым. Для предотвращения столкновений с материализованной поверхностью, зеркала обклеиваются

специальной плёнкой, видимой птицами. Плёнки содержат штриховку, отражающуюся в UV-лучах как настоящая паутина и заметна только птицам, благодаря их способности воспринимать ультрафиолет.



**Рисунок 6.** The Mirrorcube (Зеркальный куб). Один из домов гостиничного комплекса Treehotel. Харадс (Harads), Швеция.

Проектное бюро THAM & VIDEGARD ARCHITECTS.

Привнесение в палитру призматических объёмов форм с более сложной геометрией способствует возникновению взаимоотражающих эффектов. Ощущение дематериализации криволинейных поверхностей (рис. 7), имеющих полигональность, в сравнении с ломаным геометризмом, более выражено ввиду отсутствия агрессии форм. Мягкая бумага, как прообраз формы *La Geode* (рис.8) вызывает ощущение напряжения. Но оно вполне уместно в качестве стимула рабочего тона городского жизни. Эффект дематериализации при подобном формообразовании частично утрачивается, ввиду фрагментарности отражений и психологической фоновой напряжённости. Но при этом, можно констатировать возникновение фрактальной дематериализации.

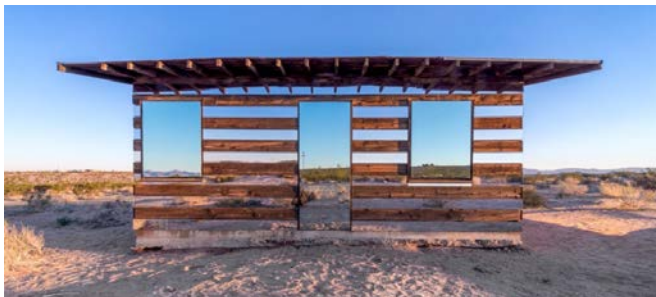


**Рисунок 7.** Входная группа в ботанический сад Кэрнс (административное здание, кафе и выставочный зал), штат Квинсленд, Австралия.

Проектное бюро Charles Wright Architects.



**Рисунок 8.** Кинотеатр «Жеод» (*La Geode*).  
Парк Ла-Виллет, Париж, Франция.  
Арх. А. Фэйнсильбе и Ж. Шемеу. Построен в 1985 г.



**Рисунок 9.** *Lucid Stead*. Национальный парк Джошуа-Три  
пустыня Мохави, штат Калифорния, США. Автор  
Phillip K. Smith III.



**Рисунок 10.** Дом Паунд Ридж, США.  
Арх. KieranTimberlake.

Пример дома *Lucid Stead* (рис.9) демонстрирует эффект прозрачности, а вместе с тем, ощущение нереальности. Эта загадочность подкрепляется тем, что несмотря на кажущуюся прозрачность дом отбрасывает тень.

Членение фронтальной поверхности в горизонтальном (рис.9) и вертикальном направлении (рис.10) не влияет на свойство дематериализации, а лишь продолжает миссию композиционного средства, создающего органичность архитектурного пространства, – построения объемной формы и организации синтетической среды.

### 3. ВЫВОД

Итак, в современной архитектуре художественность формы в определённых условиях способствует возникновению эффекта дематериализации. Архетипом внешней оболочки при этом часто служат лапидарные стеклянные коробки, задающие жесткий и строгий геометризм или модернистские зеркальные формы.

Стеклянные параллелепипеды дематериализуются, растворяясь в природном окружении. Ввиду «просматриваемости» стекла, иная форма не способствовала бы эффекту дематериализации, отвлекая внимание на сложность. А вот в случае с зеркалом, использование усложнённых поверхностей приводит к «бликующим» и взаимоотражающим иллюзионистическим эффектам. Эта графичность привносит ощущение частичной утраты массы и провоцирует на использование термина «фрактальная дематериализация».

Безусловно, дематериализация – это иллюзия, иллюзия масс, вернее, отказ от масс, исключение из архитектурной компоненты. Но, по сути, это лишь воображаемое в действительной архитектуре, всего лишь иллюзорный образ, иллюзия дематериализации.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] И. Л. Першина, Д. М.Чернышева, *Экстравагантное архитектурное пространство: миг сюжета*, "Zbornik Radova" VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA – NIŠ. 2018-стр.174-177
- [2] И. Л. Першина, *О некоторых средствах создания специфичности архитектурного пространства*, Научный взгляд в будущее. – Выпуск 11. Том 3. – Одесса: КУПРИЕНКО С.В., 2018 –с.84-88
- [3] V. Lesovik, I. Pershina, «Acoustic factor in the formation of the architectural space», *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. -2018, № 463. №042061.
- [4] А. И. Некрасов, *Чувство пространства* // Некрасов А.И. Теория архитектуры. –М.: Стройиздат, 1994. – 480 с..
- [5] О. Шпенглер, *Закат Европы*. — М: «Наука», 1993. — 592 с.



## DEVELOPMENT OF APPROACHES TO ASSESS THE LOCATION OF ACADEMIC SUBJECTS IN THE CURRICULUM

### РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ ПО ОЦЕНКЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Rosa Stativko, *BSTU named after V. G. Shukhov, Kostyukova 46, Belgorod*  
Nikolai Romashchenko, *BSTU named after V. G. Shukhov, Kostyukova 46, Belgorod*  
Anton Strelnikov, *BSTU named after V. G. Shukhov, Kostyukova 46, Belgorod*

**Abstract** – *This paper suggests approaches to assessing the location of disciplines in the curriculum of the "information systems and technologies" direction. Analytical dependence for the processing of ex-pert opinion is developed. The results of the expert opinion poll are presented in the form of tables. Illustration of calculations in graphical representation is performed. We believe that the work can be useful to the top management.*

**Key word:** Layout of disciplines, processing of expert opinion, illustration of calculations, top management.

**Аннотация** – *в данной работе предложены подходы оценки расположения дисциплин в учебном плане направления «информационные системы и технологии». Разработана аналитическая зависимость для обработки экспертного мнения. Результаты опроса экспертного мнения представлены в виде таблицы. Выполнена иллюстрация вычисления в графическом представлении. Считаем, что работа может быть полезна менеджменту высшего звена.*

**Ключевые слова:** расположение дисциплин, обработка экспертного мнения, иллюстрация вычислений, менеджмент высшего звена.

#### 1. INTRODUCTION

Russia's accession to the Bologna Process is accompanied by an increase in competition between higher education institutions in the educational services market. Increasing competition requires higher education institutions to continuously search for and develop new methods, approaches and technologies to improve the quality of educational services [1].

At the moment, work is underway in Russia to improve the quality of the educational process. It's a rather complicated and time-consuming job. There are various criteria, factors and other possible components to achieve the best results in improving the quality of education. To achieve these goals, the necessary regulatory framework is used, and national standards are introduced [2]. Hence, educational institutions need to develop new packages of educational programmes, which should define the structure of the educational process. In our view, the curriculum is the key position.

A curriculum is a document that defines the composition of the subjects in a given institution, their distribution over weeks and the annual amount of time allocated to the discipline. The curriculum should contain a list and scope of disciplines and practices, types of classes, forms of control. Such development is a complex process because there are many limitations to consider. Formation of such document often has not

automated character, and mainly leans on requirements of the standard, experience, intuition and a plan of developers.

Thus, the task is to find formalized methods of evaluating the effectiveness of the placement of disciplines in the curriculum and the introduction of information support tools for the process.

#### 2. METHODOLOGY

The purpose of this study is to prepare for the development of software to automate the evaluation process of curriculum development [4-8].

The main task is to assess the location of the disciplines with subsequent improvement of the quality of the curricula used in the educational process.

Despite the importance of the problem, there is currently no common understanding of the criteria for optimal curriculum, and the existing developments are of a recommendatory nature and represent a possible description of solutions.

In order to optimize the curriculum, it is necessary to know how to behave the schedule, which, in turn, should show the productivity of semesters. A possible chart is shown in Fig. 1. The linear function shows how the influence of one semester changes in relation to another semester. The nature of the function's behavior allows us to judge the efficiency of the

arrangement of the disciplines. The higher and smoother the function, the more confident it is that the chosen curriculum is selected with better quality. An even function is difficult to achieve because there are many factors to consider. Thus, one semester may have a stronger impact on the next, and the next slightly less. It's, as they say, a mistake.

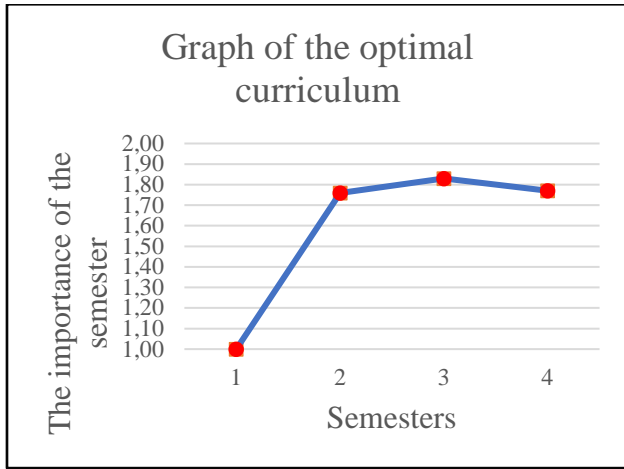


Fig. 1. Approximate schedule of the optimal curriculum

The development of appropriate mathematical models is not a trivial task and should be based on the relevant research results in the field of educational planning. In this regard, the main purpose of this work is to develop approaches to assess the effective placement of disciplines in the developed curricula, as well as the resulting criterion of optimality.

In this study, it is important to choose an adequate assessment of the importance of each discipline. Since there is currently no consensus on the optimal criteria for evaluating the quality of the curriculum, it was decided to build on the influence of the subjects on each other. A group of experts was interviewed, including [3,4]:

- Expert 1 - is an employee of the IT department (hereinafter referred to as E1).
- Expert 2 - is the Head of the IT Department (hereinafter referred to as E2).
- Expert 3 - Doctor of Technical Sciences of the IT Department (hereinafter referred to as E3).

As a result, data were obtained showing the hypothetical impact of items in a given semester on items in the next semester. The data were collected in the form of tables for the convenience of further work with them. Below is an example of the table obtained (Table 1).

Table 1. Expert assessment of the impact of the items of a particular semester on the items of the next semester

∃1	Mathematics	UD	History	DM	IT	NTI	VM
Computer science	n	y	n	y	y	n	y
TP	y	y	n	y	y	n	y
OIT	n	n	n	y	y	n	y
Eng. lang	n	y	n	y	y	n	y
KR DO	n	n	n	n	n	n	n
Mathematics	y	n	n	y	n	n	y
UD	n	y	n	n	y	n	n

Table 1 shows values such as "y" - "yes" and "n" - "no", where "y" is influence and "n" is not influence. You can assume that "y" = 1, and "n" = 0.

With the help of the evaluation data received from three experts, it is possible to determine the degree of influence of the subject under study on the subjects in the next semester. It turns out that in order to find the degree of influence of one discipline on another, it is necessary to find the ratio of the sum of expert assessments of the influence of the *i*-th subject on the *j*-th subject to the total number of assessments. It makes a formula:

$$D_{sij} = \frac{\sum_{k=1}^{cr} G_{kij}}{cr} \quad (1)$$

where *i* - a discipline that should affect the *j*-th discipline

*j* - the discipline that we evaluate

*s* - the number of the semester in which the subject is located

*cr* - number of experts

$D_{sij}$  - the degree of influence of one *i*-th subject on *j*-th subject;

$G_{kij}$  - expert evaluation of the *j*-th subject, where *k* - is an Expert Advisor table, for example, for E1 there will be Table 1;

The obtained values are substituted in the curriculum to be evaluated. As an example, we will use a weighted graph for four academic semesters with two disciplines (see Fig. 2).

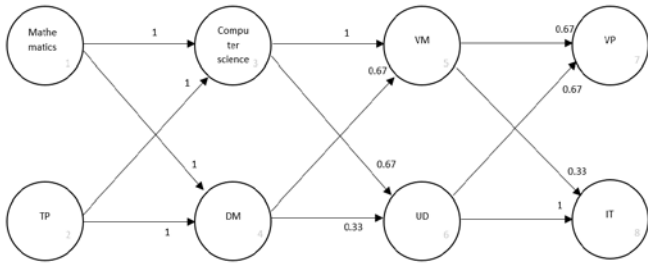


Fig. 2. Box of the curriculum to be evaluated.

For informatics, in relation to mathematics, in the second semester it turned out that  $D_{213} = 1$ . The impact of TP on computer science will be  $D_{223} = 1$ .

To calculate the weight of the discipline we will use the following formula:

$$\psi_{sj} = \sum_{i=m+1}^{m+n} D_{sij} \quad (2)$$

" where  $\psi_{sj}$ - Impact of j-th discipline in s-th semester

m - number of items in the semesters < s-1

n - number of items per semester s

The weight of the computer science discipline will be  $\psi_{23} = 1 + 1 = 2$

We do the same with other disciplines. It ends up working:

- Second semester:
  - For computer science:  $D_{213} = 1$  и  $D_{223} = 1$ ,  $\psi_{23} = 2$
  - For DM:  $D_{214} = 1$  и  $D_{224} = 1$ ,  $\psi_{24} = 2$
- Third semester:
  - For the VM:  $D_{335} = 1$  и  $D_{345} = 0.67$ ,  $\psi_{35} = 2$
  - For an Ood:  $D_{336} = 0.67$  и  $D_{346} = 0.33$ ,  $\psi_{36} = 1$
- Fourth semester:
  - For the VP:  $D_{447} = 0.67$  и  $D_{467} = 0.67$ ,  $\psi_{47} = 1.34$
  - For IT:  $D_{458} = 0.33$  и  $D_{468} = 1$ ,  $\psi_{48} = 1.33$

An important remark. For the first semester, all disciplines will have a utility level of 0.0, as there was nothing before the first semester, so there is no data for evaluation.

- First semester:
  - For math:  $\psi_{11} = 0$
  - For TP:  $\psi_{12} = 0$

Then you need to estimate the weight of each vertex of the graph. The formula (3) will be used for this purpose:

$$\theta_{si} = \frac{1}{1+e^{-\psi_{si}}} \quad (3)$$

where  $\theta_{si}$ - the utility of the i-th subject in a given semester in this curriculum

Having it out  $\theta_{si}$  we're getting it:

$$\theta_{11} = 0.50, \theta_{12} = 0.50$$

$$\theta_{23} = 0.88, \theta_{24} = 0.88$$

$$\theta_{35} = 0.84, \theta_{36} = 0.73$$

$$\theta_{47} = 0.79, \theta_{48} = 0.79$$

Having received all the values  $S_i$  The term can be evaluated for its relevance. We'll use the following formula:

$$S_s = \sum_{j=1}^n \theta_{sj} \quad (3)$$

where  $S_s$ - an assessment that shows how well the discipline was put in place in the s-semester.

Calculate the values and get them:

$$S_1 = 1; S_2 = 1.76; S_3 = 1.57; S_4 = 1.58$$

Once the assessment has been made, it is possible to build a graph (see Fig. 3) showing the effectiveness of the selected curriculum.

On the rice. 3 you can estimate the behavior of the resulting chart. The marks of the second, third and fourth semesters are equally high, which is already very good.

To evaluate the curriculum, all values can be accumulated using the following formula:

$$X = \sum_{s=1}^y S_s \quad (4)$$

where, uh , the number of semesters

X - evaluation of the selected curriculum

$$X = 1 + 1.76 + 1.57 + 1.58 = 5.91 \quad (5)$$

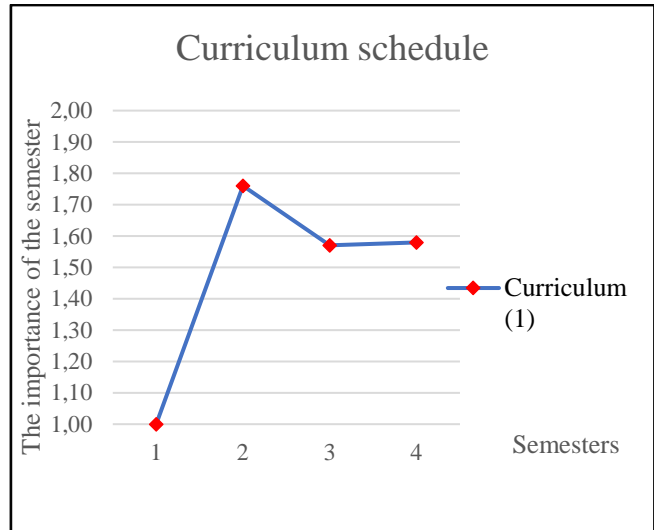


Fig. 3. Curriculum schedule.

Having obtained the value in equation (5), it can be compared with other semesters to find the optimal curriculum.

However, a schedule (see Fig. 3) and a curriculum assessment (see Formula 5) should be compared to a schedule and assessment of another curriculum. To demonstrate this approach, we will follow the above curriculum from right to left (in fact, there will be a reverse curriculum). In theory, the resulting assessment of the "reverse" curriculum should be less than the main one.

After interviewing the experts, we will calculate the necessary values:

- $\psi_{11} = 0$

- $\psi_{12} = 0$
- $D_{213} = 0.33, D_{223} = 0, \psi_{23} = 0.33$
- $D_{214} = 0.33, D_{224} = 0.67, \psi_{24} = 1$
- $D_{335} = 0.33, D_{345} = 0.33, \psi_{35} = 0.66$
- $D_{336} = 1, D_{346} = 0.33, \psi_{36} = 1.33$
- $D_{457} = 0.33, D_{467} = 0.67, \psi_{47} = 1$
- $D_{458} = 1, D_{468} = 0.33, \psi_{48} = 1.33$

Build a weighted graph for this curriculum (see Fig. 4).

Calculate the degrees of importance for all subjects:

$$\theta_{11} = 0.50, \theta_{12} = 0.50$$

$$\theta_{23} = 0.58, \theta_{24} = 0.73$$

$$\theta_{35} = 0.66, \theta_{36} = 0.79$$

$$\theta_{47} = 0.73, \theta_{48} = 0.79$$

We're looking at semesters:

$$S_1 = 1, S_2 = 1.31, S_3 = 1.45$$

$S_4 = 1.52$  Let's build a "Curriculum (2)" schedule showing the effectiveness of this curriculum. "Curriculum (1) - initial schedule (see Fig. 3).

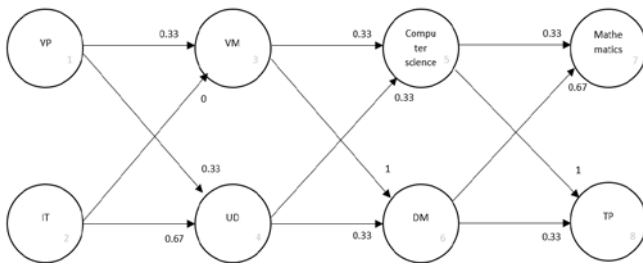


Fig. 4. A "reverse" curriculum schedule.

The "Curriculum (2)" chart (see Fig. 5) shows that the "reverse" curriculum is less effective than the previous one, "Curriculum (1)". Especially the deterioration of quality can be observed in the 2nd semester. Since the "Curriculum (2)" schedule is lower than the "Curriculum (1)" schedule, it can be said that the "reverse" curriculum is worse than the original one.

Evaluate the "reverse" curriculum using formula (4). We'll get it:

$$X = 1 + 1.31 + 1.45 + 1.52 = 5.28$$

It turns out that in the "reverse" curriculum, the grade 5.28 is less than in the original curriculum (see Formula 5). Thus, the "reverse" curriculum has been shown to be worse in relation to the original curriculum.

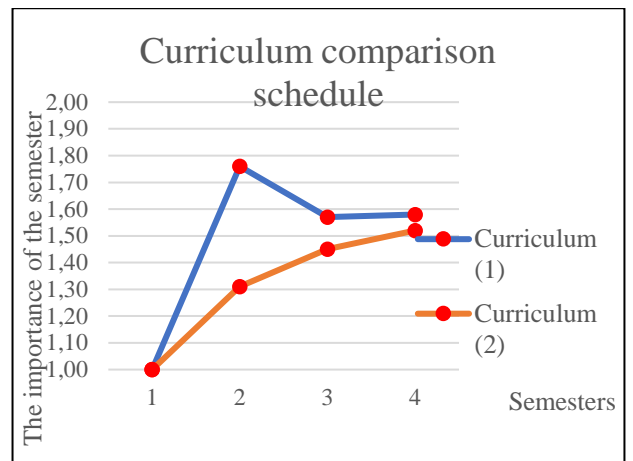


Fig. 5. A "reverse" curriculum schedule.

### 3. CONCLUSION

In the given work some approaches on an estimation of an arrangement of disciplines in the curriculum of a direction of preparation 09.03.02 "Information systems and technologies" are offered. A team of experts was interviewed, directly related to the development of the curriculum. The expert opinion was processed and a formula was proposed for processing the data received from them. We believe that this work can be useful for the management of a higher education institution.

### LITERATURE

- [1] Higher education in the twenty-first century: approaches and practices - Paris: UNESCO, 1998, 5-9 October.
- [2] Beshelev S.D. Mathematical and statistical methods of the expert evaluations / S.D. Beshelev, F.G. Gurvich, M.: 1980. - 262 c.
- [3] Stativko Rosa Usmanovna Some approaches to the analysis of learning trajectory correction using the theory of fuzzy sets / Rosa Usmanovna Stativko // Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018)/ International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018) 2019. – Vol 289 , pp 474-479
- [4] Koffman A. Introduction to the theory of fuzzy sets. / A. Koffmann M.: Radio and communications. –1982.- 432 c.
- [5] Zadeh L.A. Role of soft calculations and fuzzy logic in understanding, designing and developing information/intellectual systems. - Artificial Intelligence News, No. 2-3, 2001, pp. 7-11
- [6] Borisov A.N. Decision making based on fuzzy models: examples of use. / A.N. Borisov, O.A. Krumberg, I.P.Fedorov - Riga, Knowledge, 1990. - 184 c.
- [7] Miller G.A. The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information //Psychological Review.- 1956.- № 63.-p. 81-9



**ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ЗАБИВНЫХ СВАЙ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
INNOVATIVE STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR DRIVING  
PILES OF INCREASED LOAD-BEARING CAPACITY**

Владимир Кочерженко, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Людмила Сулейманова, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** - В статье рассмотрены три конструктивно-технологических решения забивных свай, позволяющие существенно увеличить их несущую способность: трансформируемая свая, свая в просадочном грунте и свая с «карманами» (полостями) по боковой поверхности. В первом случае при изготовлении сборной железобетонной сваи по ее центру устанавливают инъекционную пластиковую трубку конической формы по длине сваи и звездообразной формы в плане, в которую после забивки сваи заливают невзрывное разрушающее вещество, которое расширяется в 2...3 раза и происходит трансформация призматической сваи в пирамидальную.

Во втором случае участок длины сваи, приходящийся на слой просадочного грунта, делают сечением меньше на 5...6 см, оставляя зазор между свайей и грунтом. Нижний конец сваи забивают в плотный грунт, а в промежутке между телом сваи и просадочным грунтом подают невзрывное разрушающее вещество, которое, расширяясь, уплотняет просадочный грунт вокруг сваи, отодвигая его от тела сваи, и исключает возникновение отрицательного трения.

В третьем случае при изготовлении сборных железобетонных свай по их боковой поверхности предусматривают «карманы» (полости), а перед забивкой этих свай на поверхности грунта устанавливают металлический воротник, в который насыпают крупнозернистый сыпучий материал (отсев). При погружении сваи, с «карманом» по боковой поверхности, крупнозернистый отсев, попадая в «карманы», увлекается на глубину, создавая «рубашку» из смеси природного грунта и отсева, что значительно увеличивает силу бокового трения сваи и ее несущую способность.

**Ключевые слова:** конструктивно-технологические решения, забивные сваи, просадочный грунт, невзрывное разрушающее вещество, несущая способность.

**Abstract** - The article considers three structural and technological solutions of driving piles, which allow to significantly increase their bearing capacity: transformable pile, pile in subsidence soil and pile with «pockets» (cavities) on the side surface. In the first case, in the manufacture of precast concrete piles in its center, an injection plastic tube of conical shape along the length of the pile and a star-shaped shape in the plan, into which, after driving the pile, a non-explosive destructive substance is poured, which expands 2...3 times and the transformation of the prismatic pile into a pyramidal one takes place.

In the second case, the portion of the pile length that falls on the layer of subsidence soil, make the cross-section smaller by 5...6 cm, leaving a gap between the pile and the soil. The lower end of the pile is hammered into a dense soil, and a non-explosive destructive substance is fed into the gap between the pile body and the subsidence soil, which, expanding, compacts the subsidence soil around the pile, pushing it away from the pile body, and eliminates the occurrence of negative friction.

In the third case, in the manufacture of precast concrete piles, «pockets» (cavities) are provided on their side surface, and before driving these piles on the ground surface, a metal collar is installed, into which a coarse-grained bulk material (screenings) is poured. When the pile is immersed with a «pocket» on the side surface, coarse-grained dropout, falling into the «pockets», is carried to a depth, creating a «shirt» of a mixture of natural soil and dropout, which significantly increases the force of lateral friction of the pile and its bearing capacity.

**Key words:** structural and technological solutions, driving piles, subsidence soil, non-explosive destructive substance, load-bearing capacity.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Применение свайных фундаментов при благоприятных грунтовых условиях взамен обычных ленточных на естественном основании позволяет существенно сократить объем земляных работ по отрывке котлованов под фундаменты и обратной засыпке их и уплотнению грунта, и тем самым обеспечить более индустриальные способы выполнения работ [1].

Свайные фундаменты во многих случаях способны обеспечить наиболее рациональное проектное решение, они создают возможность:

- избежать больших и неравномерных осадок основания посредством прорезания прослоек слабого грунта сваями с опиранием их на нижерасположенный плотный грунт;
- обеспечить устойчивость сооружений, подверженных значительным горизонтальным нагрузкам.

Широкое применение свайного фундаментостроения потребовало детального изучения и анализа вопросов проектирования и производства работ, основными из которых являются:

- определить области применения свай различной конструкции;
- пути уменьшения количества свай, их длины и сечения;
- усовершенствования методов производства свайных работ.

В настоящее время известны более ста различных типов и разновидностей свай, отличающихся по конструкции, способу устройства, материалу, форме поперечного и вертикального сечения и другим признакам [2...6].

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Целью настоящей работы является разработка и исследование конструктивно-технологических решений забивных свай, позволяющих увеличить их несущую способность. При этом рассмотрено три способа увеличения несущей способности забивных железобетонных свай:

- трансформируемая свая;
- забивная железобетонная свая в просадочном грунте;
- забивная железобетонная свая с «карманами» (полостями) по боковой поверхности.

В первом случае трансформируемая свая увеличивает свою несущую способность за счет расклинивания призматической сваи на четыре части и превращения ее в пирамидальную, которая обладает большей несущей способностью. Это достигается установкой по центру тела сваи при ее бетонировании пластмассовой инъекционной конической трубки длиной 0,7 глубины сваи. В плане эта трубка имеет четыре лепестка, которые делят сечение сваи на четыре части [7]. Схема трансформируемой сваи приведена на рис. 1.

Технологическая последовательность возведения данной сваи:

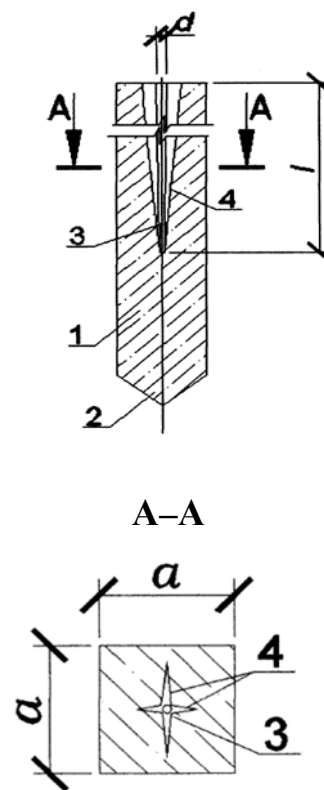
- погружение призматической железобетонной сваи на проектную отметку;
- подача в пластмассовую трубку невзрывного разрушающего вещества (НРВ);
- расклинивание тела сваи и получение пирамидальной сваи;
- замер величины раздвижки четырех элементов сваи и расчет ее несущей способности.

Расчет несущей способности трансформируемых свай рекомендуется определять как сумму расчетного сопротивления грунта под острием сваи и на ее боковой поверхности.

Во втором случае увеличение несущей способности железобетонной забивной сваи в просадочном грунте осуществляется за счет подачи в зазор между свайей и просадочным грунтом НРВ.

Технологическая последовательность операций при возведении разработанной сваи в просадочных грунтах состоит из следующих операций:

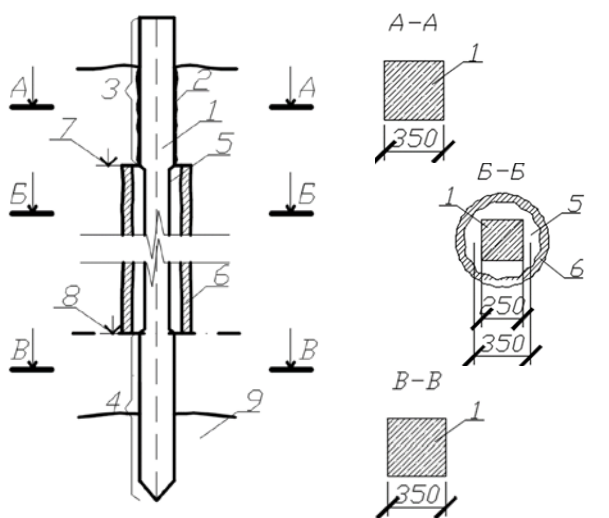
- погружение изготовленной сваи с участком меньшего сечения на проектную отметку;
- подача в зазор между свайей и просадочным грунтом НРВ;
- увеличение объема НРВ в два раза (в течение 1...2 суток), уплотнение просадочного грунта вокруг сваи и исключение его контакта с телом сваи и, следовательно, отрицательного трения.



**Рисунок 1.** Схема трансформируемой забивной сваи повышенной несущей способности: 1 – тело железобетонной сваи; 2 – заостренный конец сваи; 3 – пластмассовая трубка; 4 – пластиковые лепестки, делящие тело сваи на четыре части



НРВ, которое, расширяясь уплотняет просадочный грунт вокруг сваи, исключает его контакт с телом сваи и исключает возникновение отрицательного трения, увеличивая, таким образом, несущую способность сваи [8]. Схема разработанной забивной сваи, применяемой в просадочных грунтах приведена на рис. 2.



**Рисунок 2.** Схема железобетонной забивной сваи повышенной несущей способности в просадочных грунтах: 1 – тело сваи; 2 – зазор для подачи НРВ; 3 – верхняя часть сваи в скважине в непросадочном грунте; 4 – нижняя часть сваи в непросадочном грунте; 5 – зазор между телом сваи и просадочным грунтом, куда подается НРВ; 6 – слой просадочного грунта; 7 – верхняя отметка просадочного грунта; 8 – нижняя отметка просадочного грунта; 9 – прочный грунт

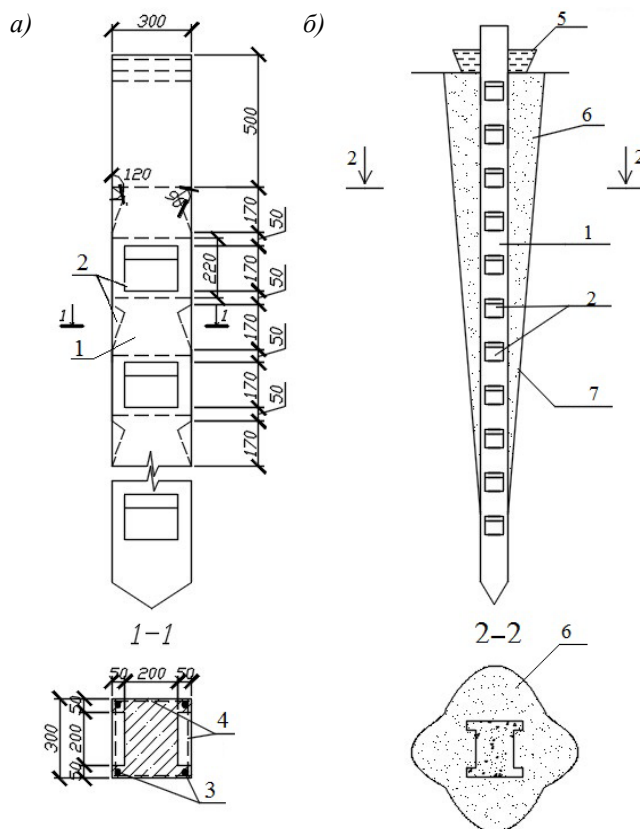
Конструкция сваи предусматривает в зоне просадочного грунта уменьшение поперечного сечения на 80...100 мм для получения зазор между телом сваи и просадочным грунтом, куда подается НРВ.

Третий способ увеличения несущей способности забивных свай предусматривает внесение конструктивных изменений в виде «карманов» (полостей) по их боковой поверхности при изготовлении сборных железобетонных призматических свай. При этом не затрагивается рабочая и поперечная арматура типовых свай [9]. Сущность конструктивных изменений в типовых железобетонных квадратных сваях приведена на рис. 3.

Технологическая последовательность осуществления разработанного конструктивно-технологического решения предполагает выполнение следующих операций [10]:

- установка на месте забивки сваи с «карманами» воротника;
- установка сваи на месте забивки в центре воротника;
- засыпка крупнозернистого наполнителя в воротник (вокруг сваи);
- забивка сваи с помощью молота, в процессе которой крупнозернистый наполнитель попадает в «карманы» и увлекается вместе со свайей вглубь, создавая «рубашку» вокруг сваи.

Предложенный способ, как показали лабораторные исследования [10], позволяет увеличить несущую способность свай по сравнению с типовыми сваями на 25...28 % в песчаных грунтах.



**Рисунок 3.** Схема железобетонной типовой забивной сваи «карманами» (полостями) по боковой поверхности (а) и свая, погруженная до проектной отметки (б): 1 – железобетонное тело сваи; 2 – «карманы» (полости) по боковой поверхности сваи, заполняемые наполнителем в процессе забивки; 3 – рабочая арматура сваи; 4 – поперечная арматура сваи; 5 – воротник; 6 – крупнозернистый наполнитель; 7 – плоскость контакта крупнозернистого наполнителя с вмещающей грунтовой средой

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ инновационных конструктивно-технологических решений забивных свай повышенной несущей способности позволяет сделать предварительный вывод о возможности и перспективности применения забивных железобетонных свай с «карманами» по боковой поверхности, забивных железобетонных свай в просадочном грунте и трансформируемых свай в промышленном и гражданском строительстве.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кочерженко В.В., Кочерженко А.В. Основы возведения зданий и сооружений: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. 249 с.
- [2] Лобов О.И. О рациональных формах забивных свай (в порядке предложения). // Сборник трудов №22 «Исследование работы оснований и фундаментов

- промышленных зданий и сооружений». – Свердловск: Свердловский ПромстройНИИпроект, 1969. С. 144-152.
- [3] Лобов О.И., Алексеев А.И. Экспериментальная проверка несущей способности забивных свай. // Сборник трудов №22 «Исследование работы оснований и фундаментов промышленных зданий и сооружений». – Свердловск: Свердловский ПромстройНИИпроект, 1969. С. 153-161.
- [4] Метелюк Н.С. Сваи и свайные фундаменты. – К.: Изд-во Будівельник, 1977.
- [5] Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии: учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2010. 240 с.
- [6] СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.: Минрегион России, 2011.
- [7] Патент на полезную модель, №173756РФ, МПК E02D 5/48 Забивная транспортируемая свая / Кочерженко В.В., Мигрин Д.А. – Оpubл. 10.09.2017. Бюл. №26.
- [8] Патент на изобретение, №2686788РФ, МПК E02D 5/48 Способ возведения сваи в просадочных грунтах в условиях плотной городской застройки / Лукьянов А.И., Кочерженко В.В. – Оpubл. 30.04.2019.
- [9] Сваи забивные железобетонные. Серия 1.011.1–10. вып. 1. часть 1. Сваи цельные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой. – М. 2010.
- [10] Никулин В.С., Береговая Ю.А., Кочерженко В.В. Способ увеличения несущей способности забивных свай // Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018. С. 254-264.

## ВИСОКОПРОПУСНИ БЕТОН ЗА ИЗРАДУ ТРОТОАРНИХ ПЛОЧА HIGH PERMEABILITY FINE CONCRETE FOR MANUFACTURING OF PAVING SLAB

Александар Лакетић, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Снежана Лакетић, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Немања Лакетић, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Анотација** – У раду се разматра питање побољшања сигурности пешака и продужавање радног века тротоарских површина израдом тротоарских плоча од високопропусног бетона. Током рада анализирана је стандардна тротоарска површина и добијен је оптимални однос композитног везива. Произведени су и представљени резултати испитиваних узорака плоча од високопропусног бетона.

**Кључеве слова:** Композитно везиво. Високо пропустљив бетон. Тротоарна плоча. Водопропусност. Безбедност у саобраћају. Насипна густина.

**Annotation** - In this article considered the issue of improving pedestrian safety and extending the service life of sidewalks by making sidewalks made of highly permeable concrete. During the work, a standard sidewalk surface was analyzed and the optimal composite binder ratio was obtained. The results of the tested tile patterns from high-permeable concrete are produced and presented.

**Keywords:** Composite binder. Highly permeable concrete. Paving slabs. Water permeability. Traffic safety. Bulk density.

### 1. УВОД

У данашње време, заједно са решавањем техничких проблема у сфери изградње саобраћајница придаје се све већа пажња комфорнијим условима за живот човека.

Примењујући на инжењерским конструкцијама и грађевинским материјалима, комфор је интегрални термин који укључује техничке карактеристике, естетске показатеље, једноставност употребе, сигурност, стварање повољне емоционалне позадине [1].

Тротоари и путеви су инжењерски објекти са којима људи свакодневно комуницирају, и зато, по нашем мишљењу, један од најперспективнијих праваца за повећање комфорне саобраћајне комуникације на различитим нивоима је примена порозних дренажних материјала за тротоаре.

Као што је познато, дуготрајност путева одређује се конструкцијом и материјалима који се примењују. Приликом њиховог избора треба узимати у обзир очекивани интензитет саобраћаја, климатске и геолошке услове, микро рељеф и доступност локалног грађевинског материјала. У првој фази истраживања фокусираћемо се на дренажне материјале за тротоаре.

Материјали за израду тротоара требају да одговарају следећим условима: једноставност уградње, отпорност на промене температуре, падавине и друге климатске

факторе, лакоћа повезивања са комуналним услугама, дренажом, шахтовима и одводњавањем атмосферских вода, довољна отпорност на хабање, естетика, отпорност на велика оптерећења и велики мраз.

Највише се користе плоче за поплочавање, чије су предности познате. Озбиљни недостаци овог грађевинског материјала укључују ниску пропустљивост воде, што не испуњава услове за отпорношћу на мраз. То доводи до чињенице да у случају непоштовања пројектованог нагиба или налагање тла, на плочнику се формирају локве, накупља се прљавштина, смањујући удобност кретања људи. Велику опасност представља склоност ка брзом залеђивању плоче за поплочавање, која, с обзиром на глатку површину, смањује пријањање ђона ципеле на температури до нула степени.

Посебан случај су стазе за врт и парк, које се због естетике и хармоније са околним пејзажом постављају директно уз терен, уз одступање од прихваћених стандарда. Проблем са површином плоча може се решити формирањем структуре са великим порам материјала, где ће се вода слободно уклањати са њене површине.

### 2. ТЕОРИЈСКИ И ПРАКТИЧНИ ПОДАЦИ

Познате су бројне студије о употреби порозног дренажног цементног бетона за изградњу путева, које су спроведене у неким европским земљама, САД-у и Јапану у 70-80-им годинама прошлог века. Предности премаза

од порозног цементног бетона, према страним истраживањима, укључују следеће: брзо уклањање воде са површине премаза у случају кише и побољшано одводњавање коловоза, што смањује ризик од аквапланинга возила и повећава безбедност у саобраћају по кишном времену; повећана и стабилна храпавост површине; смањење буке од саобраћаја у аутомобилу. Способност дренаже премаза чини га практично сувим, а има и висок степен апсорпције звука. Недостатак порозних премаза је „силтација“ (контаминација) пора током рада, што значајно смањује ефекат њихове употребе. Један од начина враћања одводних својстава таквих премаза је испирање површине снажним струјом воде помоћу посебних машина, праћено усисавањем и уклањањем контаминираних воде.

Општи подаци о саставу и својствима порозног цементног бетона су следећи: дробљени камен максималне величине зрна од 7-8 до 12-18 мм; песак величине честица 0-2 мм; потрошња цемента 300...400 кг/м<sup>3</sup>; водо-цементни однос 0,25...0,32; адитиви - пластификатор, полимер; отворена порозност (садржај пора) - 20 - 25% по запремини, чврстоћа на притисак у периоду од 28 дана од 18 до 25 МПа, затезна чврстоћа на савијање - више 4,5 МПа; ниво буке на површини - око 72 дБ (мање од норме 78 дБ), смањење буке на 3,5 - 5,0 дБ; коефицијент пропустљивости више од 0,01 см/с. Дебљина слоја порозног цементног бетона на експерименталним деловима била је 4,4 см (Белгија), 8...15 см (Немачка), 12 см (Шпанија), 16 см (Француска), 22 см (Јапан) [2].

Када се анализирају представљени подаци, пажња се посвећује великој потрошњи цемента и релативно ниској чврстоћи материјала. Улога песка, унесеног у количини од око 30% масе везива, такође није јасна, што по нашем мишљењу непотребно повећава дебљину премаза зрна великог агрегата и спречава стварање његове густе структуре и контакта.

У низу истраживања, укључујући и оне које су спроведене на Белгородском државном технолошком универзитету В. Г. Шухова [3-5], показала се ефикасност употребе у решавању посебних проблема, да уместо Портланд цемента са комплексом адитива, користе се композитна везива (КВ) заснованих на њему. Захваљујући избору минералних адитива, хемијских модификатора и начина обраде КВ, могу се дати својства потребна за решавање задатка, чиме се постиже опипљива уштеда дела клинкера.

Приликом одабира минералног адитива у саставу КВ, одлично се показао приступ с тачке гледишта обезбеђивања афинитета структура [6].

**Таблица 1.** Кључни показатељи изворног портланд цемента и КВ40Кп.

Састав	ПЦ	КВ40Т6
Специфична површина, м <sup>2</sup> /кг	350	677
Рационална доза пластификатора Muraplast, % од везива	1	0,7
Нормална густина теста, %		
– без СП (суперпластификатор)	26	30

– са СП (суперпластификатор)	19,5	23,5
Време везивања, мин*		
– почетак	100	120
– крај	210	240
Активност, МПа	54,6	36,1

На основу претходног, у овој фази истраживања заједничким млевењем у лабораторијском вибрацијском млину добијено је композитно везиво које садржи 40% (маса) дела клинкера (Портланд цемент ЦЕМ I 42,5Н), 60% минералног адитива из остатка приликом дробљења кварцног пешчара (фр. <2,5 мм). Muraplast суперпластификатор коришћен је као адитив за смањење воде, чија је рационална доза одређена методом дифузије миниконуса.

За обликовање довољно великих и уједначених пора, изабран је дробљени камен од кварцног пешчара одређених фракција (2,5-5 мм и 5-10 мм). Ради побољшања облика зрна, дробљење је спроведено у две фазе са минималним коефицијентом млевења.

Да бисмо пронашли оптимални однос фракција, осигуравајући минималну празнину, узели смо 4 почетне тачке с различитим волуметријским односима материјала

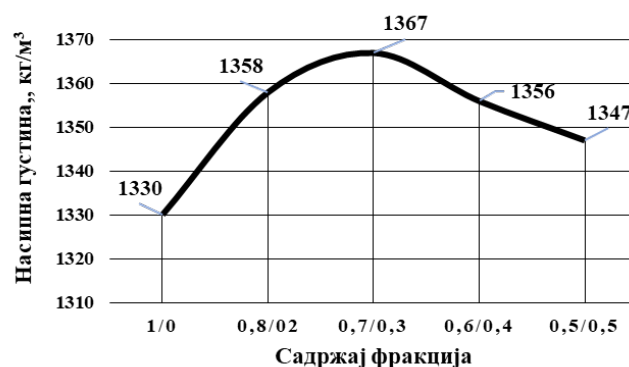
$$V_k/V_m.$$

$$1 - 0,8/0,2; 2 - 0,7/0,3; 3 - 0,6/0,4; 4 - 0,5/0,5.$$

Усвојена права густина кварцног пешчара је 2650 кг/м<sup>3</sup>.

Зависност насипне густине од односа фракција приказана је на графику (слика 1).

Највећа насипна густина и, сходно томе, најмању празнину обезбеђује мешавина фракција 0,7/0,3.



**Слика 1.** Стварна зависност насипне густине од односа грубих и финих фракција.

Коришћењем испуњивача оптимизованог гранулометријског својства израђени су узорци порозног бетона. Количина везива, током прелиминарних експеримената, одабрана је тако да је запремина била довољна за премазивање и лепљење зрнаца, али је истовремено сачуван систем великих "пролазних" ваздушних пора између њих. Да би се добили тачни подаци, припремљене су смесе које се разликују у садржају цементне пасте за ± 15%. Однос Воде/Цементна је у свим случајевима био константан и усвојена је 0,35,

доза уведеног суперпластификатора у смеси, која је приказана у табели 1.

### 3. ГОТОВИ УЗОРЦИ И РЕЗУЛТАТИ ЊИХОВОГ ИСПИТИВАЊА

Узорци су обликовани у прстенове Ø105 мм, висине 65 мм (што одговара дебелини најчешће коришћених врста плочника). Заптивање је извршено методом удара на лабораторијском тресућем столу (40 удараца са интервалом од 1 с), чиме се избегава исушивање цементног теста.

Скидање оплате изводи се након једног дана складиштења у ваздушно-влажним условима. После тога, узорци су подвргнути мекој термичкој обради (температура изотермалног излагања 40°C, у трајању од 24 сата). Готови узорци су одређени просечном густином, чврстоћом на притисак, порозношћу по апсорпцији воде.

Резултати испитивања узорака представљени су у табели 2 и на слици 2.

Као што се види на графиконима, промена количине везивног средства у односу на већ усвојено, доводи до смањења празнине, која је између осталог одговорна за отпорност на силтацију. Повећање потрошње везива за 15% доводи до повећања чврстоће у 1,4 пута, али смањује празнину за 5%.

Таблица 2. Резултати тестираних узорака.

Содержание композиционного вяжущего в образце	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Пористость по водопоглощению, %
(К/В)-15%	1,60	1,5	34,2
К/В	1,61	1,8	37,9
(К/В)+15%	1,64	2,5	32,8



Слика 2. Зависност физичких и механичких карактеристика од количине везива.

Наредно повећање садржаја композитног везива може неповољно утицати на структуру материјала. С његовим повећањем, и чврстоћа узорака ће се повећавати, али у одређеној фази вишак теста ће почети да тече на доле, и тако попуњавајући празнине између зрна. Цурење цементне пасте довешће до смањења апсорпције воде, тј. до немогућности или смањења дренаже воде са површине плоча. Изглед добијених узорака приказан је на слици 3.



б)



Слика 3. Фотографије добијених узорка:

а) спољашњи изглед узорка; б) структура разрушеног пресом узорка.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Узорци имају јединствену структуру по висини, а нагомилавање раствора у доњем делу материјала се не примећује. Недостатком порозних премаза појављује се „силтација“, тј. контаминација пора током рада, што смањује ефекат употребе. Прањем тротоара воденим млазом под притиском спречиће потпуно зачепљење отворених пора и продужити радни век материјала.

Према резултатима истраживања, можемо закључити да плоче израђене од порозног агрегата представљају перспективни материјал, који се може користити у изградњи путева [5].

Даља истраживања ће бити усмерена на побољшање физичких и механичких својстава: повећање влачне чврстоће, успостављање оптималне празнине и потрошње везива, као и добијање материјала естетског изгледа.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Прокофьев Е.И., Лесовик В.С., Шерстнюкова Э.Л. Архитектурная геоника. Задачи, методология и примеры / В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95- летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им.

акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 425-430.

[2] Ланге Ю.Г. Применение пористого (дренирующего) цементобетона при строительстве слоев дорожной одежды. Обзорная информация // Автомоб. дороги: Науч.-техн. информ. сб. / ГП «Информавтотдор». - М., 2007. - Вып. 6. - С. 41-47.

[3] Агеева М.С., Алфимова Н.И. Эффективные композиционные вяжущие на основе техногенного сырья / Saarbrucken, 2015.

[4] Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Савин А.В., Шадский Е.Е. Перспективы применения композиционных вяжущих при производстве железобетонных изделий / Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 5 (88). С. 95-99.

[5] Цуркина С.К., Когут Е.В., Терентьев Ю.В. Высокопроницаемые мелкозернистые бетоны для изготовления тротуарной плитки / Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика : В 3 частях. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 295-303.

[6] Куприна А.А., Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Гинзбург А.В. Композиционные вяжущие для эффективных строительных растворов / В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 322-331.



ФАЗИ МОДЕЛИРАЊЕ ПРОЦЕНЕ КОРИШТЕЊА УЧИОНИЦА У ЦИЉУ  
УНАПРЕЂЕЊА КВАЛИТЕТА ОБУКЕ ОБРАЗОВНОГ ПРОЦЕСА

FUZZY MODELING OF THE ASSESSMENT OF USING AN EDUCATIONAL  
AUDIENCE IN ORDER TO IMPROVE THE QUALITY OF TRAINING OF THE  
EDUCATIONAL PROCESS

Stativko Rosa Usmanovna, *Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.*

Rybakova Anna Ivanovna, *Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.*

**Abstract** - *This paper emphasizes the importance of education for a person in a developed society. There is a need to assess the effectiveness of using classrooms, laboratories and software in the educational process of higher educational institution in order to improve the quality of training. Emphasis is on the importance of intelligent technologies as a tool for assessing the quality of the educational process, the use of which improves the quality of training. A brief description of the main provisions of the theory of fuzzy sets is presented. The features of an educational and laboratory fund of a higher educational institution (area, number of working places, software available) that must be taken into account in the educational process are listed. It is shown that all features have a different nature, which led to the need to use the apparatus of fuzzy sets. An example of the description of the input linguistic variable with the original base set and term-sets is given. This work allows us to expand the scope of application of the apparatus of fuzzy sets. Improving information communication technologies (creating local and global networks, databases and knowledge, as well as expert systems) forms a specific educational information computer area of a higher educational institution that enriches traditional forms of education.*

**Key words:** Quality of training. The role of information. The apparatus of fuzzy sets. The input linguistic variable. Fuzzy rules.

**Анотација** - *Овај рад наглашава важност образовања за особу у развијеном друштву. Постоји потреба за проценом ефикасности коришћења учионица, лабораторија и софтвера у образовном процесу високошколске установе у циљу побољшања квалитета обуке. Акцент се ставља на значај интелигентних технологија као алата за процену квалитета образовног процеса, чија употреба побољшава квалитет обуке. Укратко је представљена главна одредба теорије фазни скупова. Наведене су карактеристике образовног и лабораторијског фонда високошколске установе (област, број радних места, софтвер на располагању) који се морају узети у обзир у образовном процесу. Показано је да све карактеристике имају различиту природу, што је довело до потребе за употребом уређаја фазни скупова. Даје се пример описа улазне језичке променљиве са оригиналним основним сетом и термин-скуповима. Овај рад нам омогућава да проширимо опсег примене апарата фазни скупова. Побољшање информационо комуникационих технологија (стварање локалних и глобалних мрежа, база података и знања, као и експертских система) формира специфично образовно информатичко подручје високошколске установе које обогаћује традиционалне облике образовања.*

**Кључеве слова:** Квалитет обуке. Улога информација. Апарат фазни скупова. Улазна језичка варијабла. Фазни правила.

## 1. INTRODUCTION

In a developed society, education is treated as an important resource of the human person. It is a resource that allows the consumer of educational services to have an advantage, both in the labor market and in the social sphere.

The rapid development of information communication technologies makes it possible to implement the main principles of the existing training system: the principle of accessibility and the principle of continuity i.e. use of online technology. While observing the principles of accessibility and

continuity in the educational process of a technical higher education institution, there is a steady trend towards the implementation and application of modern information technologies in education. In recent years, there is a continuous trend towards informatization of the education sector.

Russia's entry into the Bologna process led to dramatic changes in the field of higher professional education. These changes contributed to the emergence of competition in the market of educational services between higher educational institutions e.g. competition for resources (material, human, etc.). To obtain a successful position in the educational services market, an institution of higher education needs to make the most effective use of its own capabilities, in particular, its own tangible assets, educational and methodological complexes, etc. Productive use of classrooms and laboratories is required. Therefore, approaches are needed in assessing the effective use of classrooms.

The educational process in higher educational institution is actively accompanied by the use of innovative educational technologies. The latest educational technologies allow combining the advantages of classic technologies and the advantages of innovative ones.

The latest educational technologies include the use of multimedia technologies, online technologies. This combination allows the consumer of educational services, in various areas, to improve their educational level in the development of the required disciplines. Also, timely adjustment of the educational trajectory becomes available [1-5].

Currently, the educational process should be aimed at the personality of the student with the development of his creative abilities, using information and communication educational technologies.

Effective use of new information technologies in the educational process is designed to improve the quality of training. An important component of quality assurance is the use of a classroom fund. The classroom fund of a higher educational institution consists of educational audiences of various purposes. Each classroom is characterized by the area, the number of working places for students and related equipment. Depending on the purpose of use, the classroom can be considered as a laboratory room or a computer class. After analyzing the characteristics of classrooms, it can be concluded that all characteristics have a different nature. For example, the number of working places is an indicator of numerical nature. Studying a certain discipline in a computer classroom requires appropriate software. The degree of compliance is difficult to determine using standard mathematical methods. The task of assessing the effectiveness of the use of an educational audience can be solved using the apparatus of fuzzy sets [6-8].

## 2. BASIC PROVISIONS OF THE THEORY OF FUZZY SETS. FUZZY VARIABLE, LINGUISTIC VARIABLE

To describe fuzzy (blurry) knowledge in the early 70s, the American mathematician Lofti Zadeh developed a formal apparatus for fuzzy mathematics and fuzzy logic (L.A. Zadeh, *Fuzzy Sets, Information and Control*, 8 (1965) pp. 338-353). The proposed theory of L. Zadehis based on a subjective fact i.e. the subjective judgments of a person about a goal

are always fuzzy. But he also takes the next step - he believes that all assessments of the subject and the limitations with which he works are also, as a rule, fuzzy, and sometimes even lack quantitative characteristics in their initial form. L. Zadeh introduced one of the main concepts in fuzzy logic - the concept of a linguistic variable.

With the help of fuzzy sets, one can formally define inaccurate ambiguous concepts, such as "the correspondence of the educational audience to the subject being conducted", "the large number of students", "the average correspondence of the profile software", "the large classroom fund", etc. [9-15]. Before formulating the definition of a fuzzy set, it is necessary to define the so-called universe of discourse. In the case of the ambiguous concept of "large number of students," one number will be recognized as a large number, if we confine ourselves to the range [1..25 people] and quite another - in the range [10..100 people]. The area of reasoning, hereinafter referred to as space or set, is most often denoted by the symbol  $X$ . It must be remembered that  $X$  is a clear set. The fuzzy set  $A$  in some (non-empty) space  $X$  is the set of pairs

$$A = \{(x, \mu_A(x); x \in X)\}, \quad (1)$$

Where

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

the membership function of the fuzzy set  $A$ . This function assigns to each element  $x \in X$  the degree of its belonging to the fuzzy set  $A$ , and three cases can be distinguished:

$\mu_A(x)=1$  means the full belonging of the element  $x$  to the fuzzy set  $A$ , i.e.  $x \in A$ ;

$\mu_A(x)=0$  means the absence of  $x$  belonging to the fuzzy set  $A$ , i.e.  $x \notin A$ ;

$0 < \mu_A(x) < 1$  means the partial belonging of the element  $x$  to the fuzzy set  $A$ .

One of the descriptions used in literature is a symbolic description of fuzzy sets. In this description,  $X$  is a space with a finite number of elements, i.e.  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ , the fuzzy set  $A \subseteq X$  is written as

$$A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_A(x_n)}{x_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(x_i)}{x_i}. \quad (3)$$

The formal definition of a fuzzy set does not impose any restrictions on the choice of a particular membership function for its representation [16-20]. However, in practice it is convenient to use those that allow an analytical representation in the form of some simple mathematical function. This simplifies not only the corresponding numerical calculations, but also reduces the computational resources required to store the individual values of these membership functions. The need for typing of individual membership functions is also due to the presence of implementations of the corresponding functions in the instrumental means used.

A fuzzy variable is characterized by a triple  $(\alpha, X, A(\alpha; x))$ , where  $\alpha$  is the name of the variable,  $X$  is the universal set (finite or infinite),  $x$  is the common name of the elements of the set  $X$ ,  $A(x \in X)$  is a fuzzy subset of the set  $X$ , which is a fuzzy restriction on the values of the variable  $x$ , due to  $X$ .



A linguistic variable (LP) is described by a tuple of the form  $\langle \beta, T, U, G, M \rangle$ , where  $\beta$  is the name of the linguistic variable,  $T$  is the set of its values (term set), which are the names of fuzzy variables, the scope of each of which is the set  $U$ . The set  $T$  is called the base term-set of the linguistic variable.  $G$  is a syntactic procedure describing the process of the formation of the values of the linguistic variable (term) meaningful for this task from the elements of the set  $T$  of new ones.  $M$  is a semantic procedure that allows you to turn each new value of LP, formed by procedure  $G$ , into a fuzzy variable, i.e. form the corresponding fuzzy set.

The mechanism of fuzzy inference (Fig. 1) is based on the knowledge base, defined by subject matter experts in the form of a set of fuzzy rules of the form:

P1: if  $x$  is  $A_1$ , then  $y$  is  $B_1$ ,

P2: if  $x$  is  $A_2$ , then  $y$  is  $B_2$ ,

...

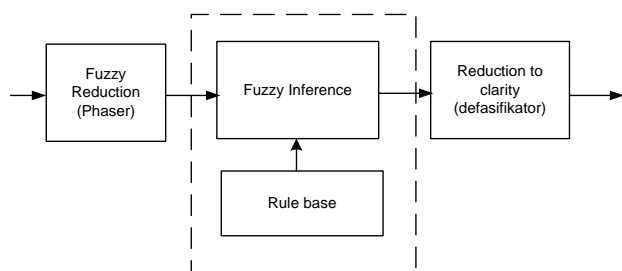
Pn: if  $x$  is  $A_n$ , then  $y$  is  $B_n$ ,

where  $x$  is the input variable,  $y$  is the output variable,  $A$  and  $B$  are the membership functions defined on  $x$  and  $y$ , respectively.

The knowledge of expert  $A \rightarrow B$  reflects a fuzzy causal relation of premise and conclusion, therefore it is called a fuzzy relation:

$$R = A \rightarrow B,$$

where " $\rightarrow$ " is a fuzzy implication.



**Fig.1** Diagram of fuzzy output

Let's describe briefly the stages of fuzzy inference:

- fuzzification stage. At this stage we should determine the type of membership functions for the input variables according to the requirements of the subject area. The membership functions are applied to the actual values of the input variables to determine the degree of truth of each premise of each rule;
- logical inference phase. For activated rules, the truth value for the premises is determined and applied to the conclusions of each rule. As a result, one fuzzy set is formed, which determines the value of the output variable for each rule;
- stage of composition. The fuzzy subsets assigned to each output variable (in all rules) are combined together to form one fuzzy subset for each output variable. With such a union, max operations are usually used;
- stage of defuzzification - bringing to clarity. It is a conversion a fuzzy set of outputs to a number.

### 3. DEVELOPMENT OF A FUZZY MODEL FOR EVALUATING THE USE OF TRAINING AUDIENCE

In this paper, we focus on the development of a fuzzy model for assessing the effectiveness of the use of an educational audience. Define the linguistic variable  $Y$  "audience utilization efficiency" by the following tuple:

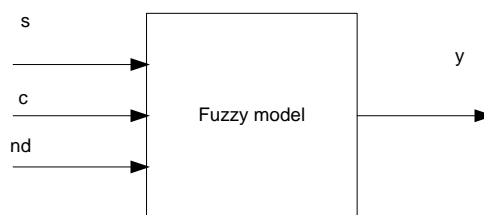
$$Y = \langle S, C, ND \rangle, \quad (4)$$

where  $S$  is the classroom area;

$C$  is the number of students;

$ND$  - the availability of special equipment in the audience (laboratory, software, for the discipline).

We define a fuzzy model for the linguistic variable  $Y$  as a system with three inputs and one output (Fig. 2).



**Fig.2.** Fuzzy model for linguistic variable  $Y$

We define the parameters specified in expression 4 as input linguistic variables. The variable  $Y$  is the output linguistic variable. The value of the output linguistic variable will be obtained using simplified fuzzy inference. Let's perform an assessment of the effectiveness of the use of an educational audience, designed to conduct classes with software. For fuzzification of input linguistic variables, we will use a triangular membership function of the type 5.

$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{для } x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{для } a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{для } b \leq x \leq c, \\ 0 & \text{для } x \geq c. \end{cases} \quad (5)$$

This membership function can be used to describe uncertainties of the type: "approximately", "roughly". The parameters of the function  $a, b, c$  are determined by an expert for each term of the linguistic variable, respectively.

As an example of assessing an educational audience, let's consider the use of a computer audience to conduct classes that require special software.

To form an assessment of the choice of a computer room, a procedure is used in which the characteristics of different criteria are compared. The system works with indicators that characterize a computer audience. It is based on the idea that determines the choice of a computer room in accordance with the requirements for the educational process. Requirements are determined with the involvement of experts.

According to the expert opinion, the values of the membership function will be chosen in such a way as to satisfy the previously formulated conditions. Expert information is only the initial information for further processing [17-27].

For all input indicators (classroom size, number of students, software availability) a triangular membership function (trimf) was chosen. We use three types of assessment (small, medium, high).

We describe the input linguistic variables:

- S is the training area. The training audience is characterized by state standards (ORDER. RUSSIAN FEDERATION of September 1, 2009 N 390) [27]. According to expert estimates, the size of the classroom can be estimated (Table 1). Linguistic variable S = <area of the classroom, TS, [20-35], GS, MS>, where:

TS is a term set with the following values  
 TS = {little (A1), middle (A2), big (A3)}

**Table 1.** Expert estimates of the audience area

Size of the classroom	20	22	24	28	30	32	35
Little (A1)	1	0,9	0,5	0,3	0,2	0	0
Middle (A2)	0,1	0,3	0,5	1	0,5	0,3	0,1
Big(A3)	0	0	0,2	0,3	0,5	0,9	1

- C is the number of students. Student groups may include a different number of students. Expert estimates of the number of students are presented in Table 2. Linguistic variable C = <number of students, T, [10–30], GC, MC>, TC = {small (B1), medium (B2), large (B3)}

**Table 2.** Expert estimates of the number of students

Number of students	10	14	18	18	24	27	30
Little (B1)	1	0,9	0,5	0,3	0,2	0	0
Middle (B2)	0,1	0,3	0,5	1	0,5	0,3	0,1
Big (B3)	0	0	0,2	0,3	0,5	0,9	1

- ND - the degree of software security for the subject being taught. The use of software in the classrooms is determined by the availability of a license in a higher educational institution. The indicator, unlike the previous indicators, does not have a quantitative base set. It was proposed to estimate this indicator using a numerical scale from 1 to 100. ND = <degree of security, T, [10–100], GND, MND>, TND = {acceptable (Z1), average (Z2), full (Z3)}

**Table 3.** Expert software conformity assessments

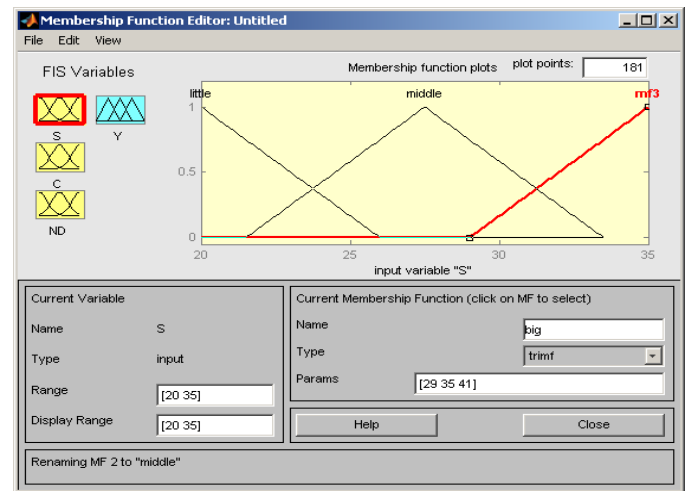
Degree of security	10	20	40	60	80	90	100
Acceptable (Z1)	1	0,9	0,5	0,3	0,2	0	0
Middle(Z2)	0,1	0,3	0,5	1	0,5	0,3	0,1
Full (Z3)	0	0	0,2	0,3	0,5	0,9	1

For the output linguistic variable Y (audience efficiency), a triangular membership function (trimf) was also chosen. For the output linguistic variable, three types of assessment are used (low efficiency, medium efficiency, high efficiency). Let's illustrate a fragment of fuzzy rules for the operation of the system:

1. If (“classroom size” is small) and (“number of students” is small) and (“degree of security” is acceptable) then (“audience use efficiency” is low efficiency) (1)
2. If (“classroom size” is high) and (“number of students” is high) (“degree of security” is high) then (“audience efficiency” is high efficiency) (1)

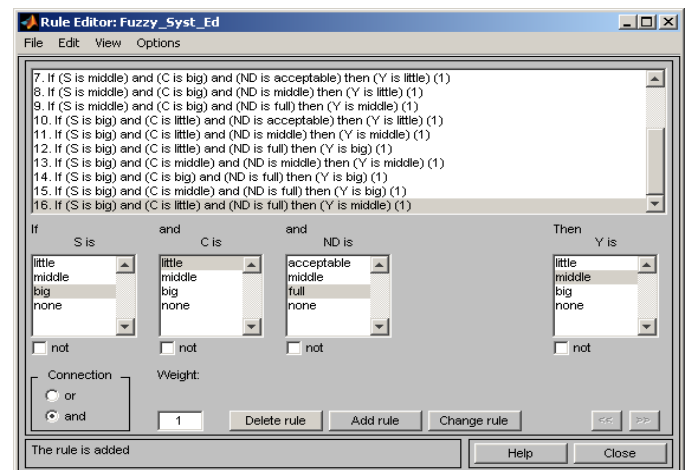
3. If (“classroom size” is average) and (“number of students” is average) and (“degree of provision” is average) then (“audience efficiency” is average efficiency) (1)
4. If (“classroom size” is high) and (“number of students is high) and (“ degree of security ”” is full) and (“audience efficiency” is high efficiency) (1)
5. If (“classroom size” is high) and (“number of students” is high) and (“number of students in a group” is average) and (“degree of sufficiency” is average) then (“audience efficiency” is average efficiency) (1)

To implement the developed fuzzy model, we use MatLab (an interactive development environment for algorithms, a powerful data analysis tool). For example, the description of the input linguistic variable S (size of the classroom) with term-sets and triangular membership functions is presented in Fig.3.



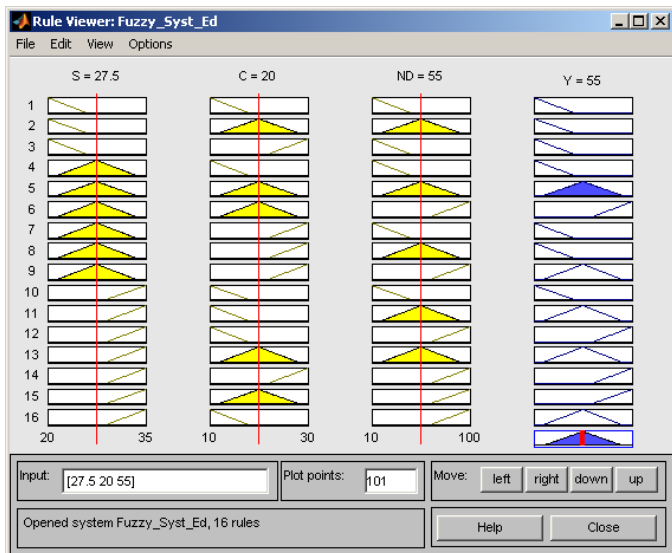
**Fig.3** Linguistic variable S (size of the classroom)

Other input and output linguistic variables are described by analogy. In fig. 4 a list of rules is given.



**Fig.4** Fuzzy rules base

Let us demonstrate the operation of a fuzzy system, setting the initial values, for example: S = 25, C = 20, ND = "middle" / The results are shown in Fig.5.



**Fig.5** The results of the fuzzy system

## CONCLUSION

The presented work contains a brief description of the positions of the apparatus of fuzzy sets. The theory of fuzzy sets allows you to perform an assessment of indicators that have in their composition indicators of a different nature. The proposed method allows monitoring and evaluation of the effectiveness of the use of the classroom fund of a higher educational institution. Timely assessment will improve the quality of the educational process in higher education. The work may be useful to the management of the higher echelon of the educational institution.

## ACKNOWLEDGMENT

The work was performed as part of the development program of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov for the period of 2017–2021.

## REFERENCES

- [1] L. Zade, "The concept of a linguistic variable and its application for making approximate decisions", M.: Mir, 1976, p. 165.
- [2] A.P. Ryzhov, "Elements of the theory of fuzzy sets and fuzziness measurements", Moscow: Dialogue-MSU, 1998, p. 116.
- [3] S.A. Orlovsky, "Decision making problems with fuzzy source information", M.: Radio and communication, 1981, p. 286.
- [4] A. Kofman, "Introduction to the theory of fuzzy sets", M.: Radio and Communication, 1982, pp. 432.
- [5] L.A. Zadeh, "The role of soft computing and fuzzy logic in the understanding, design and development of information", intelligent systems, News of Artificial Intelligence, No 2-3, 2001, pp. 7 – 11.
- [6] A.N. Borisov, O.A. Krumberg, I.P. Fedorov, Making decisions based on fuzzy models: examples of use, Riga, "Knowledge", 1990, pp. 184.
- [7] G.A. Miller, "Psychological Review", 1956, No. 63, p. 81-97
- [8] R.U. Stativko, "Use of the apparatus of fuzzy sets in the theoretical information analysis of the Internet portal of

the educational organization", XXI CENTURY: The results of the past and the problems of the present plus, Penza, volume 7, No. 3 (43), 2018, pp. 31-35.

- [9] R.U. Stativko. Some approaches to the analysis of learning trajectory correction using the theory of fuzzy sets // Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018)/ 2019. – T. 289 , C. 474-479
- [10] V.V.Korneev, Database. Intellectual information processing. / V.V. Korneev, A.F. Gareev, S.V. Vasyutin, V.V. Reich. - M.: Nolig, 2000.-352 p.
- [11] J. Martin. Organization of databases in computing systems / J. Martin. - M., 1999.-215 p.
- [12] S.M. Digo Design and use of databases proc. / CM. Digo. - M., 1995.-285 p.
- [13] N.A.Krinitisky Automated Information Systems / N.A. Krinitisky, G.A.Mironov, G.D. Frolov - M., 1982.-384 p.
- [14] A.I. Mikhailov Scientific communications and computer science / A.I. Mikhailov, A.N. Cherny, R.S.Gilyarevsky. - M., 1976.- 263 p.
- [15] I.I. Popov World information resources and networks (methods of access to them): studies. / I.I. Popov, P. B. Khrantsov; by ed. K.I. Kurbakova; Grew up econ Acad. - M., 1999.- 187 p.
- [16] G.I. Revunkov Databases and data banks and knowledge / G.I. Revunkov, E.N. Samokhvalov, Chistov VV; by ed. V.N. Chetverikov. - M., 1992.- 335 p.
- [17] A.G. Romanenko Information retrieval systems / A.G. Romanenko, Samoilyuk O.F. ; RGGU. - M., 1998.
- [18] O.I. Larichev Qualitative decision making methods. Verbal analysis of solutions / O.I. Larichev, E.M. Moshkovich.-M.: Science, Fizmatlit, 1996. - 208 p.
- [19] M.A. Aizerman The choice of options (basic theory) / M.A. Yzerman, F.T. Aleskerov. - M.: Science, 1990.– 240 p.
- [20] A.V. Andreichikov Intellectual information systems [Text]: textbook / A.V. Andreichikov, O.N. Andreichikova. –M.: Finance and Statistics, 2004.– 424 p.
- [21] A.K. Aylamazyan Computer Science and Development Theory / A.K. Aylamazyan, E.V. Stas. - M.: Science, 1989. - 174 p.
- [22] O.I. Larichev Science and the art of decision making / O.I. Larichev.– M.: Nauka, 1979.– 193 p.
- [23] R.L. Keeney Decision making under many criteria: preferences and substitutions / R.L. Keeney, H. Raifa.– M.: Radio and Communication, 1981.– 201 p.
- [24] J. Robinson The economic theory of imperfect competition / J. Robinson. - M., 1986. - 331 p.
- [25] M.A. Aizerman Some aspects of the general theory of choosing the best options / M.Aizerman, A.V. Malishevsky - Automation and Remote Control. — 1982.– № 2.– P.65-83.
- [26] I.Z. Batyrshin To analysis of preferences in decision-making systems /: - proceedings of MEI, / I.Z. Batyrshin. –M., 1981. Iss. 533. P.57-62.
- [27] MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION. ORDER dated September 1, 2009 N 390. On Amendments to SNIIP 2.08.02-89 "Public Buildings and Structures".