



**VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA**  
**STRUKOVNIH STUDIJA NIŠ**



# ZBORNIK RADOVA

**Niš, 2018**



# **ZBORNİK RADOVA**

VISOKE TEHNIČKE ŠKOLE STRUKOVNIH STUDIJA

NIŠ  
2018.

**ZBORNİK RADOVA**

Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu

**Izdavač:**

Visoka tehnička škola strukovnih studija

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 Aleksandra Boričić

**Recezeni:**

Tim za Naučno-istraživačku delatnost

**Tehnička obrada:**

Goran Milosavljević, dipl. inž. el.

**Korice:**

Goran Milosavljević, dipl. inž. el.

**Štampa:**

Punta, Niš

**Tiraž:**

150 primeraka

## **PREDGOVOR**

*U okviru svojih delatnosti, Visoka Tehnička Škola, posebnu pažnju posvećuje razvoju stručnih kompetencija svojih zaposlenih i nastoji da se njihovi rezultati rada promovišu. Kao i svake godine VTŠ Niš, decembra meseca izdaje zbornik radova, koji ima za cilj, da predstavi razvojni potencijal i kapacitete naše ustanove, i na neki način skrene pažnju privrede i društva, na to šta mi radimo, kakve rezultate postizemo, i u kom pravcu se razvijamo.*

*Visoka tehnička škola strukovnih studija u Nišu je moderna ustanova visokog obrazovanja i u potpunosti izvršava svoju misiju. Razvoj savremenih tehnologija je za nas veliki izazov i redovnim praćenjem i uključivanjem novina u sadržaje studijskih programa, našim studentima omogućavamo sticanje novih znanja potrebnih za uspešno uključivanje u privredne tokove.*

*Ove godine smo uspeli da prvi put dobijemo dva projekta ministarstva iz programa "Razvoj visokog obrazovanja". Konkurencija je podrazumevala sve visokoobrazovne institucije u Srbiji. Na sve zahteve koji su se tražili od nas, naša ustanova je sa svojim tehničkim potencijalima, svojim nastavnim kadrom, odgovorila u potpunosti.*

*Po prvi put, studenti naše ustanovesu "rame uz rame" sa studentima drugih fakulteta iz zemlje, ravnopravno učestvovali u radionicama pod pokroviteljstvom GIZ fondacije. Ove godine na IV Forumu Naprednih tehnologija u sekciji Studentski doprinos razvoju narednih tehnologija u gradu Nišu, nagrada je pripala studentu naše Škole.*

*Jedan od najvećih rezultata koji smo postigli ove godine jeste dobijanje Erasmus povelje, sa kojom je naša škola svrstana u red savremenih evropskih visokoobrazovnih ustanova. Ova povelja nam omogućava da učestvujemo u svim Međunarodnim projektima finansiranim od strane Evropske Komisije i budemo ravnopravni partner svim Evropskim Univerzitetima.*

*Predstavljeni, naši naučno stručni rezultati u ovom zborniku, iz oblasti, informacionih tehnologija, saobraćajnog inženjerstva, oblasti mašinskog i industrijskog inženjerstva i aktuelnih problema građevine i zaštite životne sredine, pa do društveno humanističkih nauka, daju određeni doprinos rešenjima realnih stručnih problema u ovim oblastima.*

*Kao i prošle godine, svoj doprinos kvalitetu ovog zbornika, pružile su i kolege sa Tehničkog Univerziteta Šuhov iz Rusije, sa svojih jedanaest radova na čemu im se iskreno zahvaljujemo.*

*Po treći put zaredom, u ovom zborniku, predstavljeni su i radovi naših studenata, objavljeni na stručnim konferencijama u zemlji i inostranstvu, koji predstavljaju potvrdu posvećenosti naših nastavnika i saradnika razvoju mladih stručnjaka i naučno stručnog podmlatka.*

*Na ovaj način, potvrđujemo da smo kao predstavnici struke, dosledni našim opredeljenjima, da zajedno sa drugima stvaramo moderno tehnološko društvo, koje će biti spremno da odgovori tehnološkim izazovima sutrašnjice.*

*Na kraju ovim zbornikom radova, potvrđujemo da smo kao predstavnici struke, dosledni našim opredeljenjima, da zajedno sa drugima stvaramo moderno tehnološko društvo.*

Niš,  
decembar 2018

Direktora Škole  
dr Aleksandra Boričić



## SADRŽAJ:

<b>1. UTICAJ <math>\gamma</math>-TRANSFORMACIJE NA HISTOGRAM SLIKE</b>	<b>1</b>
Nataša Savić, Zoran Milivojević	
<b>2. ALGORITAM ZA POUZDANO PREUZIMANJE FAJLOVA U USLOVIMA INTERNET KONEKCIJE PROMENLJIVIH PERFORMANSI</b>	<b>5</b>
Slavimir Stošović, Lazar Pešić, Dušan Stefanović	
<b>3. IDENTIFIKACIJA WEB KORISNIKA PRIMENOM OTVORENOG AUTORIZACIONOG PROTOKOLA OAUTH 2.0</b>	<b>9</b>
Zoran Veličković	
<b>4. ELEMENTI UX I UI U PROCESU KREIRANJA DIGITALNOG PROIZVODA</b>	<b>13</b>
Dejan Blagojević, Ivona Ćirić	
<b>5. ELEKTROMAGNETSKA KOMPATIBILNOST I EFIKASNOST OKLOPLJAVANJA</b>	<b>17</b>
Nataša Nešić, Nebojša Dončov	
<b>6. ANALIZA TROŠKOVA UPITA KOD DISTRIBUIRANIH MULTIMEDIJALNIH BAZA PODATAKA</b>	<b>21</b>
Srđan Jovković	
<b>7. KOMPARACIJA VREDNOSTI OBJEKTIVNIH AKUSTIČKIH PARAMETARA I SUBJEKTIVNE RAZUMLJIVOSTI GOVORA U SRPSKIM CRKVAMA</b>	<b>25</b>
Violeta Stojanović	
<b>8. EVOLUCIJA BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA U INTERNET STVARI</b>	<b>28</b>
Mirko Kosanović, Miloš Kosanović	
<b>9. TEHNIKE BALANSIRANJA SAOBRAĆAJA IZMEĐU VIŠE PARALELNIH LINKOVA U ETHERNET MREŽI</b>	<b>32</b>
Dušan Stefanović, Dušan Petrović	
<b>10. PARABOLIČNI REFLEKTOR KAO AKUSTIČKI POJAČAVAČ</b>	<b>36</b>
Zoran Milivojević	
<b>11. PRIMENA SENZORSKIH SISTEMA U UPRAVLJANJU OTPADOM</b>	<b>40</b>
Milan Pavlović, Dejan Blagojević	
<b>12. PRIMENA METODE ULTRAZVUČNOG ČIŠĆENJA I ODMAŠĆIVANJA U PROCESU TRETMANA ZAULJENOG OTPADNOG GVOŽĐA</b>	<b>44</b>
Aleksandra Boričić, Milica Cvetković, Ljiljana Kostić Despotović	
<b>13. ANALIZA STANJA U OBLASTI TERMIČKOG TRETMANA OTPADA U EVROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI SRBIJI</b>	<b>48</b>
Boban Cvetanović	
<b>14. ZNAČAJ I BENEFITI MONITORINGA POSTROJENJA ZA TRETMAN MEDICINSKOG OTPADA</b>	<b>51</b>
Milica Cvetković, Aleksandra Boričić	
<b>15. UPOREDNA ANALIZA TRADICIONALNOG I LEAN KONCEPTA PROIZVODNJE</b>	<b>55</b>
Biljana Milutinović, Petar S. Đekić	

<b>16. ANALIZA UTICAJA OTPADNIH VODA IZ TEKSTILNE INDUSTRIJE NA ŽIVOTNU SREDINU</b> Slađana Nedeljković, Natalija Tošić	<b>59</b>
<b>17. PRIMENA SOFTVERSKIH ALATA U RAZVOJU EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROIZVODA</b> Miloš Ristić, Milan Pavlović	<b>63</b>
<b>18. BEZBEDNOST RUDARA U RUDNIKU "LECE"</b> Anica Milošević	<b>67</b>
<b>19. MEHANO-HEMIJSKA MODIFIKACIJA ČESTICA RECIKLIRANOG GUMENOG PRAHA</b> Petar Đekić, Biljana Mlutinović	<b>71</b>
<b>20. SISTEMSKA ANALIZA RIZIKA OD POPLAVA</b> Natalija Tošić, Nemanja Petrović, Jelena Bijeljić	<b>74</b>
<b>21. UTICAJ CEMENTNIH VEZIVA NA ŽIVOTNU SREDINU</b> Jelena Bijeljić	<b>78</b>
<b>22. UTICAJ NOĆNE VIDLJIVOSTI NA NASTANAK SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA UČEŠĆEM TRAKTORA</b> Dejan Bogićević, Nikola Ilić	<b>81</b>
<b>23. UTICAJ JAVNOG GRADSKOG PREVOZA NA OKRUŽENJE</b> Milan Stanković, Pavle Gladović, Dejan Bogićević	<b>85</b>
<b>24. FUNKCIONISANJE SISTEMA VIDEO PAUK U JKP PARKING SERVIS NIŠ</b> Dušan Radosavljević, Marjana Radosavljević	<b>89</b>
<b>25. PRIKAZ RAZVOJA MODELA ORGANIZACIJE TAKSI TRANSPORTA</b> Vladimir Popović	<b>93</b>
<b>26. ANALIZA S-N MODELA ZA PREDVIĐANJE ZAMORNOG VEKA TRAJANJA</b> Nenad Stojković	<b>98</b>
<b>27. ZNAČAJ OTVORENIH PROSTORA ZA SOCIJALNE INTERAKCIJE U SUSEDSTVU</b> Aleksandra Marinković	<b>102</b>
<b>28. KARAKTERISTIKE I TIPOVI SUPSTRATA ZELENIH KROVOVA</b> Nemanja Petrović	<b>106</b>
<b>29. POJAVE KLIZIŠTA U REPUBLICI SRBIJI I MERE PREVENCIJE I ODBRANE</b> Milan Protić, Simona Smiljković	<b>110</b>
<b>30. ORGANIZACIJA KAO SOCIO-TEHNIČKI SISTEM</b> Staniša Dimitrijević	<b>113</b>
<b>31. PRIMENA KONSTRUKTIVISTIČKE TEORIJE U NASTAVI STRANIH JEZIKA</b> Slađana Živković	<b>117</b>
<b>32. EKOFEMINIZAM, NAUKA I TEHNOLOGIJA</b> Danica Milošević	<b>121</b>
<b>33. ZAKON O NACIONALNOM OKVIRU KVALIFIKACIJA SA ASPEKTA VISOKOG OBRAZOVANJA</b> Jelena Petković	<b>124</b>

<b>34. VEŠTINE UPAVLJANJA KARIJEROM I PREGLED STANDARADA ZA UPRAVLJANJE KARIJEROM</b>	<b>127</b>
Nevena Nedeljković, Irina Cenić	
<b>35. DISKRIMINATORNE ODREDBE ZAKONA O FINANSIJSKOJ POMOĆI PORODICAMA SA DECOM</b>	<b>131</b>
Milica Mladenović	
<b>36. SREDNJI BROJ OSNIH PRESEKA OD PROIZVODA DVE NAKAGAMI-M SLUČAJNE PROMENLJIVE</b>	<b>135</b>
Miloš Perić, Goran Milosavljević, Mihajlo Stefanović	
<b>37. BIM-ТЕХНОЛОГИЈА СОЗДАНИЈА СТРОИТЕЉНИХ ОБЈЕКТОВ, КАК НОВАЈА ФОРМА ТЕХНОЗНАНИЈА В РАЗВИТИЈУ ОБШЕСТВА</b>	<b>139</b>
Иван Павлович Чечель	
<b>38. BIM-ТЕХНОЛОГИЈЕ КАК ЕФЕКТИВНО СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗДАНИЙ</b>	<b>144</b>
Наумов Андрей Евгеньевич, Крутилова Мария Олеговна, Чуева Юлия Александрова	
<b>39. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ КВАЛИТЕТА ТЕСТИРАЊА ЦИЛИНДРИЧНО-КЛИПНЕ ГРУПЕ ДИЗЕЛ МОТОРА ПУТЕМ ИНТЕНЗИФИКАЦИЈЕ ПРОЦЕСА СНАБДЕВАЊА ГОРИВОМ</b>	<b>147</b>
Виктор Дмитријевич Зонов, Владимир Павлович Кожевников	
<b>40. СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ</b>	<b>152</b>
Крутилова Мария Олеговна, Наumenко Вячеслав Витальевич	
<b>41. НУМЕРИЧКА ИСТРАЖИВАЊА СТРЕСНО-ДЕФОРМАЦИЈСКОГ СТАЊА ПЛАСТИЧНО-БЕТОНСКОГ ЦЕВАСТОГ КРАТКОГ ШТАПА ПОД ЦЕНТРАЛНОМ КОМПРЕСИЈОМ</b>	<b>156</b>
Долженко Александар Ваљерјевич, Наумов Андреј Јевгењевич, Лакетић Снежана Кареновна, Лакетић Александар	
<b>42. УЛОГА РЕГИОНАЛНИХ ИНОВАЦИОНИХ СИСТЕМА У СТРАТЕГИЈИ СОЦИЈАЛНО-ЕКОНОМСКОГ РАЗВОЈА БЕЛГОРОДСКОГ РЕГИОНА ДО 2025. ГОДИНЕ</b>	<b>163</b>
Викторија Николајевна Рјапухина, Анастасија Васильевна Смольникова	
<b>43. ИНТЕГРАЦИЈА БИЗНИС ПАРКИНГА (БП) У ПАМЕТНЕ ГРАДОВЕ</b>	<b>167</b>
Немања Лакетић, Александар Лакетић, Викторија Хлусова, Полина Давиденко	
<b>44. ОСНОВЫ РАСЧЕТА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФЕРМЫ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО СТВОЛА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЕКТНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ STRUCTURE CAD: ОПЫТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ «МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО ТИПА В Г. НОВОСИБИРСК»</b>	<b>170</b>
Лакетич С.К., Лакетич А., Солодов Н.В., Коренькова Г.В., Крючков А.А., Долженко А.В.	
<b>45. ЭКСТРАВАГАНТНОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО: МИГ СЮЖЕТА</b>	<b>174</b>
Ирина Першина, Диана Чернышева	
<b>46. ФОРМИРОВАНИЕ АГЛОМЕРАЦИЙ КАК ФАКТОР ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ</b>	<b>178</b>
Селиверстов Юрий	
<b>47. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА</b>	<b>188</b>
Людмила Сулейманова, Инна Погорелова, Никита Огнев	



**48. UTICAJ AUDIO ŠUMA TIPA REVERZNI GOVOR NA RAZUMLJIVOST**

Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Darko Brodić

23. međunarodna naučno-stručna konferencija informacione tehnologije 2018, Crna Gora,

Žabljak od 19. do 24. februara 2018. godine

<http://www.it.ac.me/zbornici/Zbornik%20IT18.pdf>

**49. PERFORMANCE OF VOIP SERVICES WITH INTEGRATED ANALOG PERIPHERALS**

D. Martović, Z. Veličković, Z. Milivojević, M. Veličković

53 rd International Scientific Conference On Information, Communication And Energy Systems And Technologies (ICEST 2018) Sozopol, Bulgaria, June 28-30, 2018

<http://icestconf.org/wp-content/uploads/2018/07/ICEST2018PROC.pdf>

## UTICAJ $\gamma$ -TRANSFORMACIJE NA HISTOGRAM SLIKE EFFECTS OF $\gamma$ -TRANSFORMATION ON IMAGE HISTOGRAM

Nataša Savić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Zoran Milivojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – U prvom delu rada opisana je  $\gamma$ -transformacija i njene osobine. U drugom delu rada analiziran je efekat  $\gamma$ -transformacije na histogram slike. Pokazano je da se u histogramu  $\gamma$ -transformisane slike pojavljuju gapovi i pikovi kojih nema u originalnom histogramu. Nakon toga prikazani su rezultati eksperimenta u okviru koga je kreirana sintetička slika sa konstantnim vrednostima raspodela intenziteta piksela. Nakon toga, analizom raspodele gapova i pikova u histogramu sintetičke slike prognozirane su pozicije gapova i pikova kod prirodne slike. Rezultati raspodele gapova i pikova zavisno od vrednosti  $\gamma$  su prikazani grafički.

**Ključne reči:**  $\gamma$ -transformacija. Histogram.

**Abstract** - The first part of the paper describes the  $\gamma$ -transformation and its properties. In the second part of the paper, the effect of  $\gamma$ -transformation on the histogram of the image was analyzed. It has been shown that in the histogram of the  $\gamma$ -transformed image there are gaps and peaks that are not present in the original histogram. After that, the results of the experiment are displayed in which a synthetic image with constant values of pixel intensity distribution is created. After that, analysis of the gap distribution and peaks in the histogram of the synthetic picture predicts the positions of the gap and peaks in the natural image. The results of the distribution of the gap and peaks depending on the values of  $\gamma$  are shown graphically.

**Key words:**  $\gamma$ - transformation. Histogram.

### 1. UVOD

Razvojem interneta i multimedijalnih tehnologija digitalna slika postaje jedan od najvažnijih nosioca informacija. Međutim, razvoj digitalnih tehnologija za obradu slike olakšava i promenu sadržaja slike. Zato je važno istraživanje autentičnosti slike. Digitalni vodeni žig je efikasan alat za pružanje autentičnosti i izvornih informacija slike [1]. Među mnogim transformacijama obrade slike značajnu ulogu ima  $\gamma$ -transformacija [2-6].

$\gamma$ - transformacija ima značajnu ulogu u obradi slika i njenom prikazu. Adekvatan izbor parametra igra bitnu ulogu jer pogrešan izbor parametra ima za posledicu da slike mogu izgledati suviše svetlo ili pak prilično tamno.

Nelinearan efekat prenosa signala između električnog i optičkog uređaja dovodi do poremećaja osvetljenosti slike. Za kompenzaciju nelinearnog efekta primenjuje se  $\gamma$ - korekcija.

Histogram predstavlja grafički prikaz prikupljenih podataka. U obradi slike ovi podaci predstavljaju distribuciju svetlosti i tame na slici. Histogram slike predstavlja frekvenciju pojavljivanja različitih nivoa osvetljaja. Histogramom slike je grafički prikazano koliki broj piksela ima određeno (isto) osvetljenje. Na apscisi su vrednosti osvetljenja od 0 do 255, a na ordinati broj piksela koji imaju odgovarajuće osvetljenje.

Izgled histograma ne zavisi od rasporeda piksela na slici, već od toga koliki broj piksela ima isto osvetljenje.

Jedna od najrazvijenijih metoda promene kontrasti slike je  $\gamma$ - transformacija, tj.  $\gamma$ - korekcija slike.

U ovom radu analiziran je efekat  $\gamma$  korekcije na histogram slike. U prvom delu analizirana je test slika Lena dimenzije 512x512 i njen histogram. Nakon toga izvršena je  $\gamma$ - transformacije i urađen histogram tako dobijene slike. Nakon izvršene  $\gamma$ - transformacije u histogramu slike uočavaju se pikovi i gapovi koji nisu prisutni u histogramu originalne slike. Polazeći od test slike čiji su svi elementi jednako zastupljeni i njenog histograma izvršena je prognoza distribucije pikova i gapova na histogramu  $\gamma$ - transformisane slike.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 opisana je  $\gamma$ - transformacija. U sekciji 3 opisana su svojstva  $\gamma$ - transformacije. Sekcija 4 sadrži efekte  $\gamma$ - transformacije. Sekcija 5 je zaključak.

### 2. $\gamma$ -TRANSFORMACIJA

Opšti oblik  $\gamma$ - transformacije je:

$$s = r^\gamma, \quad r \in [0,1], \gamma > 0. \quad (1)$$

U (1)  $\gamma$  je parameter koji određuje intenzitet i pravac transformacije. Pošto je vrednost piksela slike ceo broj to je

potrebno izvršiti zaokruživanje nakon  $\gamma$ -transformacije. Za 8-bitovne slike  $\gamma$ -transformacija može se opisati sa:

$$g_\gamma(x) = \text{round}(f(\gamma, x)), \quad (2)$$

pri čemu je

$$f(\gamma, x) = 255 \cdot \left(\frac{x}{255}\right)^\gamma, \quad \gamma \in (0, \infty), \quad x \in [0, 255]. \quad (3)$$

Prvi i drugi parcijalni izvod funkcije  $f(\gamma, x)$  po  $x$  su respektivno:

$$\frac{\partial f(\gamma, x)}{\partial x} = \gamma \cdot \left(\frac{x}{255}\right)^{\gamma-1}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 f(\gamma, x)}{\partial x^2} = \frac{\gamma(\gamma-1)}{255} \cdot \left(\frac{x}{255}\right)^{\gamma-2}. \quad (5)$$

Rešavanjem jednačine  $\gamma \cdot \left(\frac{x}{255}\right)^{\gamma-1} = 1$  dobija se

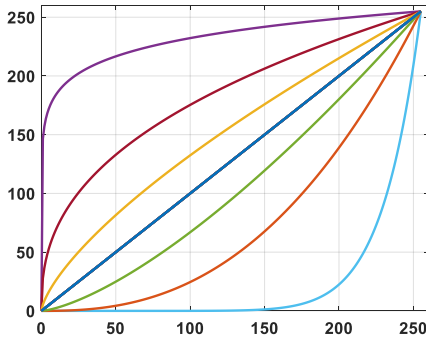
$$x_{\gamma,1} = 255 \cdot \left(\gamma^{\frac{1}{1-\gamma}}\right). \quad (6)$$

**Teorema 2.1.** Ako je  $\gamma < 1$  i  $f'_\gamma(x)$  monotono opadajuća funkcija na  $(0,1)$ , tada postoji jedinstvena tačka  $x_0$  u kojoj je  $f'_\gamma(x_0) = 1$ . Na intervalima  $[a, b] \subset [0, x_0]$  i  $(c, d] \subset (x_0, 1]$  važi:

$$\begin{cases} f_\gamma(b) - f_\gamma(a) > b - a \\ f_\gamma(d) - f_\gamma(c) < d - c \end{cases} \quad (7)$$

**Teorema 2.2.** Ako je  $\gamma > 1$  i  $f'_\gamma(x)$  monotono rastuća funkcija na  $(0,1)$  tada postoji jedinstvena tačka  $x_0$  u kojoj je  $f'_\gamma(x_0) = 1$ . Na intervalima  $[a, b] \subset [0, x_0]$  i  $(c, d] \subset (x_0, 1]$  važi:

$$\begin{cases} f_\gamma(b) - f_\gamma(a) < b - a \\ f_\gamma(d) - f_\gamma(c) > d - c \end{cases} \quad (8)$$



**Slika 1.** Krive gama transformacije za različite vrednosti parametra  $\gamma$ .

### 3. SVOJSTVA $\gamma$ - TRANSFORMACIJE

Osnovna svojstva  $\gamma$ - transformacije mogu se opisati pomoću sledećih teorema [6]:

**Teorema 3.1.** Ako je  $\gamma \in (0,1)$  tada je

$$\begin{cases} g_\gamma(x+1) - g_\gamma(x) \geq 1, & \text{za } x \in [0, x_{\gamma,1} - 1] \\ g_\gamma(x+1) - g_\gamma(x) \leq 1, & \text{za } x \in [x_{\gamma,1} - 1, 254] \end{cases} \quad (9)$$

Ako je  $\gamma \in (1, \infty)$ , onda je

$$\begin{cases} g_\gamma(x+1) - g_\gamma(x) \geq 1, & \text{za } x \in [0, x_{\gamma,1} - 1] \\ g_\gamma(x+1) - g_\gamma(x) \leq 1, & \text{za } x \in [x_{\gamma,1} - 1, 254] \end{cases} \quad (10)$$

Neka su sa  $[x], [x] [x]$  najmanja celobrojna vrednost (ceiling), najveća celobrojna vrednost (flooring) i zaokružena vrednost. Svojstva histograma slike sa gama transformacijom mogu se opisati pomoću sledećih teorema:

**Teorema 3.2.** Ako je  $\gamma < 1$  i vrednost originalnog piksela  $[x_a, x_b] \subset [0, [255x_0]]$  je mapirana unutar  $[g_\gamma(x_a), g_\gamma(x_b)]$  Tada je broj novih generisanih nula vrednosti u histogramu:

$$g_\gamma(x_b) - g_\gamma(x_a) - x_b + x_a \geq 0. \quad (11)$$

Pri čemu je  $x_0$  tačka u kojoj je  $f'_\gamma(x_0) = 1$ .

**Teorema 3.2.** Ako je  $\gamma > 1$  i vrednost originalnog piksela  $[x_a, x_b] \subset [[255x_0], 255]$  je mapirana unutar  $[g_\gamma(x_a), g_\gamma(x_b)]$  Tada je broj novih generisanih nula vrednosti u histogramu:

$$x_b - x_a - g_\gamma(x_b) + g_\gamma(x_a) \geq 0. \quad (12)$$

Pri čemu je  $x_0$  tačka u kojoj je  $f'_\gamma(x_0) = 1$

### 4. EFEKAT $\gamma$ -TRANSFORMACIJE

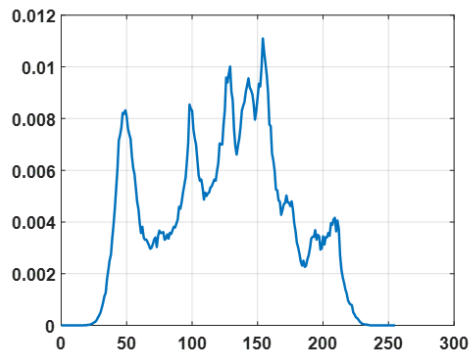
U cilju analize efekta  $\gamma$ -korekcije slike na histogram slike izvršen je sledeći eksperiment nad test slikom Lena (Sl.2). Nad slikom Lena izvršena je  $\gamma$ -transformacija ( $\gamma = 0.67$ ) primenom jednačine (1) i dobijena slika sa vrednostima piksela koje su necelobrojne vrednosti. Zbog toga je izvršeno zaokruživanje vrednosti piksela na najbližu celu vrednost primenom (2).  $\gamma$ -transformisana slika prikazana je na sl.3. Histogram originalne slike prikazan je na sl.4, dok je histogram  $\gamma$ -transformisane slike prikazan na sl.5. Uočava se da se na histogramu  $\gamma$ -transformisane slike pojavljuju nule (gap) i pikovi kojih nema u histogramu originalne slike.



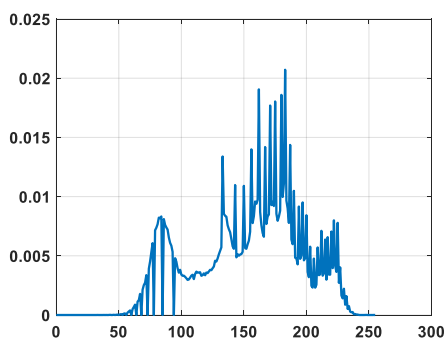
**Slika 2.** Originalna test slika Lena.



**Slika 3.**  $\gamma$ -transformisana slika Lena.

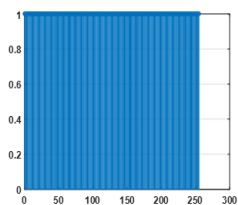


**Slika 4.** Histogram originalne test slike Lena.

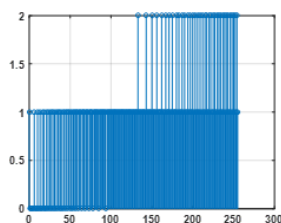


**Slika 5.** Histogram  $\gamma$ -transformisane slike Lena.

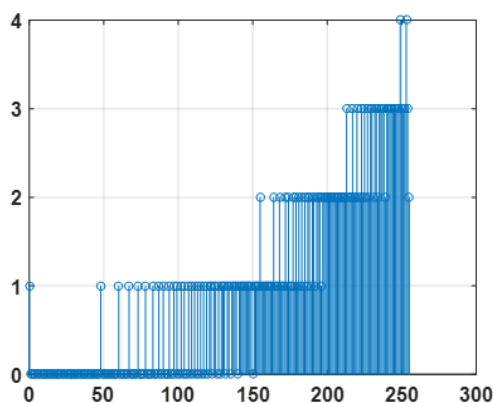
Detaljna analiza pokazuje da je broj gapova i pikova kao i njihova pozicija na osi vrednosti luminanse na histogramu (sl.5) zavisna od vrednosti  $\gamma$ . U cilju prognoze efekta  $\gamma$ -transformacije na histogram slike (broj gapova i pikova) sproveden je sledeći eksperiment. Programski je kreirana sintetička slika kod koje se sve vrednosti luminanse javljaju jednak broj puta. Histogram sintetičke slike prikazan je na (sl.7) Histogram  $\gamma$ -transformisane sintetičke slike za  $\gamma = 0.67$  prikazan je na sl. 8. Histogram za  $\gamma = 0.3$  prikazan je na sl.9. Na sl.8 uočavaju se gapovi i jednostruki pikovi, dok se na sl.9 uočavaju gapovi i višestruki pikovi. Očito je da  $\gamma$ -transformacija, za vrednosti  $\gamma$  bitno različite od 1, pored gapova dovodi do pojave višestrukih pikova.



**Slika 7.** Histogram sintetičke test slike.



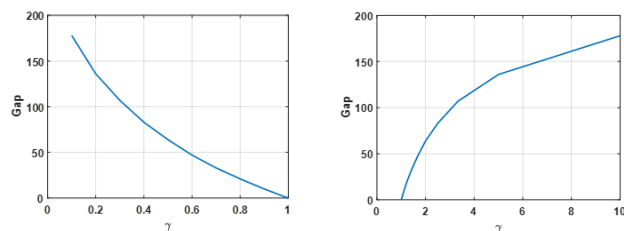
**Slika 8.** Histogram  $\gamma$ -transformisane sintetičke slike za  $\gamma=0.67$ .



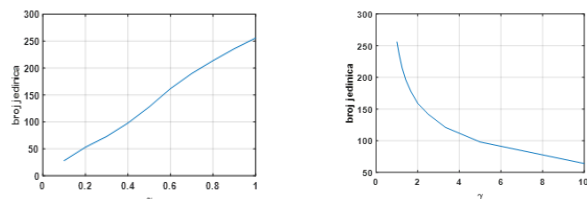
**Slika 9.** Histogram  $\gamma$ -transformisane sintetičke slike za  $\gamma=0.3$ .

Na sl.10 i s prikazan je dijagram zavisnosti broja nula od vrednosti  $\gamma$ , dok su na sl.11 - sl.14 prikazani dijagrami prognoziranih vrednosti pikova: a) jednostruki pikovi (sl.11),

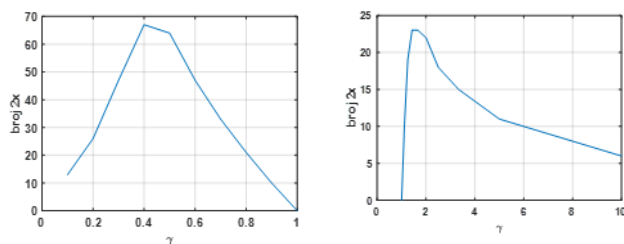
b) dvostruki (sl.12), c) trostruki (sl.13) i d) četvorostruki pikovi (sl.14).



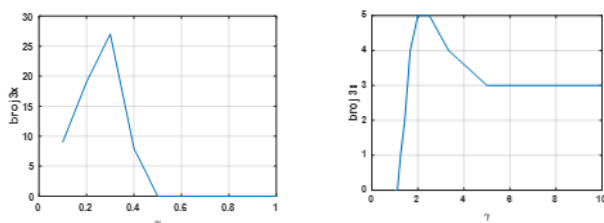
**Slika 10.** Grafički prikaz broja prognoziranih gapova za a)  $\gamma \in (0.1, 1)$  i b)  $\gamma \in (1, 10)$ .



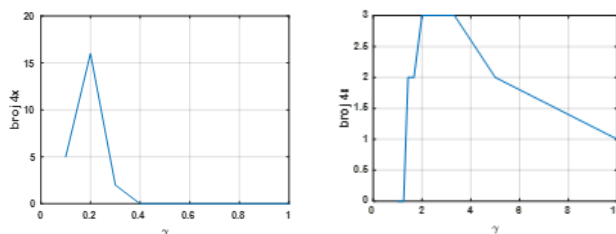
**Slika 11.** Grafički prikaz broja prognoziranih pikova za a)  $\gamma \in (0.1, 1)$  i b)  $\gamma \in (1, 10)$ .



**Slika 12.** Grafički prikaz broja prognoziranih dvostrukih pikova za a)  $\gamma \in (0.1, 1)$  i b)  $\gamma \in (1, 10)$ .



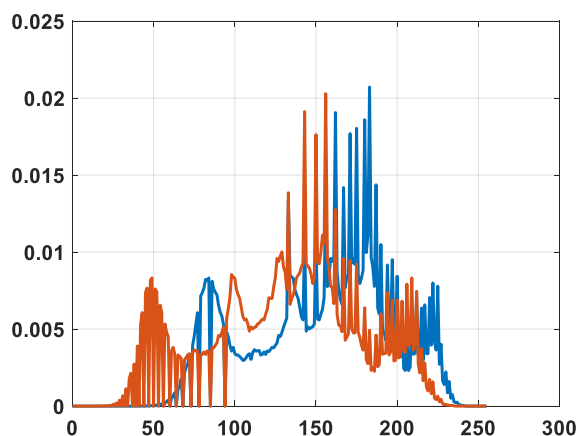
**Slika 13.** Grafički prikaz broja prognoziranih trostrukih pikova za a)  $\gamma \in (0.1, 1)$  i b)  $\gamma \in (1, 10)$ .



**Slika 14.** Grafički prikaz broja prognoziranih četvorostrukih pikova za a)  $\gamma \in (0.1, 1)$  i b)  $\gamma \in (1, 10)$ .

U cilju verifikacije dobijenih rezultata prognoze broja gapova i pikova izvršeno je množenje vrednosti histograma originalne slike sa prognoziranim pozicijama gapova i pikova. Rezultujući histogram prikazan je crvenom bojom na sl.15.

Histogram  $\gamma$ -transformisane slike prikazan je na sl.15 plavom bojom. Prognozirane pozicije gapova i pikova preklapaju se sa pozicijama kod histograma  $\gamma$ -transformisane slike.



Slika 15.. Grafički prikaz histograma nakon gama transformacije i prognozirano histograma.

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan postupak prognoze dejstva  $\gamma$ -transformacije na pozicije gapova i pikova u  $\gamma$ -transformisanoj slici. Upoređivanjem prognozirano i histograma  $\gamma$ -transformisane slike verifikovana je preciznost kod određivanja pozicija gapova i pikova. Pored toga prikazani su dijagrami zavisnosti broja gapova, kao i jednostrukih, dvostrukih, trostrukih i četvorostrukih pikova od faktora  $\gamma$ . Pomoću prikazanih rezultata moguće je vršiti procesiranje

slike u svrhu forenzičkog dokaza da je nad slikom izvršena  $\gamma$ -transformacija. Pored toga ovi rezultati mogu biti inicijalne vrednosti kod algoritama za procenu faktora  $\gamma$ .

## LITERATURA

- [1] P. Singh, R.S. Chadha, *A survey of digital watermarking techniques, applications and attacks*, Int. J. Eng. Innovative Technol. (IJEIT) 2, pp.165–175, 2013.
- [2] G. Cao, Y. Zhao, R. Ni, *Forensic estimation of gamma correction in digital images*, IEEE International Conference on Image Processing, 2097–2100, September 2010.
- [3] M.C. Stamm, K.J.R. Liu, *Forensic detection of image manipulation using statistical intrinsic fingerprints*, IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. 5, pp. 492–506, (3) (2010)
- [4] R.C. Gonzalez, R.E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2007.
- [5] H. Farid, *Blind inverse gamma correction*, IEEE Trans. Image Process. pp.1428–1433, 2001
- [6] P. Wang, F. Liu, C. Yang, and X. Luo, *Parameter estimation of image gamma transformation based on zero-value histogram bin locations*, Signal Processing: Image Communication 64, pp. 33-45, March 2018.

ALGORITAM ZA POUZDANO PREUZIMANJE FAJLOVA  
U USLOVIMA INTERNET KONEKCIJE PROMENLJIVIH PERFORMANSI  
ALGORITHM FOR RELIABLE FILE DOWNLOADS  
IN CONDITIONS OF VARIABLE INTERNET CONNECTION PERFORMANCE

Slavimir Stošović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Lazar Pešić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

Dušan Stefanović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – Najveći izazov u procesu razvoja softvera namenjenog pametnim mobilnim uređajima jeste stabilnost pri radu bez obzira na faktore od kojih direktno zavisi izvršenje samog softvera a na koje se ne može uticati. U ovom radu je predstavljen algoritam koji omogućava stabilno izvršenje softvera direktno zavisnog od Internet konekcije namenjenog Android pametnim mobilnim uređajima. Takođe je predstavljen način razvoj softvera koji sadrži pomenuti algoritam. Ispravan rad projektovanog algoritma i softvera je testiran korišćenjem Mikrotik hAP lite RB941-2nD-TC uređaja u ulozi pristupne tačke kako bi se simulirali prekidi Internet konekcije i oscilacije u brzini otpremanja i preuzimanja.

**Ključne reči:** Pametni mobilni uređaji. Softver. Algoritam. Internet. Mrežna infrastruktura.

**Abstract** – The greatest challenge in the software development process for smart mobile devices is work stability, regardless of the factors directly affecting the execution of the software itself, which can not be influenced. This paper presents an algorithm that enables stable execution of software directly dependent on Internet connection for Android smart mobile devices. A method for developing software containing this algorithm is also presented. The correct operation of the projected algorithm and software was tested using the Mikrotik hAP lite RB941-2nD-TC device as an access point to simulate interruptions of the Internet oscillations in the upload and download speed.

**Key words:** Smart mobile devices. Software. Algorithm. Internet. Network infrastructure.

## 1. UVOD

Zbog svojih naprednih mogućnosti upotreba pametnih mobilnih uređaja je u stalnom porastu. Same mogućnosti pametnih mobilnih uređaja se jednim delom oslanjaju na softver razvijen od strane proizvođača uređaja odnosno softvera koji dolazi zajedno sa operativnim sistemom, dok se drugim delom oslanjaju na softver razvijen od strane programera širom sveta i koji se može preuzeti sa zvaničnih prodavnica.

Većina softvera namenjenog pametnim mobilnim uređajima, bez obzira na to da li je razvijena od strane proizvođača mobilnih uređaja ili je razvijena od strane nezavisnih programera, zahteva pristup internetu. Gotovo je nezamislivo razviti atraktivnu aplikaciju koja ne komunicira sa nekim Web servisom [1]. Čak i aplikacije koje omogućavaju osnovne funkcionalnosti mobilnog uređaja poput pozivanja drugih korisnika, pregled kontakata i kalendar zahtevaju Internet konekciju. Kako Internet konekcija nije konstantna, na programerima je važan zadatak - rešiti probleme usled oscilacija na mreži i omogućiti stabilan rad u bilo kojim uslovima [2], [3]. Potrebno je rešiti probleme prekida Internet konekcije i oscilacije brzine otpremanja podataka (engl. *Upload*) i preuzimanja podataka (engl. *Download*). Jedan od modela rešenja za konkretni problem jeste preuzimanje podataka (fajlova)

neophodnih za neometani rad aplikacije pre njihovog reprodukovanja. Ovaj model je primenljiv kod softvera koji se ne izvršavaju u realnom vremenu. S druge strane, isti je neprihvatljiv kod softvera poput društvenih mreža, prenosa uživo i ostalih tipova softvera koji zahtevaju Internet konekciju za rad u realnom vremenu.

Čak i onda kada je potrebno preuzeti neophodan sadržaj pa nakon toga ga reprodukovati javlja se problem sa prekidom Internet konekcije. U slučaju prekida Internet konekcije tokom preuzimanja podataka može doći do stvaranja oštećenog fajla koji može izazvati velike probleme u toku izvršenja softvera i u krajnjem slučaju dovesti i do pada istog. Za potrebe Android [4], [5] aplikacije koja treba da preuzme sa servera i reprodukuje statične i pokretne slike (video) u vidu reklama razvijen je algoritam za proveru integriteta fajla nakon njegovog preuzimanja.

Nakon razvoja softvera baziranog na algoritmu, potrebno je testirati ispravnost i performanse algoritma sa Internet mrežom različitih performansi. Za testiranje konkretnog softvera iskorišćen je Mikrotik hAP lite RB941-2nD-TC uređaj [6] u ulozi pristupne tačke (engl. *Access Point*) kako bi se simulirali prekidi Internet konekcije i oscilacije u brzini otpremanja i preuzimanja.

## 2. PROJEKTOVANJE ALGORITMA I RAZVOJ SOFTVERA

Razvoj algoritma odnosno softvera koji će dati dobre performanse preuzimanja fajlova sa udaljenog servera bez obzira na kvalitet Internet konekcije temeljno teorijsko znanje. U cilju optimizacije razvijenog algoritma potrebno je vršenje komparativne analize različitih pristupa. Bez obzira na vrstu problema razvoj pomenutog softvera se može podeliti u 4 faze:

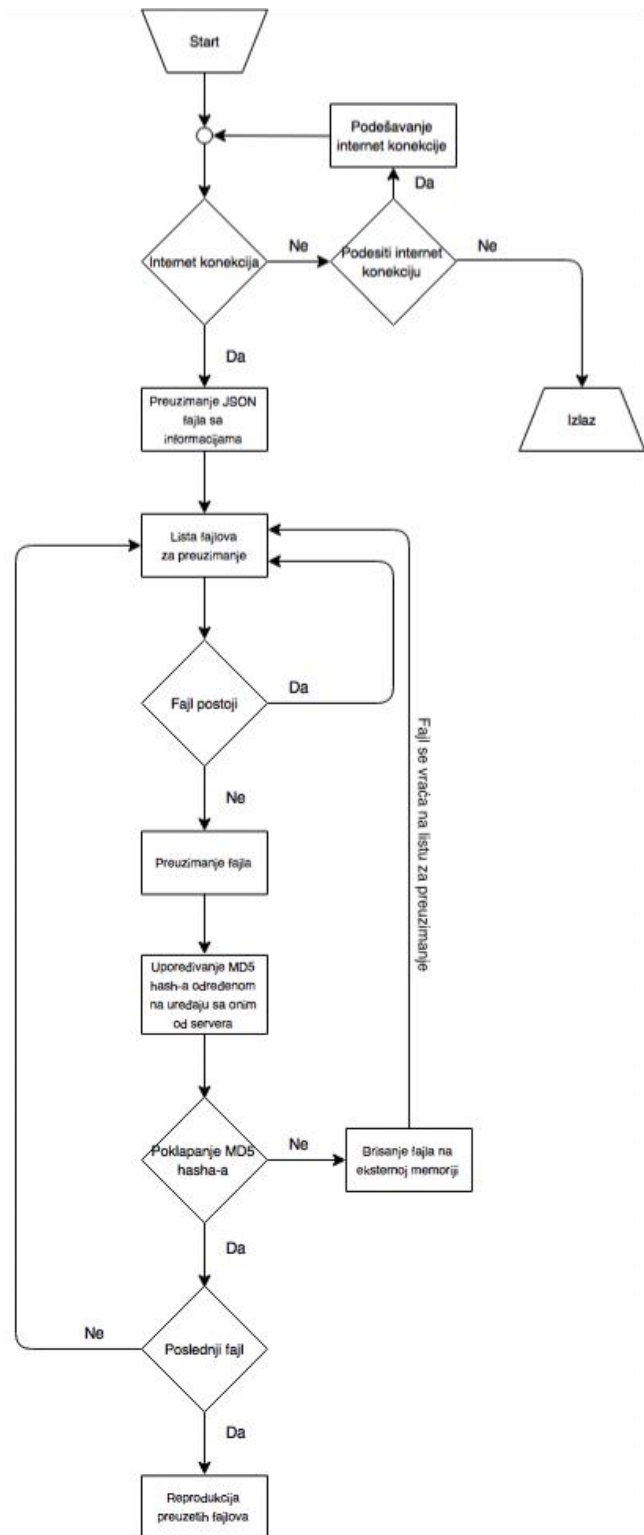
- Definisane problema odnosno formulisanje zadatka podrazumeva njegovo što detaljnije raščlanjivanje na što sitnije probleme. Potrebno je u ovoj fazi problem detaljno opisati jasnim i preciznim terminima.
- Projektovanje algoritma – u ovoj fazi se pronalazi rešenje za konkretni problem. Na osnovu poznatih podataka i krajnjeg cilja definiše se tok izvršenja. Ukoliko dođe do toga da postoje više mogućih rešenja, analiziraju se sva i na osnovu raspoloživih resursa i krajnjeg cilja bira optimalniji algoritam. Ono što je jako bitno jeste da se algoritam razvija sistematično i postepeno kako ne bi došlo do propusta.
- Realizacija algoritma je faza u kojoj se definisani algoritam pretvara u stvarni program koji će se izvršavati na određenom hardveru. Za pisanje softvera se koristi programski jezik predviđen za razvoj konkretnog softvera i vrši se konverzija svakog pravila algoritma u naredbe programskog jezika.
- Testiranje programa se ogleda u otkrivanju logičkih i programerskih grešaka nastalih u raznim fazama razvoja softvera. Praksa je pokazala da većina programa nije potpuno ispravna čak i ukoliko se ispune sve faze razvoja. Neke greške se dešavaju zbog logičkih propusta, neke zbog grešaka u realizaciji algoritma, a neke zbog hardvera na kome se softver izvršava. Na neke greške će upozoriti samo razvojno okruženje, kao na primer greške u sintaksi, međutim na logičke greške razvojno okruženje ne može upozoriti. S toga je potrebno softver proveriti fiktivnim a nakon toga i stvarnim podacima. Ukoliko softver daje nepravilne rezultate potrebno je ograničiti područje u kom je moguće doći do greške i proveravati međurezultate sve dok se ne otkrije problem.

Problem koji je rešen u ovom radu jeste preuzimanje fajlova sa proverom integriteta preuzetih fajlova primenom algoritma prikazanog na Slici 1. Algoritam predstavlja sledeći koraci: Na početku treba proveriti Internet konekciju.

U slučaju da ima Internet konekcije nastaviti izvršenje aplikacije gde bi se preuzeo JSON [7] fajl koji bi sadržao informacije o svim fajlovima koje je potrebno preuzeti za aplikaciju.

Ukoliko nema Internet konekcije ponuditi korisniku izbor:

1. da otvori podešavanja Internet konekcije i poveže se;
2. da izađe iz aplikacije.



Slika 1. Algoritam preuzimanja i provere integriteta fajlova.

Nakon preuzimanja fajla sa informacijama započinje se preuzimanje svih multimedijalnih fajlova.

Ukoliko dođe do prekida Interneta na mreži, i u definisanom vremenskom periodu uređaj ne uspe da se ponovo poveže sa serverom i nastavi preuzimanje podataka, konekcija će se zatvoriti. S obzirom da je prekinuto preuzimanje, fajl neće biti ceo i kao takav je oštećen - beskoristan.

Cilj jeste preuzeti multimedijalne fajlove u celosti kako bi se kasnije reprodukovali. Da bi bili sigurni da su fajlovi preu-

zeti u celosti potrebno je proveriti integritet fajlova. Najčešći pristup provere integriteta fajlova jeste skladištenje checksum-e (hash) samog fajla koji će služiti za kasnije poređenje na drugoj strani. Algoritmi koji se mogu iskoristiti su sledeći: CRC32, MD5, SHA-1, SHA-256, SHA-512. CRC se ne smatra kontrolom integriteta kriptografskog kvaliteta jer ukoliko dođe do napada koji će uticati na integritet fajla, napadač može ubaciti loše podatke koji će imati isti CRC kao i originalni podaci. S toga se izbegava njegovo korišćenje u ovu svrhu. Svi ostali se mogu koristiti.

Za utvrđivanje integriteta fajlova u prikazanom radu je iskorišćen MD5 (engl. *Message Digest #5*) najčešći standard za proveru integriteta fajlova koji se danas koristi sirom sveta. MD5 kodovi su 128-bitni brojevi prikazani u heksadecimalnom formatu.

Na serveru prilikom unošenja fajlova je potrebno odrediti MD5 hash fajla i dodati postojećem JSON fajlu. S toga je potrebno i na klijentskoj strani softvera odrediti MD5 hash samog fajla i uporediti sa MD5 hash-om koji je dobijen od servera. U slučaju da je došlo do prekida saobraćaja na mreži ova dva hash-a se nikada neće poklopiti što će nagovestiti da fajl nije preuzet u celosti. Samim tim potrebno ga je obrisati i pokretati njegovo preuzimanje iznova i iznova sve dok se ne preuzme u celosti.

Sigurnost Android operativnog sistema [8] je regulisana preko korisničkih permisa [9] koje su podeljene u 2 grupe:

- normalne (permise koje je potrebno navesti u *AndroidManifest.xml* fajlu ali koje ne utiču na sigurnost korisničkih podataka);
- opasne (permise koje se mogu zloupotrebiti kako bi se ugrozili poverljivi korisnički podaci poput kontakata, liste poziva, lokacije ali i podataka sa eksterne memorije).

Ako aplikacija sadrži normalne permise u svom *AndroidManifest.xml* fajlu (permise koje ne izlažu riziku korisničku privatnost ili funkcionisanje uređaja), sistem će ih automatski prihvatiti. Ukoliko aplikacija sadrži opasne permise u svom *AndroidManifest.xml* fajlu (permise koje mogu potencijalno uticati na korisničku privatnost i normalne funkcionalnosti uređaja), sistem će eksplicitno zatražiti od korisnika odobrenje tih permisa. Kako se u ovoj aplikaciji preuzimaju i smeštaju fajlovi na eksternoj memoriji, potrebno je navesti u *AndroidManifest.xml* fajlu (a kasnije i prihvatiti od strane korisnika) permise za upis i čitanje sa eksterne memorije iz grupe opasnih permisa:

```
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
<uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE" />
```

Korisničke permise se prihvataju na 2 načina u zavisnosti od verzije Android operativnog sistema. Do verzije 6.0 sa kodnim nazivom: Marshmallow, korisničke permise su se prihvatale instaliranjem aplikacije. Korisnik nije imao nikakvog izbora. Ukoliko je želeo koristiti neku aplikaciju bio je primoran prihvatiti sve permise koje su bile sadržane u njoj. Nakon objavljivanja verzije Android 6.0 korisnik ima prava izbora koje će permise dozvoliti aplikaciji a koje ne. Naravno, neprihvatanje određene permise će rezultovati zabranom obavljanja određenih funkcionalnosti. U konkretnom primeru neprihvatanje permisa neće dozvoliti korisniku korišćenje

aplikacije jer je čitanje i upis fajlova na eksternoj memoriji primarni deo algoritma.

### 3. PROVERA ISPRAVNOSTI ALGORITMA I TESTIRANJE SOFTVERA

Ključ dobrog bežičnog umrežavanja je pravilno planiranje, što zahteva definisanje niza ciljeva. Definisanje minimalne jačine signala je gotovo uvek sastavni deo toga. Željena jačina signala varira od mnogih faktora poput interferencije u okolini, broja klijenata na mreži, željena brzina prenosa, svrha aplikacije i sl. Definisanje jačine signala je dosta složeno. Najtačniji način merenja jeste izraziti jačinu signala u milivatima - mW (engl. *milliwatts*) međutim ovakvim pristupom kao rezultat se dobija veliki niz decimala. Na primer -40 dBm iznose 0.0001mW. Broj nula se povećava padom jačina signala. S toga se sve češće pribegava merenju jačine signala u decibelima u odnosu na mili vat.

Standard za razvoj aplikacija poput razmene elektronske definiše da je dovoljno obezbediti jačinu signala od -70 dBm, za aplikacije poput audio poziva i prenosa video sadržaja potrebno je obezbediti -67 dBm ali je poželjno obezbediti -65 dBm ukoliko se to realizuje putem mobilnih telefona pod operativnim sistemima Android i iOS. Sve vrednosti date su u Tabeli 1.

**Tabela 1.** Poželjne jačine signala za određene namene

Jačina signala	Opis	Potrebna za
-30dBm	Preporučena jačina signala za sve namene.	N/A
-67dBm	Minimalna jačina signala za aplikacije koje zahtevaju pouzdanu i vremenski tačnu dostavu paketa.	Audio i video prenos
-70dBm	Minimalna jačina signala za pouzdanu dostavu paketa	Razmena elektronske pošte/ veb
-80dBm	Minimalna jačina za osnovno povezivanje	N/A
-90dBm	Mogućnost za funkcionisanje aplikacija je izuzetno mala	N/A

S povećanjem udaljenosti jačina signala opada, ali najveći problem predstavljaju fizičke prepreke između ova dva entiteta [10]. U idealnim uslovima pri optičkoj vidljivosti distanca između mobilnog uređaja i pristupne tačke može iznositi i do par kilometara međutim to u praksi nije baš tako. Kako se radi o mobilnim uređajima teško je uvek postići optičku vidljivost sa pristupnom tačkom.

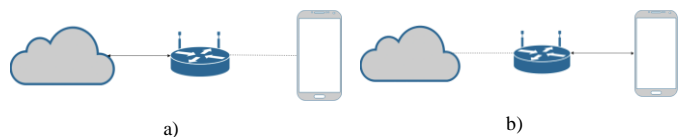
Da li će doći do prekida komunikacije zavisi ne samo od udaljenosti mobilnog uređaja od pristupne tačke i da li postoji neki predmet između ova dva uređaja već zavisi i od fizičkih svojstava samog predmeta koji predstavlja prepreku. Takođe mogu uticati i smetnji koje izazivaju mikrotalasne rerne, bežični telefoni i blutut (engl. *Bluetooth*) uređaji.

Nakon ispravnog podešavanja Mikrotik uređaja u režimu rada AP, povezivanjem Android mobilnog uređaja na isti, može se pristupiti testiranju softvera. Testiranje se zasniva na simulaciji realnih dešavanja poput prekida komunikacije



između mobilnog uređaja i pristupne tačke i prekida komunikacije između pristupne tačke i Interneta.

Prvi vid testiranja se odnosi na prekid komunikacije između pristupne tačke i mobilnog uređaja (Slika 2a).



**Slika 2.** Prekid komunikacije: a) između pristupne tačke i uređaja, b) između Interneta i pristupne tačke.

Pokretanjem aplikacije započinje se preuzimanje sadržaja. Ukoliko u jednom trenutku se isključi *wlan1* interfejs i time isključi mreža na kojoj je povezan mobilni uređaj, sam uređaj će obustaviti preuzimanje sadržaja i zatvoriti konekciju. Tom prilikom će emitovati izuzetak (engl. *Exception*) `java.net.SocketException`:

```
10-04 19:30:27.447 30554-3553/
com.lazarpesic.mobiledevelopment.md5test V/test: ja-
va.net.SocketException: Software caused connection abort
```

Razvijeni algoritam će u ovom slučaju kreirati MD5 hash preuzetog fajla i uporediti ga sa MD5 hash vrednoću dobijene od servera. Kako se fajl nije preuzeo u potpunosti ove vrednosti neće biti podudarne, po algoritmu softver briše ovaj fajl i započinje ponovno preuzimanje istog.

Drugi vid testiranja se odnosi na prekid komunikacije između interneta i pristupne tačke (Slika 2b). Ponovnim pokretanjem aplikacije započinje se preuzimanje sadržaja. U određenom trenutku je potrebno isključiti interfejs na kome je pristupna tačka povezana sa Internetom – *ether1*. Telefon u ovom slučaju ostaje povezan sa pristupnom tačkom ali nema dolaznog saobraćaja i mogućnosti preuzimanja fajlova. Internet saobraćaj je prekinut.

Ukoliko se *ether1* interfejs isključi na 2 sekunde a zatim ponovo uključi aplikacija ne nastavlja preuzimanje. Aplikacija ostaje zamrznuta u while petlji pokušavajući da završi preuzimanje fajla.

```
byte data[] = new byte[8192];
int read;
while ((read = input.read(data)) > 0) {
    output.write(data, 0, read);
}
```

Vrednost promenljive *read* prikazan je u konzoli:

```
10-06 22:44:44.974 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1282
10-06 22:44:44.975 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1448
10-06 22:44:44.976 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1443
10-06 22:44:44.978 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1448
10-06 22:44:44.979 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1448
10-06 22:44:44.981 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1022
10-06 22:44:44.982 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 418
10-06 22:44:44.984 32066-
32092/lazarpesic.mobiledevelopment.demoapp E/.....: 1448
```

Kako je predefinisano u algoritmu čekanje na ostvarenje ponovne komunikacije, nakon isteka tog perioda softver zatvara konekciju i ponavlja se postupak provere MD5 hash-a kao kod prvog testiranja.

Bez obzira na emitovane izuzetke aplikacija je iznova i iznova pokušavala preuzeti sve podatke što je na kraju i uspešno obavila.

## 4. ZAKLJUČAK

U cilju realizacije pouzdane aplikacije koja će preuzimati fajlove sa udaljenog servera bez obzira na kvalitet Internet konekcije razvijen je poseban algoritam koji proverava integritet fajlova i vrši uspešno preuzimanje. Da bi simulirali različite performanse bežične Internet konekcije korišćen je mikrotik ruter. Ispravnost i pouzdanost algoritma je testirana kako bi se izvršila njegova provera.

## LITERATURA

- [1] L. Pešić, “Android Design Support biblioteke u postupku dizajniranja web stranica”, završni rad, 2015.
- [2] Razlika 3G i 4G mreže, [http://www.diffen.com/difference/3G\\_vs\\_4G](http://www.diffen.com/difference/3G_vs_4G), septembar 2017.
- [3] N. Stojanović, “Mobilna telefonija četvrte generacije LTE”, specijalistički rad, Visoka tehnička škola Niš, 2013.
- [4] W. M. Lee, Android 4 Application Development, John Wiley & Sons, Inc., 2012.
- [5] R. Boyer i K. Mew, Android Application Development Cookbook, Packt Publishing 2015.
- [6] Mikrotik uređaj, <https://mikrotik.com/product/RB941-2nD-TC>
- [7] JSON dokumentacija, <http://www.json.org/json-sr.html>, septembar 2017.
- [8] N. Elenkov, Android Security Internals, No Starch Press Inc., 2015.
- [9] Korisničke permise, <https://developer.android.com/guide/topics/manifest/use-s-permission-element.html>, septembar 2017.
- [10] V. Stanković, “Uticaj interference preklapanjem kanala na protok podataka u bežičnim lokalnim mrežama”, specijalistički rad, 2013.
- [11] Jačina WiFi signala, <https://support.metageek.com/hc/en-us/articles/201955754-Understanding-WiFi-Signal-Strength>, oktobar 2017.



## IDENTIFIKACIJA WEB KORISNIKA PRIMENOM OTVORENOG AUTORIZACIONOG PROTOKOLA OAUTH 2.0

### WEB USERS IDENTIFICATION BASED ON OPEN AUTHORIZED PROTOCOL OAUTH 2.0

Zoran Veličković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu je razmatrana autentifikacija korisnika Web aplikacije otvorenim protokolom OAuth 2.0. Ovaj autentifikacioni protokol omogućava identifikaciju korisnika putem autentifikacionog servera nekog eksternog servisa. U radu je demonstrirana autentifikacija korisnika u prikazanoj Web aplikaciji korišćenjem autentifikacionog servera Google+ primenom OAuth 2.0 protokola. Prikazana je procedura registracije Web aplikacije na Google+ autentifikacionom serveru kako bi zahtev za autentifikacijom bio prihvaćen. Program je realizovan u programskom jeziku PHP uz korišćenje specijalizovanog API kompanije CodexWorld.

**Ključne reči:** OAuth 2.0, Autentifikacija, Autorizacija, Google+, Korisnički akreditiv

**Abstract** - This paper examines the authentication of Web application users with the open protocol OAuth 2.0. This authentication protocol allows you to identify users through the authentication server of an external service. The paper demonstrates the authentication of users in the realized Web application using the authentication server Google+ using OAuth 2.0 protocols. The procedure for registering a Web application on Google+ authentication server is displayed in order for the authentication request to be accepted. The program was implemented in the PHP programming language using the CodexWorld API.

**Key words:** OAuth 2.0, Authentication, Authorization, Google+, Customer L / C.

#### 1. UVOD

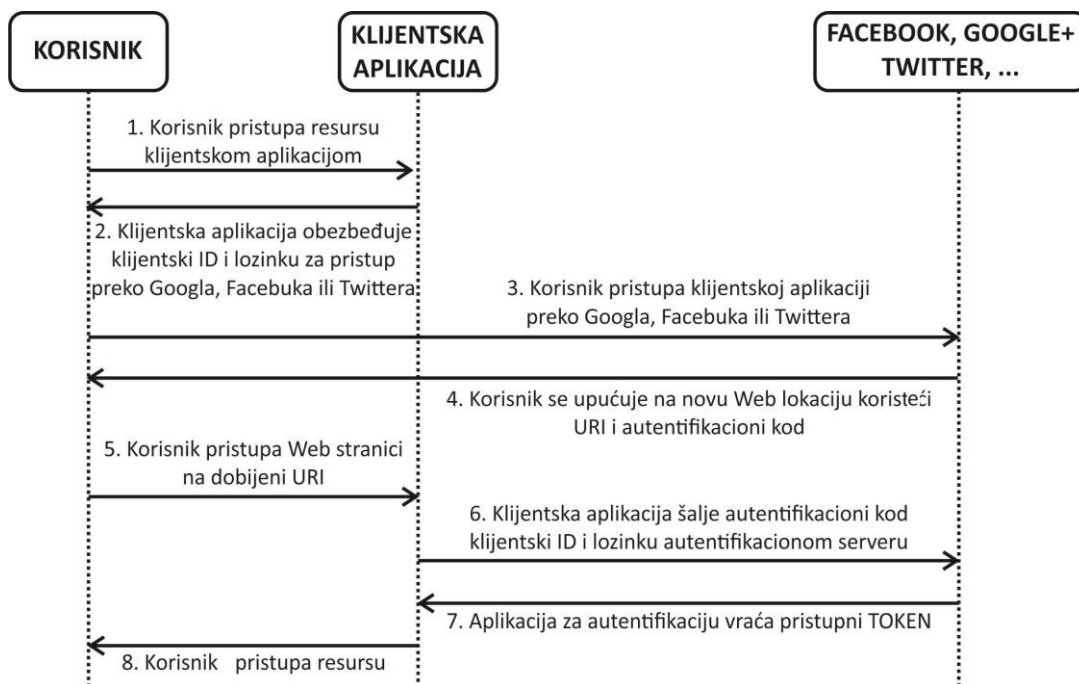
Svedoci smo pojave da korišćenje nekih Web aplikacija postaje deo svakodnevnih aktivnosti korisnika. Tako npr. pretraživanje sadržaja na Web-u ili pristup privatnoj ili poslovnoj elektronskoj pošti su uobičajene aktivnosti većine prosečnih Internet korisnika [1]. Svakodnevna prisutnost korisnika na Internetu povećava njihove bezbednosne rizike [2]. Programeri Web aplikacija moraju voditi računa o bezbednosti svojih korisnika i pružiti im uverenje da su njihove stranice bezbedne. Ako se dozvoli pristup Web stranicama samo autentifikovanim korisnicima, bezbednosni rizik se snižava.

Osnovni bezbednosni koncept koji se može naći na većini Web stranica je autentifikacija korisnika putem korisničkog imena i lozinke [3]. Da bi se ovaj jednostavan bezbednosni koncept mogao primeniti i u bezbedno-rizičnim Web aplikacijama, on mora posedovati snažan sistem kontrole pristupa. Sistemi za kontrolu pristupa su bazirani na pouzdanim algoritmima koji regulišu pristup podacima ili nekim specifičnim funkcionalnostima Web stranice. Da bi se podigao nivo bezbednosti, odobrava se pristup poverljivim podacima i bezbednosno-rizičnim funkcionalnostima Web stranice samo onim korisnicima kojima je ta mogućnost predviđena [1], [2].

Standardni algoritam pristupne kontrole se zasniva na dve bezbednosne komponente [3] *autentifikaciji* i *autorizaciji*. U praksi se ove dve komponente poistovećuju što često dovodi do nerazumevanja i pogrešne primene.

Autentifikacija je proces u kome treba da se pouzdano utvrdi da je korisnik upravo taj kojim se predstavlja. U praksi se ovaj postupak zasniva na zahtevu da subjekt pruži određene (unikatne) podatke po kojima Web aplikacija može utvrditi da je subjekt upravo taj kojim se predstavlja. Sa druge strane, autorizacija je proces u kome se utvrđuju prava pristupa resursima za autentifikovanog korisnika. Iz definicije autorizacije jasno je da se ona odvija posle procesa autentifikacije. Kod nekih bezbednosnih algoritama se može implementirati komponenta autentifikacija bez autorizacije, ali ne i autorizacija bez komponente autentifikacije.

Ako se za autentifikaciju koristi samo jedan parametar (akreditiv) onda se ona naziva jednoparameterska, odnosno, ako se koriste dva ili više akreditiva naziva se dvostruka ili multiparameterska autentifikacija. Jasno je da je multiparameterska autentifikacija mnogo bezbednija od jednoparameterske. Međutim, sa korisničkog stanovišta multiparameterska autentifikacija je manje pogodna jer zahteva pamćenje veće količine (poželjno) nesmislenih podataka. Ako se tome doda da treba zapamtiti akreditive za sve korišćene Web aplikacije, to može izazvati ozbiljne probleme korisnicima u korišćenju ove tehnologije. Na Webu se najčešće primenjuje dvostruka autentifikacija korišćenjem korisničkog imena i lozinke. Korisnici koji unesu ispravno korisničko ime i lozinku smatraju se autentifikovanim. Ovo je osnovni način autentifikacije razvijen prevashodno za desktop aplikacije, ali je svesrdno prihvaćen i od Web aplikacija. Da bi se bezbednost podigla na viši nivo,



Slika 1. Arhitektura otvorenog OAuth 2 protokola

OWASP (engl. *Open Web Application Security Project*) je kreirao preporuke za korišćenje ove tehnologije [4]. Prednosti dvostruke autentifikacije su niska cena i jednostavna implementacija. Nedostatak ovog koncepta je postizanje dovoljno sigurne šeme za proveru korisničkog imena i lozinke.

Prema ovom konceptu svaka Web aplikacija ima posebnu bazu podataka u kojoj čuva važeće korisničke akreditive. Iz bezbednosnih razloga korisnici koriste različite akreditive na različitim Web stranicama. Ideja da sve Web stranice koje koristi korisnik imaju samo jednu bazu podataka i koriste isti akreditiv zvuči primamljivo. Ova ideja je realizovana otvorenim OAuth protokolima u verzijama 1 i 2.0 [5] - [10].

## 2. OAuth 2.0

OAuth 2.0 je bezbednosni komunikacioni protokol koji obezbeđuje razmenu informacije između dva mrežna entiteta (servisa) na siguran i pouzdan način. Za razmenu informacija između dva mrežna entiteta koristi se transportna usluga HTTP protokola. OAuth protokol je našao primenu u sledećim situacijama [5].

- Kada je potrebno dozvoliti korisniku da se autentifikuje aplikaciji drugim – eksternim nalogom. Tako npr. može se kreirati Web stranica koja dozvoljava prijavljivanje nalozima kreiranim na Twitter-u, Google+-u ili Facebook-u. Ovaj način autentifikacije je poznat kao *federalni identitet*.
- Kada je potrebno omogućiti pristup resursima jednog servisa drugom servisu. Na primer, Google+ pristupa vašim objavama u ResearchGate-u u svoje ime. Ovaj način autentifikacije je poznat kao *delegirani identitet*.

Obe primene omogućavaju stvaranje moćnih Web aplikacija koje se međusobno mogu integrisati. Na Sl. 1. je prikazana arhitektura otvorenog OAuth protokola [6].

Definisana su tri entiteta: korisnik, klijentska aplikacija i autentifikacioni server. Primena OAuth 2.0 protokola se može opisati u sledećim koracima.

Korak 1 - Korisnik pristupa resursima preko klijentske Web aplikacije.

Korak 2 – Klijentska aplikaciji poseduje klijentov ID i lozinku klijenta koja je dobavljena tokom registracije.

Korak 3 - Korisnik se prijavljuje koristeći aplikaciju za potvrđivanje identiteta. Klijentski ID i lozinka su jedinstveni na serveru za autorizaciju.

Korak 4 – Autentifikacioni server preusmerava korisnika na odgovarajući URI (eng. *Uniform Resource Identifier*) koristeći autorizacioni kod.

Korak 5 - Korisnik pristupa stranici koja se nalazi na preusmerenom URI-u u klijentskoj aplikaciji.

Korak 6 - Klijentska aplikacija šalje ID i lozinku klijenta na server za autorizaciju.

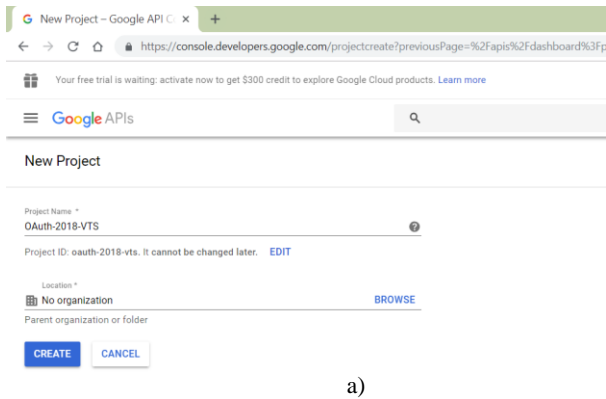
Korak 7 - Aplikacija za autorizaciju vraća klijentskoj aplikaciji token za pristup.

Korak 8 - Kada klijentska aplikacija dobije token za pristup, korisnik započinje pristup resursima vlasnika resursa koristeći aplikaciju klijenta.

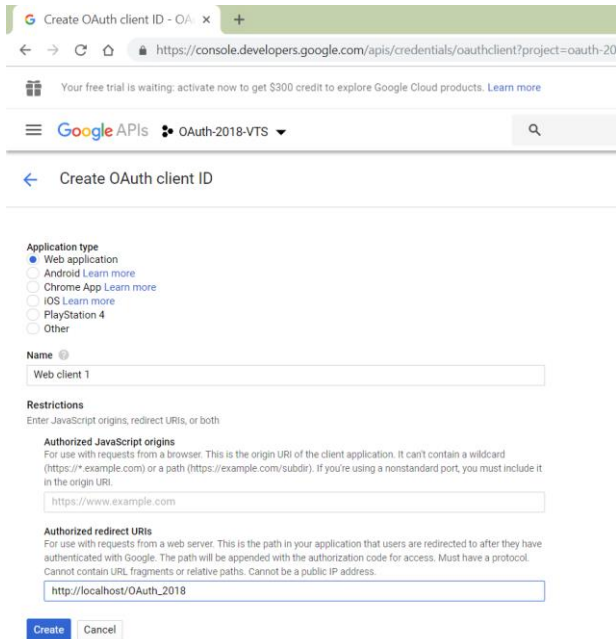
## 3. WEB APLIKACIJA OAuth-2018-VTS

Generalno, proces izrade Web aplikacije koja koristi OAuth 2.0 protokol može se predstaviti u četiri koraka [8]-[10].

1. Web aplikaciju treba registrovati za željeni servis. Web aplikacija se registruje u razvojnoj sekciji autentifikacionog servera. U našem slučaju za eksternu autentifikaciju sw koristi OAuth 2 protokol i Google+ server [11] -[13].

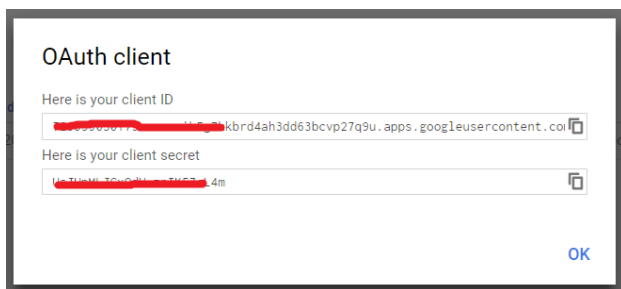


a)

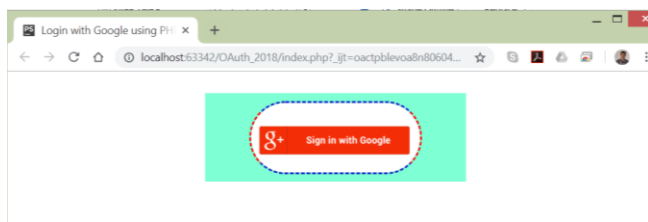


b)

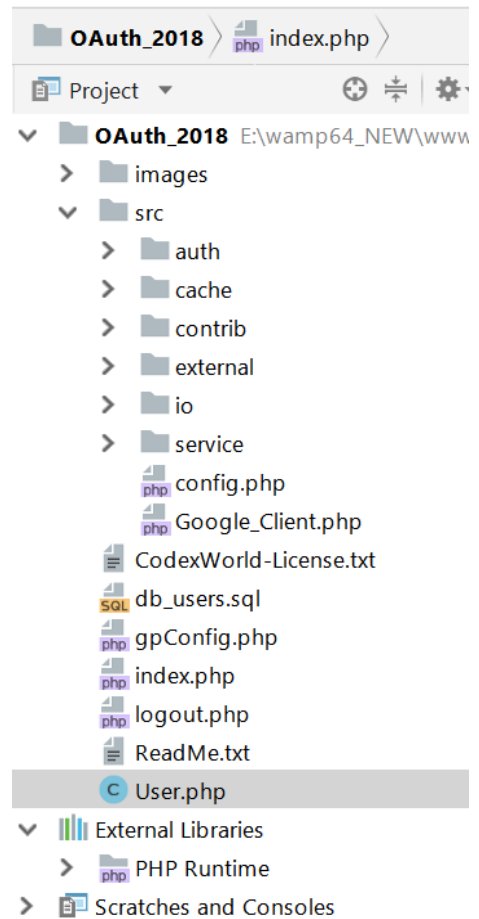
Slika 2. Google+ API a) registriranje tipa aplikacije b) kreiranje OAuth klijentskog ID-a.



Slika 3. Dobijeni parametri registrovane klijentske aplikacije OAuth-2018-VTS



Slika 4. Izgled klijentskog dela Weab aplikacije koja traži eksternu autentifikaciju korišćenjem Google+ autentifikacionog servera.



Slika 5. Arhitektura OAuth\_2018 Web aplikacije realizovane programskim jezikom PHP u integrisanom razvojnom i izvršnom okruženju PHPStorm.

2. Dobijene identifikacione podatke (tokene) treba zapamtiti i ugraditi u Web aplikaciju kako bi ih mogla upotrebiti za pristup autentifikacionim parametrima.
3. Iskoristiti dobijene tokene za pristup zaštićenom resursu.
4. Ako je potrebno, osvežite svoj token za pristup.

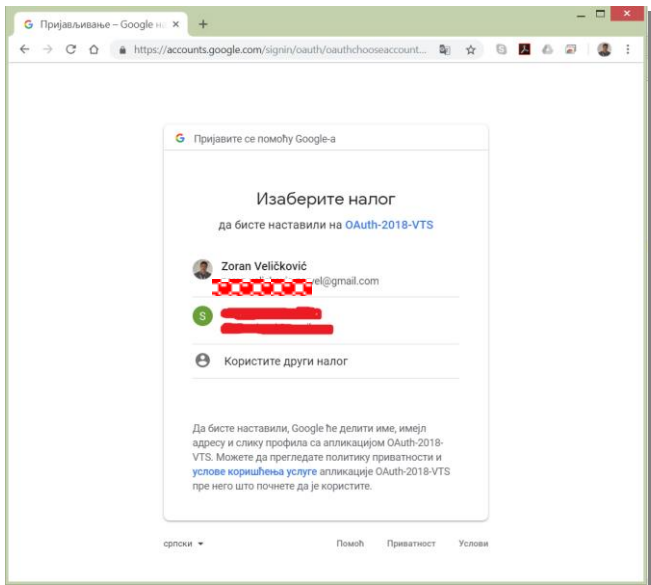
Slike 2-7 se odnose na realizovan OAuth 2.0 projekat u programskom jeziku PHP.

Na slici 2a) prikazan je izgled Web stranice (Google API Console [12]) prilikom registracije klijentske aplikacije OAuth-2018-VTS na Google+ autentifikacionom serveru. Na slici 2b) je prikazan izgled Web stanice za dobijanje akreditiva za registrovanu klijentsku Web aplikaciju.

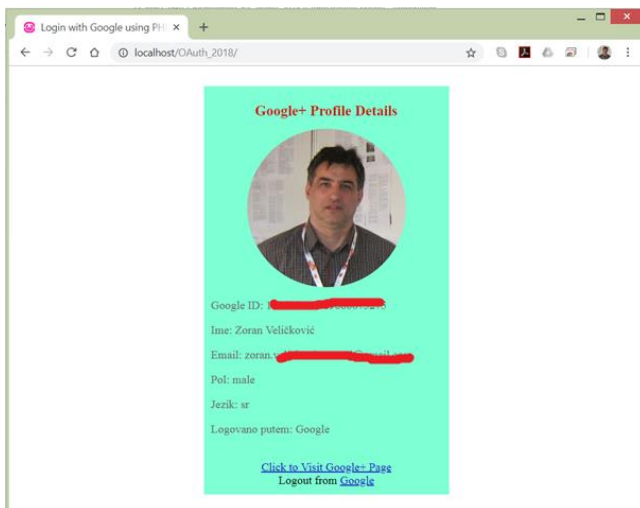
Na slici 3 prikazani su parametri dobijeni prilikom registracije OAuth-2018-VTS Web aplikacije na Google+ autentifikacionom serveru. Ovi parametre treba zapamtiti jer se kasnije koriste u procesu autentifikacije.

Na slici 4 prikazan je izgled klijentskog dela OAuth-2018-VTS Web aplikacije koja zahteva eksternu autentifikaciju na Google+ autentifikacionom serveru. Prikazana Web aplikacija se sastoji od forme sa jednim dugmetom kojim se aktivira eksterna autentifikacija zasnovana na OAuth 2 protokolu.

U ovom, praktičnom, delu rada je opisana primena OAuth 2 autentifikacionog algoritma. Kao autentifikacioni server je korišćen Google+, a razvijen je deo klijentske Web aplikacije



Slika 6. Prilikom identifikacije pozivom Google+ autentifikacije, potrebno je izabrati željeni registracioni nalog na Google serveru.



Slika 7. Prikaz registracionih podataka u Web aplikaciji koje je prosledio OAuth 2.0 autentifikacioni server Google+.

Na slici 6 prikazan je izgled Web stranice prilikom eksterne autentifikacije na Google+ autentifikacionom serveru. Sa slike se može uočiti da treba selektovati registracioni nalog na Google+ serveru koja će se koristiti prilikom autentifikacije. Posle izbora registracionog naloga, klijentskoj aplikaciji biće dostavljeni registracioni parametri izabranog Google+ naloga. Pored adrese elektronske pošte, Google+ će klijentskoj aplikaciji dostaviti i korisničko ime, Google ID i jezik koji korisnik preferira. Podaci koje je dostavio autentifikacioni Google+ server se prikazuju u klijentskom delu aplikacije, a potom se pamte u bazi podataka korisnika ove Web aplikacije. Ovde treba naglasiti da se u registracionom postupku mora dostaviti URL na koji će se korisnik posle autentifikacije uputiti.

Na slici 7 je dat prikaz registracionih podataka u Web aplikaciji koje je prosledio OAuth 2.0 autentifikacioni server Google+. Stilizacija prikazanih podataka je realizovana CSS-om koji je pridružen HTML kodu aplikacije OAuth-2018-VTS. Citav projekat OAuth 2 autentifikacije je realizovan u programskom jeziku PHP uz korišćenje funkcija iz biblioteke

koju je realizovala kompanija *Codexworld* [14]. Kao razvojno okruženje korišćen je programski paket *PHPStorm*. Arhitektura OAuth\_2018 PHP aplikacije u IDE-u *PHPStorm* je prikazana na slici 5. Projekat se sastoji od više foldera u koje su smešteni izvorni PHP kodovi. U okviru ove aplikacije je kreirana i MySQL baza podataka u kojoj se skladište podaci o autentifikovanim korisnicima.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana autentifikacija korisnika u Web aplikaciji otvorenim protokolom OAuth 2.0. OAuth 2.0 protokol rešava problem autentifikacije korisnika koji poseduju više korisničkih imena na više Web aplikacija. Iz bezbednosnih razloga ovi korisnički akreditivi moraju biti nesmisleni i različiti. Kreatori Web aplikacija se na ovaj način oslobađaju vođenja računa o bazi podatak korisnika koja je često podložna bezbednosnim rizicima. Izuzetno posećene Web aplikacije kao što su Facebook ili Google+ izuzetno vode računa o bezbednosti podataka i primenjuju najnovije bezbednosne tehnologije. OAuth 2.0 protokol omogućava identifikaciju korisnika putem autentifikacionog servera nekog eksternog servisa. U radu je demonstrirana autentifikacija korisnika u prikazanoj Web aplikaciju koristeći autentifikacioni server Google+. Da bi razvijena Web aplikacija mogla da koristi usluge autentifikacionog Google+ servisa, ona se mora prethodno registrovati za tu uslugu. Demonstriran je način registracije Web aplikacije i obavljena je njena evaluacija. Sistem autentifikacije putem Google+ servera je besprekorno funkcionisao. Aplikacija autentifikacije je realizovana u programskom jeziku PHP uz korišćenje specijalizovanih *CodexWorld* klasa. Kreirane su biblioteke za korišćenje OAuth 2.0 protokola za sve popularne programske jezike koje ga čine lako dostupnim.

## LITERATURA

- [1] B. Sullivan, V. Liu, *Web aplicatio security beginners guide*, McGraw Hill, 2012.
- [2] Z. Veličković, Z. Milivojević, D. Blagojević, M. Veličković "Personalna biometrijska identifikacija zasnovana na skremblovanom vodenom žigu", *INFOFEST*, pp. 137-145, Budva 2017.
- [3] Hanqing Wu, Liz Zhao, *Websecurity a WhiteHat Perspective*, CRC Pres, Taylor & Francis Group, LLC, 2015.
- [4] <https://www.owasp.org>
- [5] D. Hardt Ed., *The OAuth 2.0 Authorization Framework*, RFC 6749, <http://tools.ietf.org/html/>, 2012.
- [6] M. Spasovski, *OAuth 2.0 Identity and Access Management Patterns*, Packt Publishing, 2013.
- [7] C. Bihis, *Mastering OAuth 2.0*, Packt Publishing, 2015.
- [8] R. Boyd, *Getting Started with OAuth 2.0*, O'Reilly Media, Inc., 2012.
- [9] <https://oauth.net/2/>
- [10] E. Hammer-Lahav, Ed. *The OAuth 1.0 Protocol*, 2010.
- [11] <https://console.developers.google.com/>
- [12] <https://developers.google.com/apis-explorer/#p/>
- [13] <https://developers.google.com/identity/protocols/OAuth2?csw=1>
- [14] <https://www.codexworld.com/login-with-github-oauth-api-using-php/>

## ELEMENTI UX I UI U PROCESU KREIRANJA DIGITALNOG PROIZVODA ELEMENTS OF UX AND UI IN THE DIGITAL PRODUCT CREATING PROCESS

Dejan Blagojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Ivona Ćirić, *Elektrotehnička i građevinska škola "Nikola Tesla", Narodnog fronta 1, Zrenjanin*

**Sadržaj** - U savremenom svetu, digitalni proizvodi postaju dominantni na tržištu. Preduslov za njihov kvalitet nalazi se pre svega u dobroj pripremi i analize zahteva tržišta. Ključni elementi u pomenutoj projekciji jesu kvalitetno pripremljeni i urađeni UX i UI dizajni. UX dizajn predstavlja jedan od glavnih elemenata diferencijacije web prezentacije od konkurencije na tržištu. Njen značaj, bazira se na što većem stepenu vidljivosti a na bazi elementa specifične metrike. Uspeh UX dizajna bazira se na pravilno definisanoj strategiji koja ima za cilj da korisničko zadovoljstvo podigne na najveći mogući nivo. Na taj način, web prezentacija ili web proizvod biće dominantan u odnosu na konkurenciju. To znači da je "digitalni proizvod" pažljivo proučen, dizajniran i validiran kroz različita testiranja i da je UX strategija dobro pripremljena. U ovom radu biće predstavljeni elementi razvojne strategije UX-a u cilju kreiranja i dobijanja kvalitetnog digitalnog proizvoda sa stanovišta njegovog UI dizajnera.

**Ključne reči:** UX, UI, dizajn, strategije, digitalni proizvod.

**Abstract** – In the modern world, digitalized products become dominant in the market. The prerequisite with the anchovies of quality lies primarily in the good preparation and analysis of the demands of the market. The key elements in the projections are quality and the UX and UI designs made. UX design is one of the main elements of the differentiation of the web presentation from the competition on the market. Its significance is based on the highest degree of visibility and based on the element of specific metrics. The UX design's design is based on a properly defined strategy aimed at raising user satisfaction to the highest possible level. In this way, a web site or web product will be dominant in relation to competition. This means that the "digital product" has been carefully studied, designed and validated through different testing and that the UX strategy is well prepared. In this paper, elements of the UX development strategy will be presented in order to create and obtain a quality digital product from the point of view of its UI designer.

**Key words:** UX, UI, strategy, digital product.

### 1. UVOD

Razvoj računarske tehnologije globalnog weba i pratio je i razvoj dizajna u svakom smislu te reči. Veliki broj korisnika, različitog starosnog doba, rase, nacionalnosti, koji danas koriste veliki broj aplikacija i 24 sata provode na webu, uslovio je potrebu za profesionalni pristup rešavanju problema korisničkog iskustva UX [1]. Značaj UX, bazira se na što većem stepenu vidljivosti a na bazi elementa specifične metrike. Uspeh UX dizajna bazira se na pravilno definisanoj strategiji koja ima za cilj da korisničko zadovoljstvo podigne na najveći mogući nivo. Na taj način, web prezentacija ili web proizvod biće dominantan u odnosu na konkurenciju. To znači da je "digitalni proizvod" pažljivo proučen, dizajniran i validiran kroz različita testiranja i da je UX strategija dobro pripremljena. Drugim rečima dobro urađena UX strategija olakšava UX timu posao, tako što im daje tzv. Mapu puta ka postizanju što boljeg korisničkog iskustva [2]-

Cilj ovog rada jeste da prikaže pregled elemenata UX i UI dizajn sa akcentom na značaj razvoja UX strategije, pomoću kao osnove za izradu dizajna korisničkog interfejsa UI, uz naglasak na značaj svakog elementa razvoja strategije ponosob. Takođe, opisani su i elementi korisničkog iskustva koji su neophodni u ovom kompleksnom procesu. Dobro pripremljena u urađena UX strategija sa pravilno definisanim zahtevima jeste prvi kvalitetni korak u izradi optimalnog UI dizajna [3].

### 2. KORISNIČKO ISKUSTVO (UX)

Korisničko iskustvo podrazumeva ponašanje pojedinca, iskazuje njegove stavove i emocije u vezi sa korišćenjem određenog proizvoda, sistema ili usluge. Korisničko iskustvo apstrahuje praktične, iskustvene, afektivne, smislene i sve druge aspekte interakcije čoveka, računara i proizvoda, bilo koje vrste. Pored toga, UX uključuje i percepciju osobe u odnosu na globalne aspekte u našem slučaju digitalnog proizvoda, kao što su korisnost, lakoća upotrebe i efikasnost. Korisničko iskustvo jeste dinamično jer se neprestano modifikuje tokom vremena usled menjanja okolnosti korišćenja i promene u pojedinim sistemima, kao i širem kontekstu upotrebe [4]. Korisnički orijentisan pristup daje omogućava digitalnom proizvodu upotrebljivost, popularnost kao i zahtevani kvalitet koji je uslovljen zahtevom za jedinstvenošću i prepoznatljiv vizuelnim identitetom na svim platformama. Savremeni dizajn digitalnog proizvoda gotovo je nemoguć bez kvalitetno odredjenog UX dizajna kao osnove za izradu efikasnog UI dizajna [5].

#### 2.1. Istorija UX-a korisničkog iskustva

Termin korisničko iskustvo upotrebi je još od poslednje decenije XX veka. Pojam korisničko iskustvo" treba da ukaže na promenu na bazi uključivanja afektivnih faktora, uz detaljno ispitavanjce praćenje ponašanje tržišta na širokom uzorku.. Nakon toga, UX počinje da se široko primenjuje u i

u drugim oblastima, na jedan prilično konfuzan način. [5]. Porast interesovanja uza primenu UX korisničkog iskustva vezuje se za brzi razvoj mobilnih uređaja i platformi.

Razvoj i masovna primena mobilnih telefona, računara, društvenih mreža i "touch screen" ekrana osetljivih na dodir uslovio je razvoj u kome koji je zahtevao da se interakcija čoveka i računara preseli praktično u sve oblasti ljudskog delovanja. Takav pravac razvoja uticao je na transformaciju i razvoj UX u kome korisničko iskustvo, postaje jako uslovljeno korisničkim osećanjima, motivacijom i vrednošću uz osluškivanje subjektivnog korisničkog zadovoljstva.

Uspešno brendiranje proizvoda leži u optimalnom spoju UX strategije, dizajna i tehnologije. Uspešno realizovan korisnički orijentisan pristup jeste merilo kvaliteta digitalnog proizvoda.

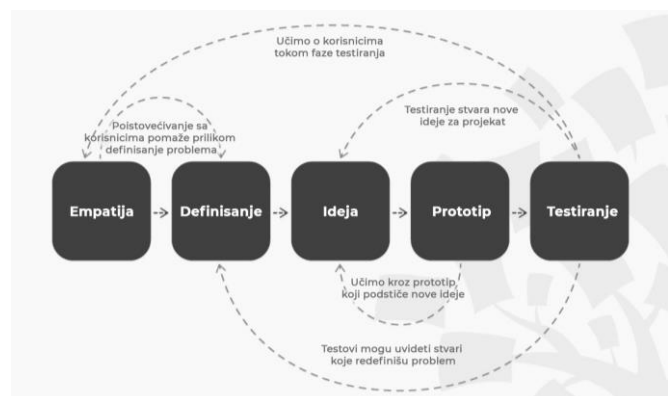
Ovo sve uslovljava jaku sinergiju pomenutih procesa prilikom dizajniranja sajtova. Korisnik svojim iskustvom, komentrima, mišljenjem, stvara uslove za unapredjenje platforme, odnosno daje instrukcije prema kojima platforma može da pokrije interese svih posetilaca. Takav jedan pristup na samom početku kreiranja digitalnog proizvoda, pruža mogućnost izrade web sajtova jednostavnih za korišćenje, korisnih i efikasnih za posetioce.

Takođe, polje korisničkog iskustva predstavlja produbljivanje i proširivanje oblasti upotrebljivosti, uključujući holističku perspektivu kako se osoba oseća u vezi sa korišćenjem sistema. Ovako definisana pristup daje sve potrebne informacije i pruža dobru osnovu za izradu kvalitetne strategije UX-a, kao prvog koraka u razvoju "digitalnog proizvoda"

### 3. STRATEGIJA

„Razmišljanje o dizajnu“ predstavlja osnovni pristup u razvoju strategije dizajna korisničkog iskustva. Drugim rečima ovakav pristup predstavlja i opisuje dizajnersko mišljenje kao petostepeni proces. Ove etape nisu uvek unapred određene, niti se očekuje od dizajnerskih timova da im pristupe na taj način. Proces modelovanja je iterativan. Dalje, strategija predstavlja okvir i preduslov za kvalitetan proizvod. U okviru izrade strategije, potrebno je obezbediti kvalitetne inpute koji su obično kombinacija perceptualnih i prediktivnih elemenata uz naglasak na jakoj socijalnoj dimenziji. Danas, dizajnerima su na raspolaganju su brojne alate i tehnike koje omogućavaju precizne kako kvalitativne tako i kvantitativne podatke, neophodne za dalji uspešan rad.

Svaki od navedenih elemenata ima svoje specifičnosti i ne može se posmatrati nezavisnost. Iz tog razloga u daljem će biti prikazane specifičnosti navedenih elemenata.



Slika 1. Elementi UX strategije

### 3.1 Elementi i faze razvoja UX strategije

#### • Empatija

Prva faza procesa dizajnerskog razmišljanja zahteva postizanje empatičnog razumevanja problema koji se pokušava da reši. Generalno empatija predstavlja poistovećivanje sa korisnicima. Ova faza podrazumeva ulazak u oblast korisnika koliko god je to moguće. U ovoj fazi je potrebno ostvariti saznanja na sledeća pitanja: "Ko je grupa korisnika koja nam je važna?", "Koja je njihova starosna granica?", "Koja je dominantna profesija korisnika?", "Koja su njihova predznanja?", "Kakve navike imaju?".

#### • Definisane

U fazi definisanja obrađuju se informacije koje su kreirane i tokom faze empatije. Analiziraju se zapažanja i definišu se osnovni problemi i potrebe korisnika. U ovoj fazi je potrebno ostvariti saznanja na sledeća pitanja: "Kakva je motivacija korisnika da koristi aplikaciju?", "Kakava su očekivanja korisnika?", "Kako se osećaju zbog sadržaja koji pružamo ili usluga koje obezbeđujemo?", "Da li su korisničke potrebe privremene ili trajne?".

#### • Ideja

Treća faza procesa odnosi se na kreiranje ideje. Uz saznanja prikupljena tokom prve dve faze, počinje se sa razradom ideje što u končanom treba da dovede do identifikacije novih rešenja za definisane probleme. Potrebno je definisati presek korisničkih potreba i vlastitih potreba. Takođe je potrebno analizirati sve moguće tehnologije i sadržaje koji najverodostojnije oslikavaju ove potrebe.

#### • Prototip

U okviru ovog elementa, tim dizajnera proizvodi niz brzih, skraćenih verzija proizvoda ili specifičnih karakteristika koje se nalaze u proizvodu, tako da možemo istražiti rešenja problema koja su stvorena u prethodnoj fazi. Prototip treba da približi korisničko iskustvo i treba da omogući korisniku što verniju simulaciju korišćenja krajnjeg proizvoda. Sa druge strane, ovaj efekat treba relativizovati što optimalnije, što čini izbor alata za pravljenje prototipa izuzetno važnim. Izbor alata zavisi od ciljne grupe, očekivanja od prototipa i vremena kojim raspolazemo. Poznavanje ciljne grupe omogućava da sa što manje napora dobijemo povratnu informaciju.

U zavisnosti od nivoa detalja koji sadrže, mogu se razmotriti vrste prototipa kao što su: prototipi niske verodostojnosti, prototipi umerene verodostojnosti i prototipi srednje verodostojnosti. Detalji koje prototip može sadržati su tekstualni sadržaj, elementi interfejsa (dugmići, formulari, navigacije), grafički koncept (slike, video zapisi) i elementi korisničkih reakcija. Različite vrste prototipa vode do različitih povratnih informacija.

#### • Testiranje

Poslednja faza predstavlja fazu u kojoj se rigorozno testira kompletni proizvod korišćenjem najboljih rešenja koja su identifikovana tokom faze izrade prototipa. Ovo je završna faza, međutim, u iterativnom procesu, rezultati koji se generišu tokom faze testiranja su ono što će često koristiti da bismo redefinisali jedan ili više problema. Možemo izabrati odgovarajuću metodologiju i pristup koji bi nam omogućio prikupljanje korisničkih mišljenja i utisaka. Mogu biti bazirana na upitnicima, analitikama, monitoringu korisničkog ponašanja itd.

## ● Evaluacija

Evaluacija predstavlja analiziranje korisničkih utisaka i zapažanja. Takođe služi za upoređivanje sa vrednostima koje su važne za incijalne aktivnosti. Evaluacije ogleđa se u uočavanju poteškoća prilikom korišćenja proizvoda, otkrivanja novih korisničkih potreba i ponašanja, poboljšanje postojećih funkcionalnosti.

Realizacija evaluacije može se obaviti na više načina. Pomoću uputnika koji su namenjeni korisnicima intervju sa korisnicima mišljenja eksperata, terenskih istraživanja posmatranje kako korisnici koriste proizvod u prirodnom kontekstu, takođe, u obzir se uzimaju i analiza potrebe različitih nacionalnosti, etničkih grupa, kulturološke specifičnosti i sl. [8].

## ● A/B testiranje

Ova vrsta testiranja je kontrolisani eksperiment u kojem upoređujemo dve ili više verzija stranice ili protoka kako bismo optimizovali određeni rezultat ili metriku. Uglavnom dve različite grupe korisnika koriste različite proizvode. Možeće je da se upoređuju i više od 2 verzije ali je neophodno obratiti pažnju da se promene između verzija ne razlikuju drastično kako bi promene mogle lako da se implementiraju. A/B testiranje je važno zbog toga što povećeva sigurnost prilikom donošenja odluka o dizajnu [8].

## ● Analitika

Analiziranjem log datoteka u kojima su zabeležene relevantne informacije pruža verodostojne podatke o ponašanju korisnika. U kontekstu weba, obično se navode podaci o broju poseta strane, strane sa kojih korisnici dolaze, geografska analiza, dužina trajanja posete, uređaji koji se koriste, praćenje ruta korisnika, profilisanje korisnika itd [9].

## 4. KORISNIČKI INTERFEJS (UI)

Dizajn korisničkog interfejsa (eng. User Interface) je proces stvaranja vizuelnog izgleda elemenata sa fokusom na stil i izgled. Cilj dizajna korisničkog interfejsa je da interakcija korisnika bude što jednostavnija i efikasnija u smislu ostvarivanja korisničkih ciljeva. Grafički dizajn i tipografija koriste se za podršku korisnosti, utiču na to kako korisnik vrši određene interakcije i poboljšava estetsku privlačnost dizajna. Bitno je istaći da dizajn mora uspostaviti ravnotežu između tehničke funkcionalnosti i vizuelnih elemenata kako bi se stvorio sistem koji nije samo operativan, već se može koristiti i prilagoditi potrebama korisnika [3-5].

Dizajn korisničkog interfejsa se obično odnosi na grafičke korisničke interfejse, ali takođe uključuje i druge, kao što su glasovno kontrolisani interfejsi [5].

### 4.1. Primena dizajna korisničkog interfejsa

Korisnički interfejsi su pristupne tačke u kojima korisnici komuniciraju sa dizajnom. Grafički korisnički interfejsi (eng. Graphical User Interface – GUI) predstavljaju kontrolne panele i sam dizajn. Dizajn korisničkog interfejsa je veština koja uključuje izgradnju suštinskog dela korisničkog iskustva. Detaljno razumevanje konteksta koje će korisnici naći prilikom korišćenja softvera su ključni. Trebalo bi napraviti takozvanu iluziju da korisnici ne vrše interakciju sa samim uređajem toliko koliko pokušavaju da postignu ciljeve direktno i sa što manje napora. Potrebno je interfejs učiniti što intuitivnim i jednostavnim za korišćenje kako bi korisnici bez

ikakvog napora mogli direktno stupiti u interakciju sa njihovim stvarnim zadacima [5, 6].

Dizajn korisničkog interfejsa može drastično uticati na upotrebljivost i korisničko iskustvo. Ukoliko je dizajn korisničkog interfejsa previše složen ili nije prilagođen krajnjim korisnicima, korisnik neće uspeti da pronađe informacije za kojima traga.

Iz oblasti dizajna web sajta, ovo može uticati na stopu konverzije. Izgled dizajna korisničkog interfejsa takođe treba jasno odrediti za korisnike, tako da se elementi mogu naći na logičnom položaju.

Optimizacija dizajna korisničkog interfejsa je od velikog značaja. Stoga dizajn korisničkog interfejsa treba potpuno optimizovati tako da korisnik može brzo i jednostavno upravljati sajtom. Takođe je potrebno posvetiti dovoljnu količinu vremena na istraživanje i osmišljanje buduće interakcije korisnika kroz aplikaciju, kako bi se ceo proces što bolje optimizovao i unapredio. Intuitivni dizajn korisničkog interfejsa omogućiće korisnicima da se lako kreću na web stranici, pronalazeći brzo proizvod ili uslugu koju žele. Optimalna i nesmetana brzina kretanja korisnika kroz aplikaciju, pored ostalih značajnih faktora, ovaj proces čine uspešnim [6].

### 4.2. Postupak dizajniranja korisničkog interfejsa

Dobar korisnički interfejsi omogućavaju svojim korisnicima potpune ciljeve. Kao rezultat toga proizilaze smanjeni troškovi obuke i podrške, sretniji, zadovoljniji i visoko angažovani korisnici koji će rado opet koristiti usluge te aplikacije [6].

#### ● Upoznavanje korisnika

Ciljevi korisnika su ujedno i naši ciljevi. S obzirom na to bitno je naučiti ih. Nakon toga potrebno je saznati više o veštinama i iskustvu naših korisnika i onome što im je od značaja. Saznanje o tome koje interfejse vole i kako neki interfejs koriste su veoma bitni. Bitno je naći smelost za praćenjem konkurencije tako što ćemo pratiti trendove dizajna. Fokusanjem na korisnika, moći ćemo da kreiramo interfejs koji omogućava ostvarenje njegovih ciljeva [4-6].

#### ● Konzistentnost

Izgled, jezik i dizajn su samo nekoliko elemenata interfejsa kojima je potrebna konstanta konzistentnost. Usaglašeni interfejs omogućava korisnicima da bolje razumeju kako će stvari funkcionisati, povećavajući njihovu efikasnost. Koristeći konzistentan raspored komponenti ubrzava se i olakšava korišćenje interfejsa od strane korisnika.

#### ● Vizuelna hijerarhija

Bitno je da se interfejs dizajnira na način koji će omogućiti korisniku da se fokusira na ono što je najvažnije. Veličina, boja i položaj svakog elementa rade zajedno, stvarajući jasan put za razumevanje tog interfejsa. Jasna hijerarhija će u velikoj meri smanjiti pojavu složenosti, čak i ukoliko su same akcije složene. Bitno je omogućiti korisniku da vizuelno, na prvi pogled, može dobiti jasnu o tome šta posmatra.

#### ● Povratne informacije

Interfejs bi trebalo da u svakom trenutku vrši komunikaciju sa našim korisnicima, kada su njegove radnje ispravne i pogrešne ili pogrešno shvaćene. Uvek moramo obavestiti korisnike o akcijama, promenama u stanju i greškama koje se mogu javiti. Vizuelni znakovi kao i jednostavna razmena



poruka mogu da pokažu korisnicima da li su njihove akcije dovele do očekivanog rezultata.

### • Boje

Boje se mogu ponašati na isti način. U zavisnosti od tipa, boje se mogu podeliti u tople (crvene i žute nijanse) i u hladne (zelene i plave nijanse). Toplije boje dolaze do izražaja kada se kombinuju pored hladnijih boja, tačnije mogu preuzeti dominaciju u tom interfejsu. Postoji veliki broj kombinacija boja koje se mogu koristiti pri dizajniranju interfejsa. Uglavnom je dobro kombinovati neutralne boje sa dominantnim bojama kako bi se stvorio jedan prijatan minimalistički interfejs koji neće biti previše napadan i šaren. Pored boja veoma je bitna osvetljenost i kontrast koje moraju biti u odličnoj razmeri.

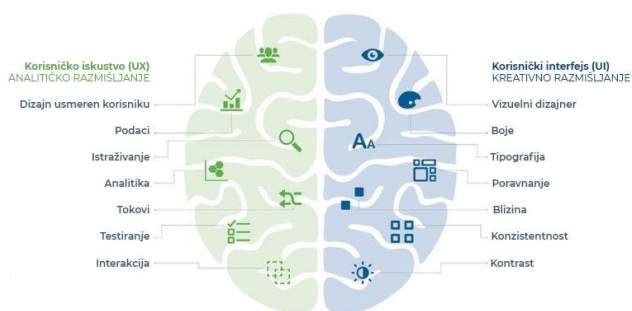
## 5. ODNOS KORISNIČKOG INTERFEJSA I KORISNIČKOG ISKUSTVA

Korisnički interfejs je funkcionlano zavistan od dizajna korisničkog iskustva je zadužen za opšti osećaj dizajna koji nosi aplikacija, dok korisničko iskustvo obuhvata čitav spektar korisničkog iskustva.

Dizajn korisničkog iskustva nije isto što i dizajn korisničkog interfejsa. Dizajn korisničkog iskustva je proces u kojem se identifikuje glavna korisnička potreba. Odatle se kreira opšti okvir koji u može biti prihvaćen (ili odbijen) tokom faze testiranja. Kada su poslovni model i predlog ponude uvaženi, proizvod je napravljen.

Dizajn korisničkog interfejsa predstavlja kombinaciju vizuelnog i interaktivno dizajna. Vizuelni dizajn predstavlja izgled i osećaj koji korisnik doživi tokom korišćenja aplikacije. Dok interaktivni dizajn predstavlja način na koji korisnici vrše interakciju sa našim sajtom. Kada sve aspekte sagledamo, možemo videti da dizajn korisničkog iskustva čini interfejs korisnim, dok ga dizajn korisničkog interfejsa čini lepim (sl. 2).

### Analitičko i kreativno razmišljanje



Slika 2. Odnos UX I UI dizajna

## 6. ZAKLJUČAK

Uspešno brendiranje proizvoda leži u optimlanom spoju UX strategije, dizajna i tehnologije. Uspešno realizovan iorisnički orijentisan pristup jeste merilo kvaliteta digitalnog proizvoda

Značaj UX, bazira se na što većem stepenu vidljivosti a na bazi elementa specifične metrike. Uspeh UX dizajna bazira se na pravilno definisanoj strategiji koja ima za cilj da korisničko zadovoljstvo podigne na najveći mogući nivo. Cilj dizajna korisničkog interfejsa je da interakcija korisnika bude što jednostavnija i efikasnija u smislu ostvarivanja korisničkih ciljeva. Dobar korisnički interfejs olakšava završavanje zadatka koji se trenutno odvija, bez potrebe za nepotrebnom pažnjom. Dizajn korisničkog interfejsa predstavlja kombinaciju vizuelnog i interaktivno dizajna. Vizuelni dizajn predstavlja izgled i osećaj koji korisnik doživi tokom korišćenja aplikacije. Dok interaktivni dizajn predstavlja način na koji korisnici vrše interakciju sa našim sajtom.

## LITERATURA

- [1] Kujala, Sari; Roto, Virpi; Väänänen-Vainio-Mattila, Kaisa; Karapanos, Evangelos; Sinnelää, Arto (2011). "UX Curve: A method for evaluating long-term user experience". *Interacting With Computers*. **23** (5): 473–483. doi:10.1016/j.intcom.2011.06.00
- [3] Marcus, Aaron (2015). *Design, User Experience, and Usability: Design Discourse*. p.340. ISBN 3319208861
- [4] Cooper, Alan; Reimann, Robert; Cronin, David; Noessel, Christopher (2014). *About Face: The Essentials of Interaction Design* (4th ed.). Wiley. p.131. ISBN 978-1-118-76657-6.
- [5] Griffin, Ben; Baston, Laurel.. The user interface of a mechanical system, a vehicle or an industrial installation is sometimes referred to as the human-machine interface (HMI). June 2014
- [6] John W. Satzinger; Lorne Olfman (March 1998). "User interface consistency across end-user applications: the effects on mental models". *Journal of Management Information Systems*. NY. **14**(4): 167–93. doi:10.1080/07421222. 1998.11518190.
- [7] Goodwin, Kim (2009). *Designing for the Digital Age*. Wiley. p. 21. ISBN 978-0-470-22910
- [8] Curedale, Robert (2018). *Mapping Methods 2: Step-by-step guide Experience Maps Journey Maps Service Blueprints Affinity Diagrams Empathy Maps Business Model Canvas* (2nd ed.). ISBN 978-1940805375.

## ELEKTROMAGNETSKA KOMPATIBILNOST I EFIKASNOST OKLOPLJAVANJA ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND SHIELDING EFFECTIVENESS

Nataša Nešić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Nebojša Dončov, *Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 16, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu predstavljene su opšti pojmovi vezani za elektromagnetsku kompatibilnost i istaknuta je njena važnost prilikom projektovanja elektronskog uređaja. Primenom numeričkog metoda modelovanja pomoću prenosnih vodova simuliran je model kućišta sa grupom otvora kako bi se odredila efikasnost oklopljavanja.

**Ključne reči:** Efikasnost oklopljavanja. TLM kompaktni model. TLM air-vent model.

**Abstract** - In this paper, general terms related to the electromagnetic compatibility are presented and its importance in designing an electronic device is outlined. To determine the shielding effectiveness of an enclosure, the numerical Transmission Line Matrix method for modelling an enclosure with air-vents is considered.

**Key words:** Shielding effectiveness. TLM compact model. TLM air-vent model.

### 1. UVOD

Problem elektromagnetskih interferencija je, prvi put u istoriji, postao očigledan za vreme telekomunikacionog buma 20-tih godina 20-og veka, kada se prenos radio-talasima naglo rasprostranio. Zbog toga je 1934. godine u Parizu održan prvi sastanak CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques) koji je uključio članove IEC (International Electro-technical Commission). Tada su doneseni prvi dokumenti o uočenim problemima elektromagnetske interferencije, EMI (Electromagnetic interference). Godine 1996, ovi dokumenti su prihvaćeni kao deo direktive Evropske unije o elektromagnetskoj kompatibilnosti (Electromagnetic Compatibility – EMC) [1].

Tehnološki napredak u razvoju poluprovodničke tehnologije izazvao je jasnu potrebu za povećanjem imunosti na smetnje. Kao posledica toga, došao je do izražaja značaj mera elektromagnetske kompatibilnosti sa aspekta merenja i projektovanja uređaja, i uslovio uvođenje mera za smanjivanje elektromagnetskih smetnji. To sve je dovelo do vrlo intenzivnog razvoja novih metoda ponovljivih EMC merenja. Jedan od tih je prihvaćen i opisan u okviru standarda IEEE 299 (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Sa razvojem savremenih radio-komunikacionih uređaja, široko rasprostranjenih uređaja savremenih tehnologija, od industrije do široke potrošnje, javlja se sve veća potreba da se tehnička oprema elektromagnetski usaglasi već u fazi projektovanja, da se stavi pod određene standarde i okvire elektromagnetske kompatibilnosti. EMC je važna grana nauke i tehnike koja treba da obezbedi da projektovani uređaj/sistem bude imun na elektromagnetske (EM) smetnje iz spoljne okoline, a da u isto vreme svojim radom ne ometa druge uređaje ili sisteme. Pokazalo se da je jednostavnije da se u fazi projektovanja ispoštuju mere u smislu EMC nego tek na

gotovom prototipu ili čitavom sistemu, kada bi mere zaštite bile skuplje ili teško izvodljive.

Zahtevi EMC su definisani regulativom i nizom standarda. Na teritoriji Evropske unije svi standardi moraju biti usklađeni sa Direktivom za elektromagnetsku kompatibilnost (Directive 2014/30/EU) [2]. Ona utvrđuje propisane granice EM emisije (najviši nivo emisije EM smetnje), granice imunosti (najviši nivo EM smetnje koja deluje na uređaj, a koji radi bez pada kvaliteta performansi ili uz dopuštene degradacije), kao i metode i uslove merenja oklopljenog uređaja. U našoj zemlji je u upotrebi „Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti“ koji se primenjuje na električne uređaje široke potrošnje a koji je usaglašen sa evropskom regulativom [3].

Jedna od tehnika koja se najčešće koristi da bi elektronski sistem u realnom okruženju funkcionisao u skladu sa EMC standardima jeste da se ceo sistem ili neki njegov na EM smetnje osetljiv deo okruži metalnim kućištem, tj. da se oklopi. Karakteristika kućišta, sa stanovišta njegove uloge u zaštiti sistema pokazuje se preko efikasnosti kućišta (shielding effectiveness – SE) koja predstavlja odnos jačine EM polja u nekoj referentnoj tački neoklopljenog i oklopljenog sistema. Ima više parametara koji utiču na vrednost SE kućišta. To su: geometrija, dimenzije i debljina oklopa, osobine materijala od kojih je kućište načinjeno, oblik, veličina, broj i namena otvora na zidovima kućišta, priroda uređaja i komponenti koje se nalaze unutar kućišta, mehanizmi sprege signala smetnji sa EM poljem unutar kućišta, itd. Otvori su uglavnom neophodni zbog potrebe napajanja, kontrole i pristupa sistemu, ali i za druge svrhe (na pr. odvođenje viška toplote iz sistema). Prisustvo otvora na zidovima kućišta ima dominantan uticaj na funkciju oklopljavanja, mada i uticaj drugih parametara treba uzeti u obzir, kako bi se u potpunosti procenilo u kojoj meri

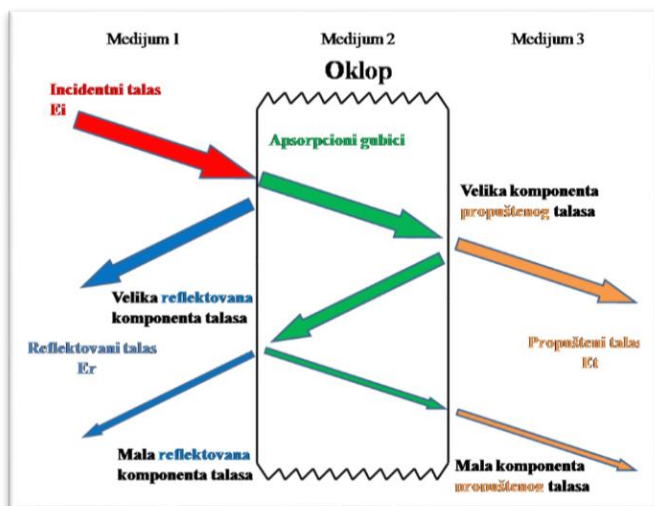
oklopljavanje omogućava da sistem funkcioniše u skladu sa EMC standardima [1],[4],[5].

U ovom radu analiziraće se model zaštitnog kućišta sa grupom okruglih otvora. Korišćenjem numeričke metode transmisionih vodova (*Transmission Line Matrix – TLM*) [1],[4], pokazaće se efikasnost oklopljavanja kućištem u zavisnosti od frekvencije.

## 2. ELEKTROMAGNETSKA KOMPATIBILNOST I EFIKASNOST OKLOPLJAVANJA KUĆIŠTEM

U procesu projektovanja nekog elektronskog sistema od posebne je važnosti usaglasiti EM zračenje i otkloniti potencijalne elektromagnetske smetnje (*Electromagnetic Interference - EMI*). U cilju zaštite od spoljašnjih smetnji, elektronska kola se često smeštaju u metalna kućišta. Kućišta imaju dvostruki efekat. Sa jedne strane, ona određuju koliko spoljašnjeg EM zračenja može proći do elektronskih kola. Sa druge strane, kućište utiče na to kolika količina EM zračenja, koja se stvara od elektronskih kola, može da izađe iz kućišta. Treba istaći da metalno kućište ima osobinu zaštitnog oklopa, bilo da se izvor EMI nalazi unutar ili izvan njega [1].

Postoji mnogo materijala, sa različitim opsegom električne provodljivosti (konduktivnosti), magnetske propustljivosti (permeabilnosti) i debljine, koji se mogu koristiti za oklopljavanje elektronskih kola. Uobičajeno je da zaštitna kućišta imaju otvore, proreze i spojeve koji omogućavaju prodor EM zračenja unutra. Električno i magnetsko polje je skoncentrisano u materijalima visoke dielektrične provodljivosti i magnetske propustljivosti, respektivno. Na zaštitu oklopa od magnetskog polja utiče magnetska propustljivost materijala od koga je sačinjeno kućište, što je izraženo na niskim frekvencijama. Oklopi sa visokom električnom provodnošću su mnogo efikasniji na visokim frekvencijama [1].



Slika 1. Shelkunoff-ov model oklopljavanja.

Mehanizam i teorija oklopljavanja u odnosu na elektromagnetsko zračenje prvi put je opisana u Schelkunoff-ovom modelu, koji je razvijen 1938. godine iz koncepta impedanse elektromagnetskog talasa [6], što ilustruje slika 1. Deo incidentnog talasa,  $E_i$ , postaje reflektovani talas,  $E_r$ , zavisno od koeficijenta refleksije od površine medijuma 2, koji je beskonačni planarni provodnik. Preostali deo incidentnog talasa se prostire kroz medijum 2, i on je oslabljen faktorom

$e^{-d/\delta}$ , gde je  $d$  debljina, a  $\delta$  dubina prodiranja (skin efekat) medijuma 2. Kada talas dopre do druge strane medijuma 2, jedan deo talasa  $E_t$  prođe u medijum 3 dok se drugi deo reflektuje, kao što je prikazano na slici 1. U materijalu se javljaju višestruke refleksije ali je njihov doprinos značajno umanjen zbog faktora slabljenja talasa kroz materijal, tako da je u inženjerskoj praksi zanemarljiv njihov doprinos na veličinu  $E_r$  i  $E_t$ .

U opštem slučaju, razmatraju se tri efekta: gubici zbog refleksije, slabljenje ili apsorpcioni gubici i gubici zbog višestrukih refleksija.

S obzirom da je  $E_i > E_t$ , odnosom ovih dveju veličina određuje se efikasnost oklopljavanja, (shielding effectiveness - SE). SE se može proračunati u formi jačine električnog polja  $E$ , jačine magnetskog polja  $H$  ili gustine snage  $S$ . Uobičajeno je da se SE izražava u decibelima (dB), tako da se dobijaju sledeće formule:

$$SE_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{E_i}{E_t} \right) \quad (1)$$

$$SE_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{H_i}{H_t} \right) \quad (2)$$

$$SE_{dB} = 10 \log_{10} \left( \frac{S_i}{S_t} \right) = SE_{dB} = 10 \log_{10} \left( \frac{P_{out}}{P_{in}} \right), \quad (3)$$

gde su,  $E_i$ ,  $H_i$  i  $S_i$  oznake za izmerene vrednosti pre oklopa što odgovara incidentnim vrednostima, a  $E_t$ ,  $H_t$  i  $S_t$  su oznake za veličine izmerene iza oklopa, što odgovara oznakama na slici 1. Veličina  $P_{out}$  je izmerena snaga signala bez oklopa dok je  $P_{in}$  veličina izmerena unutar oklopljenog kućišta.

Analizu efikasnosti oklopljavanja kućištem je moguće sprovesti analitički, numerički i merenjima u laboratoriji. Analitičke formulacije za određivanje SE kućišta su egzaktna, ali su uglavnom neadekvatne za primenu kod sistema koji se karakterišu složenom geometrijom, visokom kompaktnošću i različitim modovima rada. Laboratorijske tehnike ispitivanja nemaju tih ograničenja, ali zahtevaju adekvatnu mernu opremu i laboratorijski prostor (na pr. anehoičnu sobu), kao i već realizovano kućište, da bi se izvršila merenja. Numeričke tzv. full-wave metode se nameću kao najbolji pristup, budući da se njima mogu modelovati složene strukture različitih fizičkih i EM karakteristika u širokom frekvencijskom opsegu, ali i ispitati efekti primenjenih mera oklopljavanja sa EMC stanovišta još u fazi projektovanja sistema [5].

## 3. NUMERIČKI MODEL KUĆIŠTA SA GRUPOM OKRUGLIH OTVORA

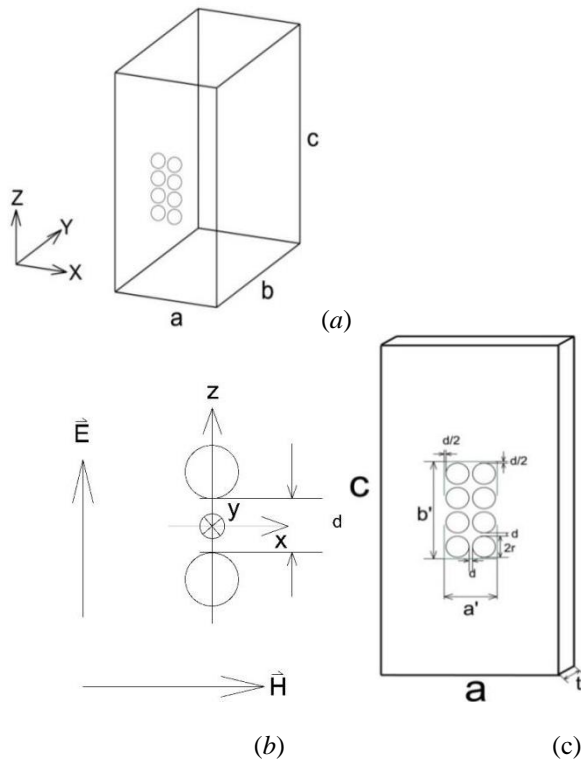
Za potrebe numeričke analize metalnog kućišta sa otvorima koristiće se tzv. kompaktni TLM air-vent model koji je razvijen za kvadratne, kružne i pravougaone otvore [4],[7]. Prednost ovog modela u odnosu na klasični TLM pristup je da se umesto fine numeričke mreže kod koje se veći broj ćelija koristi za opisivanje potrebnog preseka svakog od otvora, savršeno provodni zid sa više otvora predstavlja grubom numeričkom mrežom odnosno ćelijama koje mogu biti i veće od poprečnog preseka otvora [5],[7].

Na slici 2(a) prikazan je model kućišta koji na prednjem zidu ima grupu okruglih otvora. Kućište je metalno, pravougaonog oblika, unutrašnjih dimenzija (100x100x200) mm. Debljina zidova kućišta je  $t=2$  mm. Ima 8 otvora

okruglog oblika, raspoređenih u dve kolone po četiri, prečnika  $2r = 12.77$  mm. Otvori su postavljeni simetrično oko centra na prednjem zidu kućišta. Rastojanje između bilo koja dva susedna otvora, po horizontali i vertikali je  $d = 2$  mm, što je ilustrovano na slici 2 (b) i (c).

Kako bi se što preciznije modelovala debljina kućišta i sve perforacije, korišćena je veoma gusta TLM mreža, finoće 26 SCN čvorova duž  $x$  i  $z$ -ose za opisivanje poprečnog preseka svakog od otvora. Četiri SCN čvora su korišćena za modelovanje međusobnog rastojanja između okruglih otvora i za modelovanje debljine zidova, duž  $x$  i  $z$ -ose. Kućište duž  $x$ -ose ima dva okrugla otvora, dok duž  $z$ -ose ima četiri otvora, što je na prednjem zidu kućišta predstavljeno stranicama  $a'$  i  $b'$ , slika 2(c). Dakle, za potrebe modelovanja prednje stranice kućišta potrebno je  $26*2+4*2=60$  čvorova i  $26*4+4*4=120$  čvorova, po  $x$  i  $z$ -osama, respektivno. Takođe, korak prostorne diskretizacije je 0.5 mm za model sa finom mrežom, dok je kod air-vent modela 3 mm.

Kao izvor pobude koristi se vertikalno polarizovan ravanski talas koji se prostire u smeru  $y$ -ose, sa komponentom električnog polja u smeru  $z$ -ose.



**Slika 2.** (a) Zaštitno pravougaono metalno kućište, (b) Dva otvora duž  $z$ -ose, (c) Prednji zid sa grupom okruglih otvora.

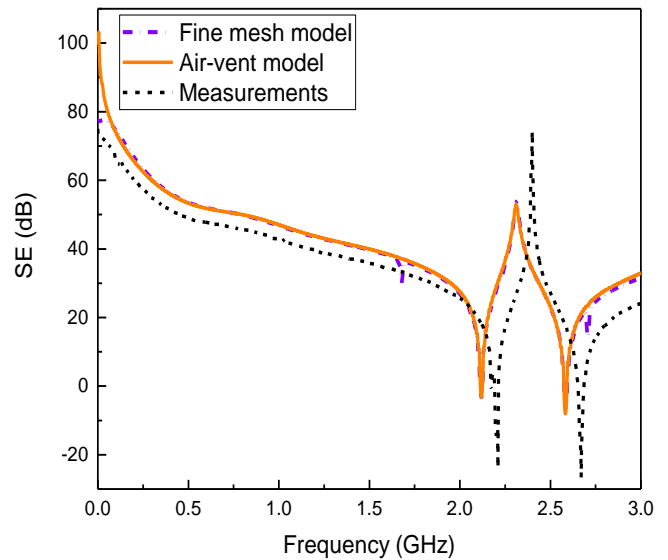
U nastavku, korišćenjem grube TLM mreže modelovano je isto kućište. Zid kućišta na kome se nalaze otvori (slika 2 (c)), oblast dimenzija  $a' \times b'$  opisana je sa 10 čvorova po  $x$ -osi i 20 čvorova po  $z$ -osi, zahvaljujući primenjenom kompaktnom TLM air-vent modelu. Ova oblast je određena po pravilu da se prvi i poslednji otvor po vrsti kao i prvi i poslednji otvor po koloni nalaze na polovini ( $d/2$ ) rastojanja. Rastojanje između bilo koja dva susedna otvora je  $d$ , što je ilustrovano na slici 2(c). Dobija se  $a' = 2*2r + 2*d = 29.54$  mm i  $b' = 4*2r + 4*d = 59.08$  mm.

Pokrivenost (*coverage*),  $cov$ , prednjeg zida otvorima izračunava se na osnovi izraza (4), na sledeći način:

$$cov = \frac{8*r^2*\pi}{a'*b'} = 58.68\%. \quad (4)$$

Slika 3 predstavlja numeričke rezultate efikasnosti oklopljavanja kućištem koji su dobijeni za slučaj fine i grublje mreže, koristeći konvencionalni TLM model i kompaktni TLM air-vent model, respektivno. Numerički rezultati su upoređeni sa merenjima iz literature [5].

Može se primetiti da se grafikoni međusobno veoma dobro slažu na celom frekvencijskom opsegu, od 0 do 3 GHz, i to uz manje potrebne memorijske zahteve računara i broja čvorova. Nivoi SE karakteristika oba TLM modela su nešto viši u odnosu na merenja iz [5] sve do prve frekvencije rezonancije. Prve dve frekvencije rezonancije su pomerene prema nižim frekvencijama u poređenju sa SE grafikonom merenja. Razlike u pomeraju se mogu objasniti činjenicom da je unutrašnji prostor kućišta nešto malo veći u numeričkom modelu nego u [5], zbog različito definisanih internih dimenzija kućišta.



**Slika 3.** Krive SE modela kućišta sa grupom okruglih otvora.

Formula koja se koristi za određivanje frekvencije rezonancije pravougaonog rezonatora (5),  $f_{mnl}$ , predstavlja se sledećom formulom:

$$f_{mnl} = \frac{c_0}{2\pi\sqrt{\epsilon_r\mu_r}} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{l\pi}{c}\right)^2}, \quad (5)$$

ovde su  $a$ ,  $b$ , i  $c$  dimenzije pravougaonog rezonatora,  $c_0$  je brzina svetlosti u slobodnom prostoru,  $\epsilon_r$  i  $\mu_r$  su relativna dielektrična konstanta i relativna permeabilnost, dok su  $m$ ,  $n$ , i  $l$  celobrojne vrednosti od kojih barem dve iz  $\{m,n,l\}$  moraju biti veće od nule. Za kućište dimenzija (100x100x200) mm frekvencije rezonancija koje odgovaraju  $TE_{110}$  i  $TE_{112}$  modovima, mogu se analitički izračunati pomoću izraza (5), imaju vrednosti 2.121 GHz i 2.598 GHz, respektivno. Vrednosti dveju rezonancija, koje su dobijene kompaktnim TLM air-vent modelom iznose 2.119 GHz i 2.583 GHz. Ove vrednosti se odlično slažu sa vrednostima rezonancija dobijenih finom mrežom (2.118 GHz i 2.584 GHz). Treba još reći da su vrednosti rezonancija za oba modela bliže

vrednostima analitičkog proračuna nego izmerenim vrednostima, koje iznose 2.210 GHz i 2.668 GHz.

U tabeli 1 su date frekvencije rezonancija uspostavljenih modova unutar kućišta.

**Tabela 1.** Frekvencije rezonancija

	TE <sub>110</sub> (GHz)	TE <sub>112</sub> (GHz)
Analitička formula (5)	2.121	2.598
Kompaktni TLM air-vent model	2.119	2.583
TLM fina mreža	2.218	2.584
Izmerene vrednosti [7]	2.210	2.668

### ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan problem elektromagnetske kompatibilnosti i način rešavanja ovog tehničkog problema. U radu su upoređene SE karakteristike kućišta sa grupom otvora koje su dobijene analizom TLM kompaktnih modela sa finom i grubom mrežom i rezultatima merenja.

### LITERATURA

- [1] C. Christopoulos, Principles and Techniques of Electromagnetic Compatibility, 2nd ed., London, New York: CRS Press, 2007.
- [2] D. 2014/30/EU, "On the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility".
- [3] „Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti,“ Službeni glasnik RS, br. 25/2016.
- [4] N. S. Dončov, „Razvoj i primena 3-D TLM pristupa za modelovanje sprege između mikrotalasa i složenih žičanih i dielektričnih struktura,“ Doktorska disertacija, Elektronski fakultet, Niš, 2002.
- [5] N. Nešić, „Numerička i eksperimentalna analiza uticaja grupe otvora na karakteristike oklapanja metalnih kućišta u mikrotalasnom frekvencijskom opsegu“, Doktorska disertacija, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2017.
- [6] S. A. Schelkunoff, “The Impedance Concept and Its Application to Problems of Reflection, Refraction, Shielding and Power Absorption”, Bell Labs Technical Journal, t. 17, br. 1, p. 17–48, January 1938.
- [7] N. Dončov, B. Milovanović / Z. Stanković, „Extension of compact TLM air-vent model on rectangular and hexagonal apertures,“ ACES Journal, vol. 26. No.1, pp., 2011., t. 26, br. 1, pp. 64-72, 2011.

## ANALIZA TROŠKOVA UPITA KOD DISTRIBUIRANIH MULTIMEDIJALNIH BAZA PODATAKA

### ANALYSIS OF QUALITY REQUESTS IN DISTRIBUTED MULTIMEDIA DATABASES

Srdjan Jovković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - Sistem za upravljanje multimedijalnim bazama podataka (Multi Media Data Base Management System - MMDBMS) mora da podržava različite tipove multimedijalnih podataka, kako strukturiranih tako i nestrukturiranih (slika, video, itd.) i da pored toga nudi pogodnosti vezane za tradicionalne DBMS funkcije kao što su kreiranje baze podataka, unošenje i preuzimanje podataka, pristup podacima i njihova organizacija i nezavisnost. Ovo područje i aplikacije su doživele ogroman rast. Brz razvoj mrežne tehnologije je posebno doprineo neverovatnom razvoju sistema multimedijalnih baza podataka pri čemu je multimedijalna razmena informacija postala od suštinske važnosti. U uvodu ću razmotriti stanje u MMDBMS platformama, kao i osnovne principe analitike ovih multimedijalnih sistema, naročito u vidu utvrđivanja troškova prenosa podataka.

**Abstract** - The Multimedia Data Base Management System (MMDBMS) must support various types of multimedia, both structured and unstructured (images, video, etc.) and, in addition, offers benefits associated with traditional DBMS functions such as are creating a database, entering and downloading data, accessing data and their organization and independence. This area and applications have experienced tremendous growth. The rapid development of network technology has contributed to the incredible development of the multimedia database system, whereby the multimedia exchange of information has become essential. In the introduction we will consider the state of the MMDBMS platforms, as well as the basic principles of analytics of these multimedia systems, especially in determining the cost of data transmission.

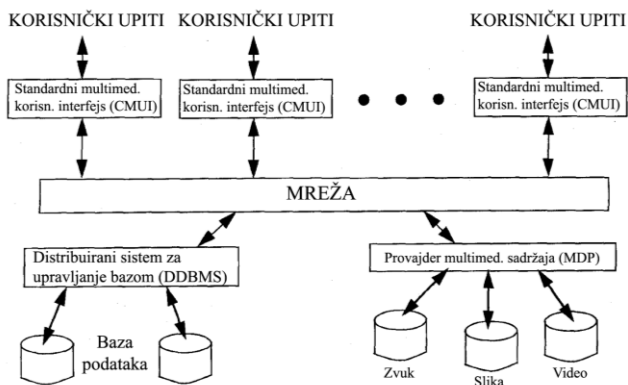
**Key words:** MMDBMS, MDP, MDO, CMUI, Move-Small, Query-Site, Ford-Fulkerston

#### 1. UVOD

Glavna komponenta u analizi troškova izvršenja multimedijalnog upita jesu troškovi prenosa podataka. U stvari, to su troškovi prebacivanja objektnih multimedijalnih podataka (Multimedia Data Objects - MDO) sa različitih sajtova u kojima su locirani ka sajtu u kome je postavljen upit. MDO su sastavljeni od dve vrste podataka. Prvu vrstu čine [1] pojedinačni podaci kojima upravljaju DDBMS serveri, kao što su odnosi (fragmenti), arhive itd. U drugu vrstu spadaju multimedijalni podaci, kao što su audio, video, i slika kojima upravljaju multimedijalni provajderi podataka (Multimedia Data Provider – MDP) serveri. Ove dve vrste podataka su upravljane od strane različitih specijalizovanih skladišnih servera i moraju biti obrađene za korisničke upite. Zbog problema alokacije i jedne i druge vrste podataka, formulisana je metodologija i rešenje za zajedničku alokaciju podataka. Dok je zajednički multimedijalni korisnički interfejs CMUI (Common Multimedia User Interfejs) odgovoran za sinhronizaciju procesa pre prezentacije podataka korisniku, glavno pitanje je kako smanjiti troškove prenosa podataka MDO sa različitih sajtova. Ovo može biti rešeno optimalnom alokacijom MDO ka sajtovima distribuiranih multimedijalnih sistema baza podataka.

Optimalna alokacija MDO je kompleksan problem, zbog postojanja međuzavisnosti između šeme alokacije (koja daje lokaciju svakog MDO u različitim sajtovima distribuiranih multimedijalnih sistema baza podataka) i strategije izvršenja upita (kojom se određuje kako upit može biti optimalno izvršen na bazi date alokacione šeme). Određivanjem strategije izvršenja upita, možemo modelirati zavisnost između MDO i iznosa prenesenih podataka. radi izvršenja upita putem grafika zavisnosti MDG (Multimedia Dependency Graph). Grafik zavisnosti koristi se radi određivanja optimalne ili približno optimalne alokacije MDO. Procesna strategija dobijanja distribuiranih multimedijalnih objekata uključuje otpremanje svih multimedijalnih objekata ka sajtu korisničkog upita zbog toga što ova strategija podržava efikasan pristup sinhronizacije za vreme prezentacije rezultata od strane zajedničkog multimedijalnog korisničkog interfejsa CMUI.

Distribuirani sistemi multimedijalnih baza podataka, Slika 1, su sistemi kod kojih postoji slaba veza sa multimedijalnim podacima provajdera, kao što je prikazano na slici (za razliku od integrisane i heterogene računarske paradigme koja se zasniva na distribuiranim sistemima multimedijalnih baza podataka).



Slika 1. Arhitektura distribuiranog sistema multimedijalnih baza podataka

U ovoj strukturi multimedijalni provajder podataka (MDP) omogućava korisnicima da preuzmu multimedijalne objekte (MDO) sa različitih sajtova. Zajednički multimedijalni korisnički interfejs (CMUI) omogućava korisnicima da specificiraju upite pristupanjem distribuiranim multimedijalnim sistemima baza podataka i prezentuje rezultate korisniku. Sinhronizacija potrebna za prezentovanje multimedijalnih podataka ostvaruje se uz pomoć CMUI. Ovde MDP identifikuje relevantne multimedijalne podatke za upit korisnika i olakšava prenos tih podataka do CMUI. CMUI je klijent proces dok su distribuirani menadžment sistemi baza podataka (DDBMS) i MDP serverski procesi. Slika 2 pokazuje korake u strategiji alokacije podataka koja je razvijena u ovom radu. U suštini, postoje dva aspekta ovog problema.

Prvi aspekt je predstavljanje i evaluacija seta upita pristupanjem distribuiranim multimedijalnim bazama podataka.

Algoritam alokacije podataka polazi od sledećih inputa:

- jedinični troškovi prenosa podataka između sajtova;
- limit broja MDO koji može biti alocirano po sajtu;
- frekvencija izvršenja upita po sajtu;
- broj MDO; i
- broj sajtova i izlaza alokacione šeme.

## 2. CENA KOŠTANJA I ALOKACIJA PODATAKA

Problem alokacije podataka je kompleksan zbog međuzavisnosti između strategije izvršenja upita (određenoj pomoću optimalnog upita) i alokacije pojedinih fragmenata. Optimalna alokacija fragmenata zavisi od izabrane strategije, dok optimalna strategija izvršenja upita zavisi od fiksne materijalizacije fragmenata (na primer, fiksiranje lokacije fragmenata kojima se pristupa upitom). Glavni problem u određivanju optimalne alokacije je nedostatak reprezentativnog modela zavisnosti između fragmenata podataka. Ova zavisnost se povećava zbog podele odnosa između fragmenata podataka (korišćenjem odgovarajuće metodologije i pristupom višestrukim odnosima uz pomoć upita).

Bilo koji upit koji pristupa i pojedinačnim podacima i multimedijalnim objektima može biti podeljen na dva upita, jedan koji pristupa samo pojedinačnim podacima i drugi koji pristupa multimedijalnim objektima. Osnova za ovu podelu je obezbeđena arhitekturom slabo povezanih multimedijalnih sistema baza podataka. Upiti koji pristupaju pojedinačnim podacima biće optimizovani distributivnim sistemom baza podataka, a upiti koji pristupaju multimedijalnim objektima biće procesirani multimedijalnim provajderom na sajtu.

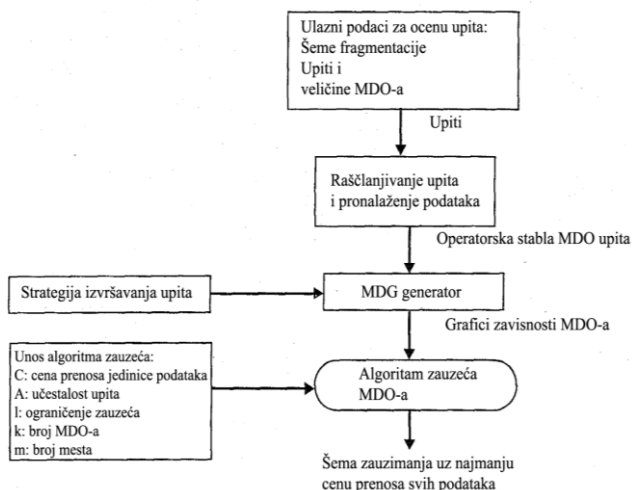
Pri tome se koristi distribuirani razdeljenik upita i lokalizovani algoritmi podataka da bi razdelili distribuirani upit na odgovarajući skup upita. Razdeljeni upit sadrži u sebi zavisnost između fragmenata podataka. Ova zavisnost modelira binarne operacije relacione algebre (kao što je udruživanje, spajanje) između fragmenata podataka koje treba da se procesiraju, da bi se izvršio distribuirani upit.

U distribuiranom upitu baza podataka procesiranje optimalne binarne operacije je zasnovano na fiksnoj strategiji izvršenja upita. Fiksiranjem strategije izvršenja upita eliminišemo zavisnost između te strategije i alokacije podataka. Strategije izvršenja upita mogu biti sledeće:

- Move-Small: ako binarna operacija uključuje dva fragmenta podataka lociranih u dva različita sajta, onda se manji fragment prenosi u sajt gde se nalazi veći fragment.
- Query-Site: prebacivanje svih fragmenata podataka u sajt gde je upit zadat i izvršavanje upita.

Obično se Move-Small strategija izvršenja upita više koristi u distribuiranim sistemima baza podataka jer omogućava niže troškove transfera za izvršenje upita nego query-site strategija. Kao što je pomenuto ranije, MDP koristi query-site strategiju izvršenja upita zbog zahteva za sinhronizacijom traženom prilikom pristupa multimedijalnim objektima i zbog potrebe za predstavljanjem svakog multimedijalnog objekta kao individualnog toka podataka.

Prema tome, prvi cilj alokacije podataka je određivanje lokaliteta (mesta) multimedijalnih objekata (koji sadrže i pojedinačne i multimedije) za izvršenje upita.



Slika 2. Koraci u alokaciji MDO

Drugi aspekt je korišćenje ove informacije da bi se formulisao i rešio problem alokacije podataka. Procesiranje upita obuhvata dekompoziciju upita i lokalizaciju podataka. Lokalizacija podataka uključuje identifikovanje MDO iz upita i generisanje mreže operatera MDO upita. Ova mreža operatera MDO upita se dalje procesira uz pomoć izabrane strategije izvršenja upita i uz pomoć informacije o veličini MDO, da bi se dobio grafik zavisnosti MDO. Grafik zavisnosti MDO ukazuje na zavisnost između MDO iz upita i iznosa prenesenih podataka potrebnog radi izvršenja upita.

Drugi cilj je korišćenje odgovarajuće strategije izvršenja upita da bi se smanjili ukupni troškovi transfera podataka kada mora da se pristupa MDO iz različitih sajtova. Svaki od n upita distribuiranih multimedijalnih baza podataka je restruktuiran i dekomponovan da bi kreirao granu upita. Ako naprimo razmotrimo sledeći upit koji pristupa relacijama A(A\_ID\_broj, A\_ime, Naslov), B(A\_ID\_broj, C\_ID\_broj, Odgovor, Trajanje), i C(C\_ID\_broj, C\_ime, Budzet) i multimedijalnim objektima predstavljenim kao slike na relacijama ESlika (A\_ID\_broj, Slika) i kao govori EGovor (A\_ID\_broj, Govor), kao što je prikazano na Slici 3 (a) i (b).

```
SELECT A_ime
FROM C,B,A
WHERE B.A_ID_broj=E.A_ID_broj
AND B.C_ID_broj=C.C_ID_broj
AND A_ime<>"Marko"
AND C.Name="MULTIMEDIJA"
AND (Trajanje=12 OR Trajanje=24);
```

(a)

```
SELECT Slika, Govor
FROM ESlika, EGovor
WHERE A_ID_broj in(SELECT A_ID_broj
FROM C, B,E
WHERE B.A_ID_broj=E.A_ID_broj
AND B.C_ID_broj=C.C_ID_broj
AND A_ime<>"Marko"
AND C.Name="MULTIMEDIJA"
AND (Trajanje=12 OR Trajanje=24));
```

(b)

**Slika 3.** Skript zapisa u DRSPB i upita za dobijanje MDO (a) SQL zapis distribuiranog relacionog sistema baze podataka respektivno, (b) Zapis upita za dobijanje MDO sa sajtova ESlika i EGovor

Model cene u ovom delu se odnosi na računanje ukupne cene prenosa podataka, i za jedan multimedijalni distribuirani upit nad bazom podataka, i za upit za pribavljanje multimedijalnog podatka. Postoje dva aspekta cene prenosa podataka koja moraju biti modelirana:

Prvi aspekt je cena prenosa jedinične količine podataka sa jednog mesta na drugo. Ovo je modelirano kao put najmanje težine između jednog i drugog mesta. Koristimo algoritam "svi-parovi" za izračunavanje matrice cene C, gde je cij cena prenosa jedinične količine podataka sa mesta Si na mesto Sj. Primetimo da iako je mreža potpuno povezana, najkraći put između dve tačke ne mora biti direktan.

Da bi pronašli najbolji način alokacije MDO-a (t.j. alokaciju koja minimizira ukupnu cenu prenosa), neophodno je znati veličinu podataka iz svakog MDO koja je potrebna sa svakog mesta. Ovo je drugi aspekt cene prenosa podataka koju je neophodno izračunati. Međutim, problem je, da veličina podataka iz MDO-a koja je potrebna sa nekog mesta varira u odnosu na lokacije drugih MDO-a. Zato i graf zavisnosti MDO za svaki upit modelira dva tipa cene prenosa podataka. Prvi tip cene se javlja zbog pomeranja podataka sa mesta gde se MDO nalaze, ka mestu gde je izdat upit.

Drugi tip cene se javlja zbog pomeranja podataka sa mesta gde se jedan MDO nalazi do mesta drugog MDO-a. Za prvi tip cene, veličina podataka koje je potrebno preneti ne zavisi od lokacija drugih MDO-a jer ne postoji zavisnost

između MDO-a kojima se pristupa kroz upit. Ovo je tačno u slučaju query-site strategije izvršavanja upita, i najvišeg nivoa grafa zavisnosti MDO-a. U slučaju move-small strategije, ivica Site(J) -> Site(Q) modelira ovaj tip cene prenosa podataka.

Neka  $r_x$  bude definisan kao veličina MDO Oj koja se mora preneti na mesto gde je upit qx započet. Odgovarajuća matrica je R veličine  $n \times k$ . Primetimo da ovo uključuje najviši nivo grafa zavisnosti MDO-a. Neka postoji upit qx iniciran sa mesta Si, aix puta u jedinici vremena. I neka qx zahteva MDO Oj i neka svaki zahtev zahteva da se  $r_x$  podataka prenese sa mesta gde se Oj nalazi.

Neka U bude matrica  $m \times k$ , gde je  $u_{ij}$  količina podataka koje je potrebno preneti sa mesta gde se MDO Oj nalazi na mesto Si gde je upit iniciran. Što znači:

$$u_{ij} = \sum_{x=0}^{n-1} a_{ix} \cdot r_{xj} \text{ odnosno } U = A \cdot R \quad (1)$$

Drugi tip cene prenosa podataka odgovara dubljim nivoima grafa zavisnosti MDO-a. Podaci se prenose sa mesta gde se jedan MDO nalazi do mesta drugog MDO-a da bi se izvršile binarne operacije nad dva ili više različitih MDO-a. U ovom slučaju, količina podataka koja se zahteva iz nekog mesta varira u odnosu na alokacije drugog MDO-a. Neka  $d_{ij}$  definiše količinu podataka iz MDO-a Oj' koja se mora preneti iz mesta gde se Oj' nalazi da bi se izvršila neka binarna operacija. Neka odgovarajuća matrica  $k \times k$  bude D. Međutim, ovo zavisi od upita koji treba biti izvršen. Tako da je potrebno da se za svaki upit izvuku informacije o tome koja količina podataka mora biti prebačena sa mesta gde se jedan MDO nalazi na mesto gde se drugi MDO nalazi, uzimajući u obzir da se na oba MDO-a pristupa iz upita. Ova informacija se izvlači kroz generator grafa zavisnosti MDO-a koji obrađuje stablo upita operatora na MDO- u primenom odgovarajuće strategije izvršavanja upita.

Neka  $\delta_{xj}$  bude količina podataka Oj-a koja se mora preneti na mesto gde se Oj' nalazi da bi se izvršio qx. I neka odgovarajuća matrica bude  $\Delta_x$ . Tada je količina podataka koju je potrebno preneti sa mesta gde se Oj nalazi na mesto gde je Oj' data sa:

$$b_{jj} = \sum_{x=0}^{n-1} \left( \sum_{i=0}^{m-1} a_{ix} \right) b^x_{jj} \quad (2)$$

i predstavljeno u obliku matrica:

$$D = \sum_{x=0}^{n-1} \left( \sum_{i=0}^{m-1} a_{ix} \right) \Delta^x \quad (3)$$

Neka  $site(O_j)$  označava mesto gde se MDO Oj nalazi. Tada će ukupna cena prenosa T biti:

$$\sum_{j=0}^{k-1} \sum_{j=0}^{k-1} C_{site(O_j)} site(O_j) \cdot d_{jj} + \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{k-1} u_{ij} \cdot C_i site(O_j), \quad (4)$$

gde prvi član daje cenu prenosa podataka da bi se izvršila binarna operacija između MDO-a na različitim mestima, a drugi daje cenu prenosa rezultata do mesta koje je iniciralo upit. Cilj u problemu alokacije podataka je minimizacija T menjanjem funkcije  $site(O_j)$ , koja preslikava MDO na mesto.

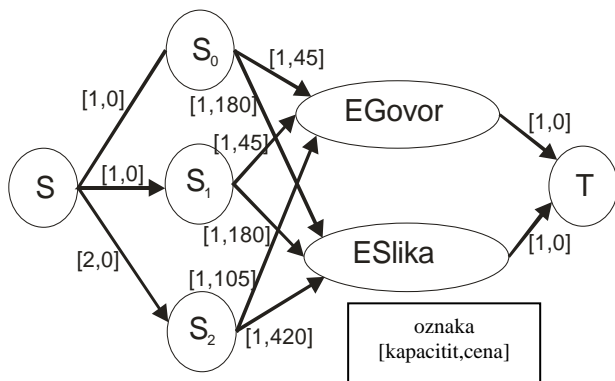
Problem alokacije podataka se može izreći i kao problem mapiranja (mapiranje MDO-a na mesto). Kada se koristi query-site strategija, graf zavisnosti MDO-a ima samo jedan



nivo. Ovo znači da će cena neophodna za izvršavanje svih upita kada je MDO alociran na lokaciji fiksna (tj nezavisna od alokacija drugih MDO-a). Tj, sve vrednosti  $d_{ij}$  su 0, za  $0 \leq j, j' \leq k-1$ . Cena prenosa za alokaciju MDO-a  $O_j$  na mesto  $S_i$  se može predstaviti vrednostima matrice  $W$ . Ovo su vrednosti cene veze od mesta  $S_i$  do MDO-a  $O_j$ .

Tako da je moguće naći odgovarajuće alokacije nalaženjem maksimalnog protoka ovog grafa. Nalaženjem Minimum-cut Maximum-flow moguće je naći minimalnu ukupnu cenu alokacije, što znači da je nađeno optimalno rešenje.

Vrednost najmanje ukupne cene je zbir cena  $w_{ij}$  na vezama od  $S_i$  do  $O_j$  koje formiraju minimum-cut maximum-flow rešenje, slika 4.



Slika 4. Primer Minimum-cut Maximum-flow rešenja

Uzmimo primer opisane distribuirane multimedijalne baze podataka sa 3 potpuno povezana mesta  $S_0$ ,  $S_1$  i  $S_2$ , i dva MDO-a EGovor i ESlika. Neka postoji samo jedan upit koji pristupa provajderu multimedijalnih servisa. Neka je upit iniciran sa mesta  $S_0$  sa frekvencijom 3, sa mesta  $S_1$  sa frekvencijom 2 i sa mesta  $S_2$  sa frekvencijom 1. Neka su veličine MDO-a:  $size(EGovor) = 5$  i  $size(ESlika) = 20$ . Kako postoji samo jedan upit, matrica  $R = [5 \ 20]$  što odgovara MDO-ima EGovor i ESlika respektivno, i matrica  $A = [3 \ 2 \ 1]$  koja odgovara mestima  $S_0$ ,  $S_1$  i  $S_2$  respektivno. Neka je vektor ograničenja  $l$ , koji sadrži broj MDO\_a koje je moguće alocirati na sajt  $l=[1,1,2]$ . Onda će matrica  $U=A \cdot R$  biti (redovi korespondiraju sajtovima  $S_0$ ,  $S_1$  i  $S_2$  a kolone MDO\_ima sajtova EGovor i ESlika) :

$$U = \begin{bmatrix} 15 & 60 \\ 10 & 40 \\ 5 & 20 \end{bmatrix} \text{ i matrica troškova } C_{\{S_{ij}\}} = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 5 \\ 2 & 0 & 3 \\ 5 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Tada je ukupna cena transfera MDO podataka od S do T sa označenih sajtova data matricom  $W=C \cdot U$ :

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 5 \\ 2 & 0 & 3 \\ 5 & 3 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 15 & 60 \\ 10 & 40 \\ 5 & 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 45 & 180 \\ 45 & 180 \\ 105 & 420 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Posle primene Ford/Fulkerson metode za rešavanje Maximum-flow Minimum-cost, dobijamo sledeće rešenje: alocirati C na  $S_0$  i A na  $S_1$ .

Ukupna cena prenosa je:  $45+180=225$ .

### 3. ZAKLJUČAK

Ovim postupkom izračunata je minimalna cena koštanja transakcije sa maksimalnim protokom podataka.

### LITERATURA

- [1] Susanne Friese, *Computer Aided Qualitative Data Analysis of Multimedia Data*, Quantitative Research and Consulting, 2015.
- [2] Mark Troester, *Big Data Meets Big Data Analytics*, was provided by IT/CIO, SAS white paper
- [3] Bernice Purcell, *The emergence of "big data" technology and analytics*, Journal of Technology Research, Holy Family University, 2016.
- [4] Wendy E. Mackay, Michel Beaudouin-Lafon, Centre d'Études de la Navigation Aérienne, Orly Sud, *Exploratory Data Analysis with Multimedia Streams*, 94542 ORLY AÉROGARES, - FRANCE, mackay@lri.fr
- [5] Jan Zahálka and Marcel Worring, *Towards Interactive, Intelligent, and Integrated Multimedia Analytics*, University of Amsterdam, Holland.
- [6] Nancy A. Chinchor, James J. Thomas, Pak Chung Wong, Michael G. Christel, and William Ribarsky, *Multimedia Analysis + Visual Analytics = Multimedia Analytics*, Pacific Northwest National Laboratory, USA, 2016.
- [7] Borivoje Milosevic, Srdjan Jovkovic and Marko Jankovic, *Hadoop - Next Generation of Business Intelligence Systems*, ICEST 2016, Ohride, Macedonia.

# KOMPARACIJA VREDNOSTI OBJEKTIVNIH AKUSTIČKIH PARAMETARA I SUBJEKTIVNE RAZUMLJIVOSTI GOVORA U SRPSKIM CRKVAMA

## COMPARISON OF VALUES OBJECTIVE ACOUSTIC PARAMETERS AND SUBJECTIVE SPEECH INTELLIGIBILITY IN SERBIAN CHURCHES

Violeta Stojanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu izvršena je komparacija vrednosti objektivnih akustičkih parametara i subjektivne razumljivosti govora u srpskim crkvama „Sveti Prokopije“ u Katunu i „Sveti Đorđe“ u Žitnom Potoku. U prvom delu rada opisan je eksperiment i prikazani su rezultati eksperimenta grafički i tabelarno. U drugom delu rada izvršena je komparativna analiza rezultata i dat je zaključak.

**Ključne reči:** Impulsni odziv prostorije. Razumljivost govora. Statistička analiza. Standard IEC 60268 – 16.

**Abstract** – In this paper a comparison of values was made objective acoustic parameters and subjective understandability of speech in the Serbian churches "St. Prokopija" in Katun and "St. George" in Zitno Potok. In the first part of the paper describes the experiment and results of the experiment are presented in tables and graphs. In the second part of the paper, a comparative analysis of the results was made and a conclusion was given.

**Key words:** Room impulse response (RIR). Intelligibility of speech. Statistical analysis. Standard IEC 60268 – 16.

### 1. UVOD

Srpske pravoslavne crkve predstavljaju pogodne prostore za različite analize iz oblasti akustike prostorija [1]. Počeci istraživanja Srpske pravoslavne crkve u oblasti akustike crkvenih prostora vezuju se za: a) kulturnu baštinu naroda, koja podrazumeva istorijski i kulturni značaj crkve i crkvenih objekata i podrazumeva istraživanje crkava onakvih kakve jesu, i b) estetiku zvuka, koja podrazumeva bavljenje temom estetski optimalnog akustičkog odziva prostora za odvijanje pravoslavne crkvene službe. Akustička istraživanja crkvenih prostora praćena su i inženjerskom dimenzijom koja ukazuje na načine ostvarivanja optimalnih akustičkih uslova u okvirima građevinskih ili elektroakustičkih metoda.

Sa aspekta akustičke obrade u pravoslavnim crkvama, u okviru zvučne komponente, pojavljuju se tri karakteristična oblika zvučnih informacija: a) pojanje sveštenika, b) polifono pevanja sveštenika i hora i c) propoved [1]. Akustički dizajn crkve mora da obuhvati zahteve sva tri zvučna oblika, odnosno najznačajniji parametar, vreme reverberacije, RT.

Reverberacija prostora i nivo buke, odnosno zvuka koji nema sadržajnu vrednost ali je prisutan u prostoru, su dva parametra koji čine složenu vezu u misaonom procesu raspoznavanja sadržaja komunikacije, odnosno, razumljivosti govora.

U ovom radu je za dve srpske pravoslavne crkve izvršena komparacija srednjih vrednosti sledećih akustičkih parametara: ranog vremena reverberacije  $\overline{EDT}$ , vremena reverberacije  $\overline{RT}_{30}$ , vremenskog težišta  $\overline{T}_C$ , jasnoće govora  $\overline{C}_{50}$  i muzike

$\overline{C}_{80}$ , definisanosti govora i muzike  $\overline{D}$ , procenta nerazumljivih suglasnika  $\overline{Al}_{cons}$ , indeksa prenosa govora  $\overline{STI}$  i  $\overline{RaSTI}$ , topline  $\overline{BR}$  i briljantnosti. Vrednosti akustičkih parametara su određene na osnovu akustičkih impulsnih odziva i programskog paketa EASERA. Pomoću programskog paketa Matlab obavljena je statistička analiza. Procena razumljivosti govora u crkvama izvršena je na osnovu klasifikacije odnosa procentualne zavisnosti subjektivne razumljivosti govora i objektivnog akustičkog parametra  $\overline{STI}$  u Standardu IEC 60268 – 16 [2].

Dalja organizacija rada je sledeća: u Sekciji 2 objašnjen je eksperiment i prikazani su eksperimentalni rezultati. U Sekciji 4 data je analiza rezultata za akustički obrađene crkve. Sekcija 4 je Zaključak.

### 2. EKSPERIMENT

Postupak merenja impulsnih odziva izvršen je u crkvama: „Sveti Prokopije“ u Katunu (Sl. 1.) [3] i „Sveti Đorđe“ u Žitnom Potoku (Sl. 2.).

Cilj ovog rada je: 1). komparacija srednjih vrednosti akustičkih parametara:  $\overline{EDT}$ ,  $\overline{RT}_{30}$ ,  $\overline{T}_C$ ,  $\overline{C}_{50}$ ,  $\overline{C}_{80}$ ,  $\overline{D}$ ,  $\overline{Al}_{cons}$ ,  $\overline{STI}$ ,  $\overline{RaSTI}$ ,  $\overline{BR}$  i  $\overline{TR}$  i 2) procena razumljivosti govora u crkvama na osnovu klasifikacije odnosa procentualne zavisnosti subjektivne razumljivosti govora i objektivnog akustičkog parametra  $\overline{STI}$  u Standardu IEC 60268 – 16 (tabela 1 i sl. 3. [2]).



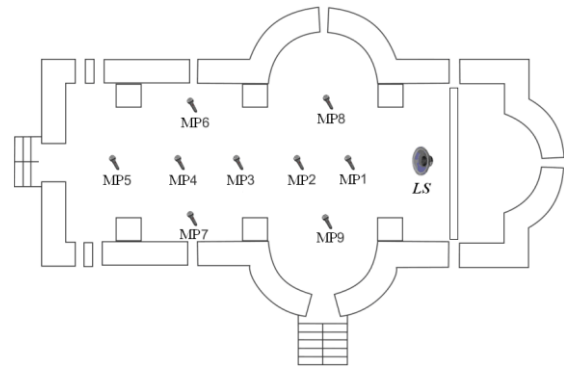
Sl. 1. Prikaz crkve "Sveti Prokopije" u Katunu.



Sl. 2 Prikaz crkve "Sveti Đorđe" u Žitnom Potoku.

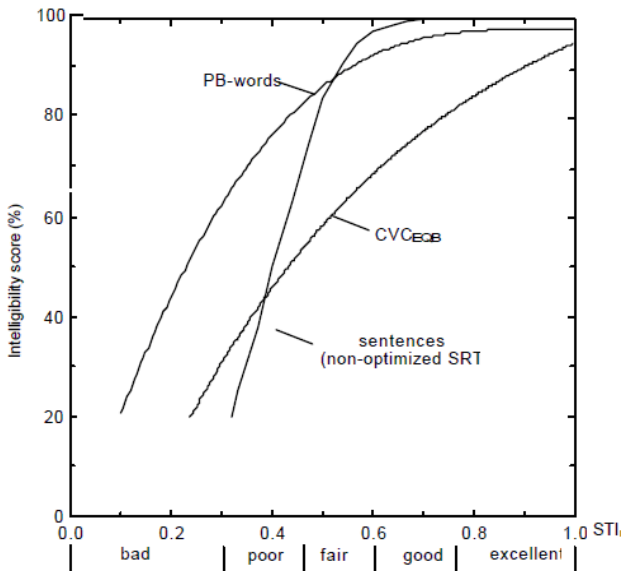
Tabela 1. Korelacija između vrednosti parametra STI, kvaliteta razumljivosti govora, razumljivosti rečenica i reči.

STI	Kvalitet razumljivosti govora	Razumljivost rečenica (%)	Razumljivost reči (%)
0 ÷ 3	Loša	0 ÷ 89	0 ÷ 67
0.3 ÷ 0.45	Slaba	89 ÷ 92	67 ÷ 78
0.45 ÷ 0.6	Prihvatljiva	92 ÷ 95	78 ÷ 87
0.6 ÷ 0.75	Dobra	95 ÷ 96	87 ÷ 94
0.75 ÷ 1	Odlična	96 ÷ 100	94 ÷ 96



Slika 4. Prikaz centralne prostorije crkve „Sveti Prokopije“ u Katunu u kojoj je meren impulсни odziv: LS - lokacija zvučnog izvora, 1-9 - merne tačke MP.

112 wav fajlova čine bazu podataka. Oni su dobijeni snimanjem akustičkih impulsnih odziva u MP = 16 mernih pozicija (Sl. 4.) po 7 puta, pomoću softverskog paketa EASERA. Tri merne pozicije se nalaze na balkonu (MP 14, MP 15 i MP 16). Zvučni izvor, LS je postavljen u blizini oltara.

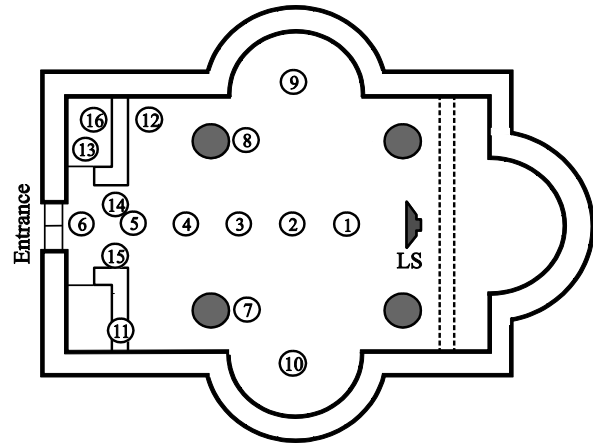


Slika 3. Klasifikacija odnosa subjektivne razumljivosti govora i STI.

a) Crkva „Sveti Prokopije“ u Katunu ima zapreminu  $V = 1659.68 \text{ m}^3$  i površinu  $S = 646.68 \text{ m}^2$ . Unutrašnji zidovi i plafon crkve su obloženi malterom (koeficijent apsorpcije  $\alpha = 0.02$ ). Pod je od keramičkih pločica (koeficijent apsorpcije  $\alpha = 0.015$ ). Merenja su vršena pri temperaturi  $t = 11 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Bazu podataka čine wav fajlovi koji su dobijeni snimanjem akustičkih impulsnih odziva pomoću softverskog paketa EASERA. Snimanja su izvršena u MP = 9 mernih tačaka čiji je raspored prikazan na Sl. 3. Za svaku mernu tačku izvršeno je po 7 merenja, što ukupno čini 63 fajlova. Zvučni izvor LS je postavljen u blizini oltara.

b) Crkva „Sveti Đorđe“ u Žitnom Potoku ima zapreminu  $V = 2163 \text{ m}^3$ . Površina joj je  $S = 167 \text{ m}^2$ . Obrada unutrašnjih zidova i plafona je malter (koeficijent apsorpcije  $\alpha = 0.02$ ). Pod je od keramičkih pločica (koeficijent apsorpcije  $\alpha = 0.015$ ). Merenja su vršena pri temperaturi  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Slika 5. Prikaz centralne prostorije crkve u kojoj je meren impulсни odziv: LS-lokacija zvučnog izvora, 1-16-merne tačke MP.

Za eksperiment je korišćena sledeća oprema: mikrofoni "Splendor" UDM 606 sa stalkom, zvučnici "Genius" SPHF 2020 V" sa pojačalom 60W, laptop COMPAQ EVO 1000V i zvučna karta Intel (r) 82801CA/CAM AC 97 audio Controller sa drajverom ASIO 4 ALL v2 latencije 256 odmera. Merenje impulsnog odziva izvršeno je pomoću pobudnog log - sweep signala u trajanju od 5 s. Frekvencija semplanja je  $f_s = 44.1 \text{ kHz}$ . Postupak snimanja i izračunavanje akustičkih parametara obavljani su u skladu sa standardom ISO 3382 [4].

## 2.1 Rezultati

U tabeli 2. prikazane su srednje vrednosti akustičkih parametara ( $\overline{EDT}$ ,  $\overline{RT}_{30}$ ,  $\overline{T_C}$ ,  $\overline{C}_{50}$ ,  $\overline{C}_{80}$ ,  $\overline{D}$ ,  $\overline{AI}_{cons}$ ,  $\overline{STI}$ ,  $\overline{RaSTI}$ ,  $\overline{BR}$  i  $\overline{TR}$ ) koje su izračunate na osnovu merenja impulsnih odziva u crkvama. Na slici 6. prikazana je procena razumljivosti govora (rečenica, PB reči i logatoma tipa CVC) u crkvama na osnovu izračunate vrednosti objektivnog akustičkog parametra STI.

## 2.2 Analiza rezultata

Na osnovu prikazanih rezultata u tabeli 2. i na slici 6. zaključuje se sledeće:

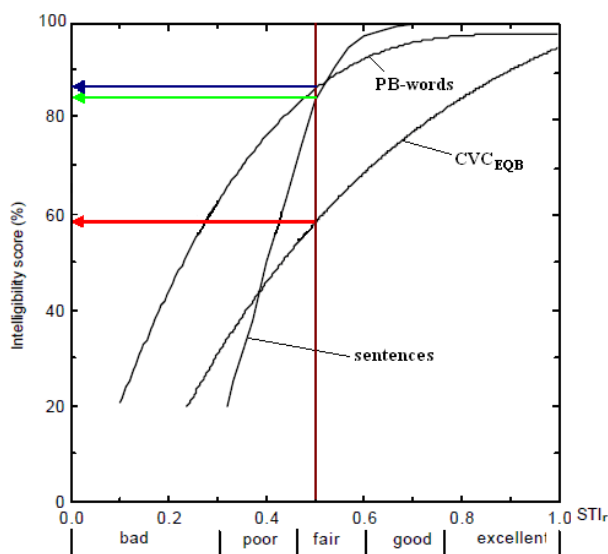
1. a) statistička komparativna analiza je pokazala da je razlika parametara  $\overline{EDT}$  u akustički tretiranim crkvama  $\Delta \overline{EDT} = 0.35 s$ . Vrednosti ovog parametra za obe crkve se nalaze u dozvoljenom opsegu  $EDT = 1.5 - 2.5 s$ .

b) vrednosti parametra  $\overline{RT}_{30}$  za obe crkve su približne i iznose  $\overline{RT}_{30 1} = 2.1 s$ ,  $\overline{RT}_{30 2} = 1.98 s$ ; to znači da ovaj parametar u potpunosti zadovoljava zahteve propisanim Standardom; naime za ovakve prostorije vreme reverberacije bi trebalo da bude oko 2 s. Razlika vrednosti ovog parametra je:  $\Delta \overline{RT}_{30} = 0.12 s$ .

c)  $\Delta \overline{T}_C = 23.19 ms$ . Vremensko težište zadovoljava optimalne vrednosti potrebne za dobar subjektivni osećaj čistoće muzičkog signala ( $T_C < 300 ms$ ) ili govornog signala ( $T_C < 150 ms$ ) jer je  $T_C = \{73.77 ms, 96.96 ms\}$ .

Tabela 2. Srednje vrednosti objektivnih akustičkih parametara u akustički obrađenim crkvama.

Srednje vrednosti akust. parametara	Crkva br 1: „Sveti Prokopije“ u Katunu	Crkva br.2: „Sveti Đorđe“ u Žitnom Potoku
$\overline{EDT}$ (s)	1,48	1,83
$\overline{RT}_{30}$ (s)	2,10	1,98
$\overline{T}_C$ (ms)	73,77	96,96
$\overline{C}_{50}$ (dB)	2,8	0,73
$\overline{C}_{80}$ (dB)	4,37	2,62
$\overline{D}$	0,635	0,519
$\overline{Al}_{cons}$ (%)	9,196	14,95
$\overline{STI}$	0,543	0,47
$\overline{RaSTI}$	0,498	0,43
$\overline{BR}$	1,39	1,09
$\overline{TR}$	0,62	0,72



Slika 6. Procena razumljivosti govora u crkvama na osnovu izmerene vrednosti objektivnog akustičkog parametra STI.

d) indeksi jasnoća za govor i muziku pojedinačno za obe crkve zadovoljavaju, naime  $\overline{C}_{50} > -2 dB$ ,  $\overline{C}_{80} = 1 \div 5 dB$ .

Inače, vrednosti oba parametra su veća za prvu crkvu:  $\Delta \overline{C}_{50 1} = 2.06 dB$  i  $\Delta \overline{C}_{80 2} = 1.75 dB$ ;

g) definisanost  $\Delta \overline{D} = 1.6\%$ , odnosno  $\overline{D}_1 = 63.5\%$  i  $\overline{D}_2 = 51.9\%$ , imaju odlične vrednosti, jer je optimalna vrednost  $D = 30 - 70\%$ .

e) Usvojena vrednost za dobar procenat nerazumljivosti suglasnika je  $\overline{Al}_{cons} = 7 \div 15\%$ . Dobijene vrednosti ovog parametra su  $\overline{Al}_{cons 1} = 9.196\%$  i  $\overline{Al}_{cons 2} = 14.95\%$ , odnosno  $\Delta \overline{Al}_{cons} = 5.75\%$ .

f) Za vrednosti  $\overline{STI} = 0.45 \div 0.6$  je prihvatljiva razumljivost. Razlika ovih parametara u crkvama je  $\Delta \overline{STI} = 0.073$  jer je  $\overline{STI}_1 = 0.543$  a  $\overline{STI}_2 = 0.47$ . I vrednosti indeksa  $\overline{RaSTI}$  po preporuci ne bi trebalo da budu manje od 0.45. U ispitivanim crkvama ovaj indeks je na granici.

h) Izračunata srednja vrednost parametra toplina svih merenja iznosi  $\overline{BR}_1 = 1.39$  i  $\overline{BR}_2 = 1.09$ . Ovi akustički prostori ne spadaju u akustički "tople" prostorije jer su im vrednosti ispod optimalnih granica za govor i muziku:  $\overline{BR} = 0.9 \div 1.3$ .

j) Brilljantnost nekog akustičkog prostora ima optimalne vrednosti  $\overline{TR} = 0.8 \div 0.9$ . Ovaj parametar kod ispitanih crkva ne zadovoljava ovaj kriterijum. Naime  $\overline{TR}_1 = 0.62$ , a  $\overline{TR}_2 = 0.72$ .

2. Vrednosti indeksa prenosa govora u obe akustički ispitane crkve pripadaju oblasti zadovoljavajuće razumljivosti govora. One imaju srednju vrednost koja je  $\overline{STI} \approx 0.5$ . Sa grafika procena razumljivosti govora u crkvama na osnovu izmerene vrednosti objektivnog akustičkog parametra  $\overline{STI}$  (sl. 5.) može se videti da je za akustički tretirane crkve procenjena subjektivna razumljivost: a) CVC logatoma 58 %, b) rečenica 84 % i PB reči 86 %.

### 3. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršene komparacije srednjih vrednosti akustičkih parametara:  $\overline{EDT}$ ,  $\overline{RT}_{30}$ ,  $\overline{T}_C$ ,  $\overline{C}_{50}$ ,  $\overline{C}_{80}$ ,  $\overline{D}$ ,  $\overline{Al}_{cons}$ ,  $\overline{STI}$  i  $\overline{RaSTI}$ ,  $\overline{BR}$  i  $\overline{TR}$  za dve srpske pravoslavne crkve zaključuje se da svi akustički parametri, obe crkve, sem parametara briljantnosti i topline, zadovoljavaju kriterijume propisane Standardom. Procena razumljivosti govora u crkvama izvršena na osnovu klasifikacije odnosa procentualne zavisnosti subjektivne razumljivosti govora i objektivnog akustičkog parametra  $\overline{STI}$  (Standard IEC 60268 – 16 [2]), pokazala je da je subjektivna razumljivost govora u akustički ispitivanim crkvama prihvatljiva. Najbolji procenat razumljivosti, 86%, imaju PB reči.

### LITERATURA

- [1] M. Mijić, *Serbian Orthodox Church – An Acoustical View*, 17th ICA, Rome, 2001.
- [2] International Electrotechnical Commission IEC 60268-16 – International Standard: "Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index", Switzerland:IEC, 2011.
- [3] Z. Milivojević, V. Stojanović, Z. Veličković, *The Statistical Analysis of the Acoustic parameters Obtained Using the Software packages EASERA and ARTA*, UNITECH 2015., Gabrovo, Vol II, pp. 106 – 111.
- [4] ISO 3382: *Measurement of the Reverberation Time of Rooms with Reference to Other Acoustical Parameters*.

## EVOLUCIJA BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA U INTERNET STVARI EVOLUTION OF WSNs INTO THE IoT

Mirko Kosanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Miloš Kosanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** – *Zadnjih godina svedoci smo sve većeg prisustva velikog broja različitih senzora na kojima počivaju mnogobrojne aplikacije koje nas snabdevaju različitim podacima. Gotovo da nema ni jedne ljudske delatnosti koja se ne oslanja na ove podatke. Bežična senzorska mreža (BSM) postala je osnovna tehnologija koja nam je omogućila da se ti podaci prikupe i da nam se gotovo sve složene pojave u fizičkom svetu pretvore jednostavni niz jedinica i nula. Dalja evolucija ove tehnologije u Internet stvari (IoT) još više proširuje mogućnosti njihove primene. Ovde se senzorski čvorovi potpuno samostalno dinamički priključuju na Internet i koriste ga za razmenu informacija i izvršavanje određenih zadataka. Međutim, kada BSM postanu deo Interneta, moramo pažljivo istražiti i analizirati pitanja koja se tiču ove integracije. U ovom radu prikazani su neki od osnovnih pristupa i tehnologija koje se danas koriste kod integrisanja BSM-a u Internet i izvršena je njihova kritička analiza sa gledišta primenljivosti u različitim ljudskim delatnostima.*

**Ključne reči:** bežične senzorske mreže, Internet stvari, senzorski čvorovi, povezivanje.

**Abstract** – In recent years, we have witnessed an increasing presence of a large number of different sensors that supply us with different data on which many applications are based. There is almost no human activity that does not rely on this data. The Wireless Sensor Network (WSN) has become a basic technology that has allowed us to collect these data and that almost all complex phenomena in the physical world convert a simple set of units and zeros. Further evolution of this technology into Internet of Things (IoT) further expands the possibilities of their application. Here, the sensor nodes completely independently connect dynamically to the Internet and use it to exchange information and perform certain tasks. However, when the BSM becomes part of the Internet, we need to carefully examine and analyze issues related to this integration. In this paper we present some of the basic approaches and technologies that are used today for integrating BSM into the Internet and their critical analysis from the point of view of applicability in different human activities.

**Key words:** Wireless Sensor Networks, Internet of things, sensor nodes, connectivity

### 1. UVOD

Bežične senzorske mreže (BSM) sve više imaju uticaj u našem svakodnevnom životu. One otkrivaju širok spektar aplikacija u različitim domenima, uključujući zdravstvene, pomoć i poboljšane životne uslove, industrijski i proizvodni monitoring, kontrola saobraćaja i transporta i mnoge druge oblasti. U budućnosti se očekuje da se BSM integrišu u "Internet stvari" (IoT), gde se senzorski čvorovi (SČ) dinamički priključuju na Internet i koriste ga za međusobnu razmenu podataka. Nekada san o inteligentnim uređajima koji samostalno izvršavaju mnoge složene zadatke postao je java jer se on ostvario implementacijom koncepta IoT. Internet stvari omogućuju povezivanja senzora i cele Internet infrastrukture putem različitih komunikacionih i informacionih tehnologija. Već tokom 2008 godine broj Internet povezanih objekata na našoj planeti je pretekao ukupan broj ljudi koji na njoj živi. Trenutno ima preko 10 milijardi međusobno povezanih objekata a prema tvrdnjama Dejv Evansa (Cisco Sistem), očekuje se da krajem 2020 godine ta brojka dostigne oko 50 milijardi međusobno povezanih računarskih objekata[1].

Njegova vizija predviđa da će u budućnosti svet biti pun umreženih, pametnih uređaja koji će posedovati jedinstvenu identifikaciju (IP broj ili radio-frekvencijsku identifikaciju – RF TAG broj). Svi ti uređaji biće opremljeni velikim brojem različitih senzora i moći će da potpuno samostalno sakupljaju veliki broj različitih podataka, koje će bežičnom vezom međusobno razmenjivati ili prosleđivati nadređenom uređaju (*sink-u*), koji će te podatke omogućiti da budu Internet dostupni. IoT je nastao kao krajnji proizvod tri tehnologije koje su zadnjih godina pretrpele najveći napredak i razvoj: bežične komunikacije, mikro-elektromehanički sistemi (MEMS) i Internet tehnologije. Jedna od osnovnih prednosti IoT je ta da omogućava velikom broju ljudi da sa veoma malo znanja i iskustva kreira jako moćne a jeftine aplikacije. Sve to omogućeno je razvojem velikog broja mikro platformi, kao što su *Arduino*, *Propeller* i *Microchip PIC* familija, i njihovom integrisanju putem bežične komunikacije sa Internetom. Drugim rečima, ova tehnika zahteva od inženjera da podjednako raspolažu sa znanjima iz hardvera i softvera. Ovo je potrebno kako bi to znanje primenili na koherentan i integrisan način u cilju dobijanja primenljive IoT aplikacije [2, 3].

Sa druge, Internet strane, došlo je do velikog razvoja novih tehnologija koje su doprinele da se veliki broj podataka prikupi u realnom vremenu (*real time*), i to sa velikog broja računara, i to gotovo trenutno prezentuje klijentima. Tu se pre svega misli na nove generacije distribuiranih računarskih tehnologija: *Cluster computing*, *Grid computing* i *Cloud computing*. One su sada bile preduslov za razvoj jednog novog pogleda na softverske aplikacije tkz. WEB servis orijentisani softver. Razvijen je veliki broj softverskih alata i protokola koji su bili strogo orijentisani ka rešavanju problema u ovoj oblasti. To su pre svega XML (*Extensible Markup Language*), WSDL (*Web Service Description Language*), UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*), LINQ (*Language-Integrated Query*) i dr. Pored toga razvijene su i dve tehnologije koje su omogućavale da se preuzimaju podaci sa različitih izvora i isti šalju ka WEB servisima: *Representational State Transfer* (REST) i *Simple Object Access Protocol* (SOAP). Ove tehnologije imaju i mogućnost da koriste mehanizme za razmenu poruka kao što su E-mail, SMS ili da razmenjuju poruke putem društvenih mreža i blogova [4]. Sve te osobine bile su idealne da se njihove pogodnosti iskoriste za povezivanje sa distribuiranim izvorom velikog broja podataka kao što su BSM.

U ovom radu posebna pažnja biće usmerena na prikaz trenutno najaktuelnijih tehnologija koje se primenjuju kako u BSM tako i na Internetu sa kritičkim osvrtom na međusobnu povezanost ovih tehnologija kao i njihove primenljivosti. Nakon uvoda u drugom poglavlju su navedena trenutna aktuelna područja razvoja. Pregled najčešće primenjivanog standarda 6LoWPAN, koji se koristi za povezivanje SČ dato je u poglavlju 3. Protokol CoAP prikazan je u poglavlju 4 a osnove RFID tehnologije su date u poglavlju 5. Web servisi su objašnjeni u poglavlju 6 a poglavlje 7 zaključuje ovaj rad.

## 2. AKTUELNI PRAVCI RAZVOJA

Sledeći viziju IoT-a, BSM su zadnjih godina znatno napredovale i približile se strukturi i organizaciji standardnih protokola iz TCP/IP skupa. Tradicionalne BSM su od jednostavnih izolovanih sistema za nadgledanje prirodnih pojava izrasle u moćne, interoperabilne sisteme koji su povezani sa Internetom. Ovaj razvoj odvijao se na nekoliko različitih polja od kojih se naročito ističu:

- prilagodavanje protokola:** razvijeni su novi prilagodljivi protokoli koji su mogli da se implementiraju na skromnim resursima kojima raspolažu senzorski čvorovi a koji su bili kompatibilni sa standardnim protokolima iz TCP/IP skupa. 6LoWPAN i CoAP su tipični protokoli koji su omogućili da BSM postanu moćnije u pogledu proširenja, interoperabilnosti i skalabilnosti. Međutim, upotreba standardnih protokola dovela je do neoperabilnosti protokola koji su dizajnirani za tradicionalne BSM-e.
- primena BSM u znatno složenijim aplikacijama** - senzorski nodovi više nisu imali samo proste skalarne senzore već su novi protokoli omogućili primenu multimedijalnih (vektorskih) senzora kao kamera, mikrofona, čitača radiofrekventne identifikacije (RFID-čitač), radio-frekvencijska identifikacija TAG (RFID-TAG)). Takav napredak povećao je interoperabilnost i snagu VSN-ova.
- napredovanje u hardverskim tehnologijama** – SČ su danas odlikuju znatno jačim resursima i računskim mogućnostima (npr. prelazak sa 8-bitnog na 32-bitni mikrokontroler, od 8MHz do 80 MHz, od 10 KB do 128 KB

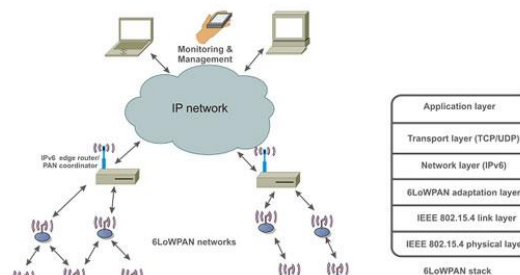
RAM, od 48 KB do 512 KB Flash memorije). Takav napredak u hardveru omogućio je povećanje moći i fleksibilnosti korišćenjem ugrađene inteligencije u sam SČ što je omogućilo da se obrada podataka radi u samom čvoru.

- razvoj novih operativnih sistema** - još jedan zahtev koji treba uzeti u obzir je mogućnost daljinske promene usluga koje pruža SČ tokom svog životnog ciklusa (reprogramiranje). To je omogućilo i korišćenje mnogih naprednijih tehnika kao Web servisa i primena Web Socket protokola koji je omogućio i mnoge *real-time* aplikacije

## 3. TEHNOLOGIJA 6LoWPAN

6LoWPAN je otvoreni standard definisan u RFC 6282 od strane Internet Engineering Task Force (IETF), tela koje je definisalo puno otvorenih standarda koji se koriste na Internetu, kao što su UDP, TCP i HTTP. U početku 6LoWPAN je bio zamišljen da podrži standard IEEE 802.15.4 za bežične mreže male snage u 2.4-GHz području, da bi sada prerastao u standard koji se adaptirao i može da se koristi i u raznim drugim mrežnim tehnologijama kao što su Sub-1GHz low-power RF, Bluetooth® Smart, power line control (PLC) i low-power Wi-Fi®. Zasniva se na već dobro poznatom standardu IEEE 802.15.4(LoWPAN) koji je primenjen na uređaje koji imaju jako limitirane resurse kakvi su bežični SČ-ovi. Jedan od osnovnih preduslova koje treba da izvrši svaki SČ je minimalna potrošnja električne energije kako bi se postigao što veći životni vek tj. nesmetani rad aplikacije u BSM. Kako je komunikacija u većini slučajeva najveći potrošač električne energije, sasvim je jasno da je potrebno da se ona svede na najmanju moguću meru [5].

Razvijeno je puno različitih tehnologija za bežičnu komunikaciju između SČ-ova koje omogućavaju pristup Internetu ali je sasvim jasno da tehnologije koje se zasnivaju na TCP/IP skupu protokola imaju prednost [6]. Kako većina protokola iz TCP/IP skupa predstavljaju jako zahtevne protokole, kod kojih su samo zaglavljaja dosta velika (IPv4-24 bajta, IPv6-40 bajta, UDP-8 bajta, TCP-24 bajta), jasno je da bi puna primena ovih protokola u BSM-a bio potpuni promašaj sa gledišta energetske isplativosti i efikasnosti. Za samo 2-3 bajta korisnih podataka (*payload data*), kakva je obično veličina podataka koji se prenose kroz BSM, morali bi da prenosimo 30-tak bajtova, a samim tim i potrošimo veliku količinu električne energije, a to indirektno znači da bi životni vek tih SČ-ova bio sveden na samo nekoliko dana [7]. Tehnologija 6LoWPAN je ovaj zahtev stavila kao primarni cilj koji mora da se ispuni.



Slika 1. Tipično povezivanje uređaja u 6LoWPAN mreži

6LoWPAN mreža se povezuje sa drugim IP mrežama kroz jedan ili više rutera (*edge routers*) čiji je zadatak da vrše prosledjavanje IP paketa između različitih mreža (vidi Sliku

1). Povezivanje sa drugim IP mrežama može se obezbediti kroz različite veze-linkove kao što su Ethernet, Wi-Fi ili 3G/4G. Kako standard 6LoWPAN definiše operacije protokola IPv6 preko IEEE 802.15.4 standarda, ruteri moraju takođe da podržavaju IPv6 tranzicioni mehanizam koji omogućava povezivanje 6LoWPAN mreže sa IPv4 mrežama, što je definisano u NAT64 RFC 6146 standardu. To oslobađa SČ-ove u 6LoWPAN mreži da imaju implementiran ovaj mehanizam a istovremeno omogućuju im da nesmetano komuniciraju sa IPv4 mrežama. Generalno možemo reći da je osnovni cilj svake 6LoWPAN mreže da omogući korišćenje standardnih Web servisa, kao što su REST, XML, JSON i drugi, uređajima koji imaju jako ograničene resurse, kao što su SČ-ovi i to u sredinama koje imaju jako veliki procenat loše primljenih poruka tkz. LLNs (*Low-power and Lossy Networks*) mreža.

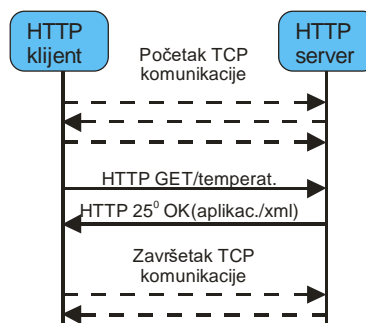
#### 4. CoAP APLIKACIONI PROTOKOL

Integracija REST arhitekture u okviru BSM nije nimalo jednostavan zadatak iz proste činjenice da se ovde radi o jako limitiranim resursima kojima raspolažu SČ u okviru te mreže. Tipični SČ napajaju se putem baterije, strogo limitiranog izvora energije, poseduju nekoliko kB memorije i procesore koji imaju ograničene tj. smanjene računске mogućnosti. Samim tim, svaka direktna primena originalnih protokola iz TCP/IP steka je potpuno neprimenljiva jer bi na taj način životni vek svih SČ u mreži bio jako kratak [8]. Zato je razvijen poseban protokol od strane radne grupe IETF koji je nazvan CoAP (*Constrained Application Protocol*) sa ciljem da to bude osnovni Web transportni protokol koji bi se primenjivao u BSM i koji bi zamenio HTTP protokol. CoAP nastoji da primeni potpuno isti sistem prenosa podataka kao i HTTP protokol ali sa znatno manjim zahtevima za resursima. On podržava jedan deo HTTP funkcija, ali i proširuje taj set sa sopstvenim funkcijama kako bi pojednostavio komunikaciju između dva senzorska čvora, tj. omogućio tkz. M2M (*Machine to Machine*) komunikaciju. Na taj način usluge koje nude Web servisi dobijaju na značaju jer sada svaki SČ može da ih koristi i učestvuje u njihovom proširivanju [9].

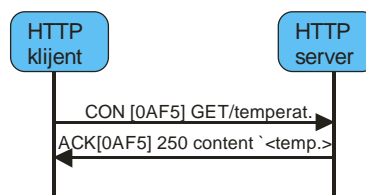
Osnovna namera CoAP protokola je da obezbedi generički Web protokol kojim će SČ moći da komuniciraju. On je veoma sličan HTTP protokolu (Sl.2), ali njegov cilj nije da jednostavno kompresuje HTTP pakete, već da realizuje jedan smanjeni set sistemskih poruka koje će omogućiti M2M komunikaciju. U tu svrhu CoAP koristi sledeće četiri poruke: CON (*Confirmable*), NON (*Non-Confirmable*), ACK (*Acknowledgment*) i RST (*Reset*). Mehanizam rada ovog protokola je sličan klijent-server modelu komunikacije jer klijent uvek zahteva neki servis od servera. Nakon primljenog zahteva server odgovara uključujući u paket jedinstveni broj poruke (ID) koji je dobio sa zahtevom (vidi Sliku 3). Posmatrajući slike 2 i 3 može se videti koliko je CoAP protokol uprošćen jer on koristi samo dva paketa kod normalne komunikacije za razliku od HTTP protokola kome su potrebna 7 paketa. Posebna prednost CoAP protokola je ta da su potrebni minimalni resursi koje treba da poseduje svaki SČ da bi on mogao da se implementira: 10 kB RAM i 100 kB memorijskog prostora za programski kod (RFC 7228).

Problem pouzdanosti slanja kod CoAP protokola (koristi se nesiguran UDP protokol), je rešen korišćenjem *stop-and-wait* protokola, ugradnjom mehanizma za detekciju duplih poruka (isti ID) kao i već pomenutim slanjem *multicast* paketa. CoAP protokol je projektovan tako da koristi minimalna

sredstva, i u SČ i na mreži. Umesto zahtevnog TCP protokola, koristi se UDP protokol. Fiksni *header* od 4 B i opcija kompaktnog kodiranja omogućava formiranje malih poruka koje izazivaju malo ili nimalo fragmentacije na link sloju. Od ostalih karakteristika CoAP protokola istakli bi još: podrška za slanje *unicast* i *multicast* paketa, mogućnost asinhronog prijema i slanja poruka, veoma mali *overhead*, podrška za proksi servis, ugrađene mogućnosti za keširanje poruka, proširivo i prilagodljivo zaglavlje, jednostavno pronalaženje resursa putem URI i td. [10]



Slika 2. HTTP komunikacija



Slika 3. CoAP komunikacija

#### 5. RFID (Radio Frequency Identification)

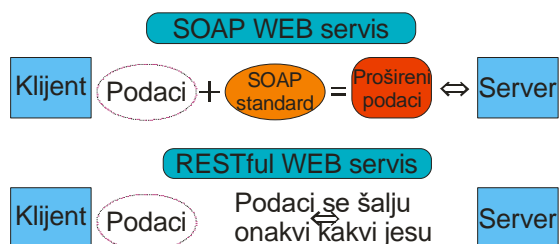
Radio frekventijska identifikacija predstavlja veoma zastupljenu tehnologiju jednoznačne identifikacije objekata koja je danas široko u upotrebi. Predstavlja tehnologiju daljinskog slanja i prijema podataka koja koristi radio talase. Svakom objektu se ugradi/zalepi jedan mirkočip (RFID pločica), izuzetno malih dimenzija, koji u sebi ima jedinstveni ID broj promenljive dužine (1-256 bita). RFID pločica u sebi sadrži antenu koja joj omogućava prijem i slanje podataka. Radiofrekventijska komunikacija zasniva se na stvaranju elektromagnetnih talasa koji dolaze do RFID pločice od strane RFID čitača. Inicirana ovim talasima RFID pločica emituje sopstvene elektromagnetne talase prema primopredajniku u kojima je nalazi jedinstveni ID očitane RFID pločice. Prednost ove tehnologije je da pasivne RFID pločice ne zahtevaju nikakvo napajanje već potrebnu energiju dobijaju iz primljenih radio talasa od strane RFID čitača.

#### 6. WEB SERVISI

Web servisi predstavljaju jedan novi pogled ka pisanju aplikacija koje se primenjuju na Internetu. Njihov cilj je da omogućе povezivanje različitih informacionih sistema koji su instalirani u distribuiranim okruženjima. Oni predstavljaju jednu vrstu distribuirane aplikacije koja se sastoji od više aplikacionih funkcija koje možemo programski pozivati sa bilo kog mesta koje ima mogućnost Internet konekcije. Pri tome korisnik (*consumer*) i pružalac (*provider*) tih aplikacija koriste sistem poruka kako bi razmenili svoje zahteve i odgovore, najčešće preko HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) protokola, a da pri tome ta komunikacija uopšte ne zavisi od resursa koje poseduju kako pružalac tako i korisnik tih uslu-

ga. Drugim rečima Web servis uopšte nije vezan za određenu kako hardversku tako i softversku platformu koju koriste obe strane u komunikaciji. Dovoljno je samo da podržavaju neki od protokola za razmenu informacija kao što su HTTP ili SMTP protokoli. Tipična arhitektura u kojoj se koriste Web servisi (Sl.4) je klijent-server arhitektura što nam omogućava da jedna mrežna komponenta može imati ulogu provajdera servisa, korisnika servisa ili brokera servisa. Svojom jednostavnošću i velikim mogućnostima koje pružaju oni su danas postali sastavni deo gotovo svih savremenih informacionih sistema.

Kako je reć o distribuiranim aplikacijama koje se nalaze na različitim mestima u Internet mreži, pozivanje Web servisa vrši se standardnim adresiranjem na Internetu tj. putem URL adresa. Svaki Web servis karakterišu tri osnovne osobine: a) **Interoperabilnost** (*Interoperability*) - sposobnost da aplikacije razvijene u različitim tehnologijama, u različitim programskim jezicima i na različitim platformama, međusobno komuniciraju; b) **SOA** (*Service Oriented Architecture*) – predstavlja pristup u razvoju softvera koji podrazumeva razdvajanje funkcija u odvojene servise tako da oni pojedinačno budu dostupni preko komunikacione mreže; c) **Skalabilnost** (*Scalability*) – omogućuje da se postojeće funkcionalnosti koje Web servisi pružaju menjaju (povećavaju ili smanjuju) uz minimalne troškove i najmanji mogući uticaj na rad informacionog sistema [11].



Slika 4. SOAP i RESTful Web servisi

Veoma brzi razvoj Interneta kao i pratećih tehnologija uslovio je razvoj mnogih tehnologija koje su se primenjivale kod Web servisa koje su se brzo menjale. Sa današnje tačke gledišta dve platforme za razvoj Web servisa su se izborile kao vodeće i to: Microsoft.NET i Sun J2EE. Bez obzira na odabranu platformu svi Web servisi mogu bez problema da pozivaju jedni druge. Uopšteno gledano sve Web servise možemo da podelimo u dve velike grupe i to: **Big** Web servisi i **RESTful** Web servisi (vidi Sliku 4). “Big” web servisi zasnivaju se na SOAP protokolu za jednostavan pristup objektima i često sadrže WSDL jezik za opisivanje Web servisa. WSDL nam omogućava da svaki Web servis kada ga pozovemo, a sadrži ovu funkciju, može da opiše sam sebe, operacije koje podržava kao kako ih možemo iskoristiti. Detalji koje WSDL daje mogu da budu poruke, operacije, veze i lokacije Web servisa. SOAP poruka je obično XML dokument definisan XML šemom. Kod SOAP Web servisa, SOAP poruke nisu predmet interesa programera koji kreira Web servis ili piše klijentski kod za korišćenje Web servisa već one samo omogućavaju komunikaciju klijentske aplikacije koja poziva Web servis i samog Web servisa. Ovaj tip Web servisa pogodan je kada nam je potrebna asinhrona obrada, pouzdanost i unapred formulisana (*Stateful*) operacija. Ako su aplikaciji potrebne dodatne informacije, SOAP nudi dodatnu specifikaciju u strukturi Web servisa da bi podržao upit (bezbednost, transakcije, koordinaciju, itd.) [11].

RESTful web servisi su zasnovani na arhitekturi koju nazivamo REST - *Representational State Transfer*. REST nije zavisan ni od jednog protokola, ali gotovo svaki RESTful servis koristi HTTP kao osnovni protokol. Ovi servisi su dosta bolje integrisani sa HTTP-om od SOAP servisa, pa kao takvi ne zahtevaju XML, SOAP poruke ili WSDL definicije. Uvođenje REST Web servisa u upotrebu predstavlja pokušaj da se prevaziđe složenost SOAP Web servisa. U suštini neka velika razlika između ova dva tipa Web servisa i ne postoji tako da SOAP Web servis koji koristi HTTP protokol za razmenu poruka predstavlja jedan specifičan slučaj REST Web servisa.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom radu razmatrane su trenutno aktuelne tehnologije koje nam omogućavaju da iskorisimo sve prednosti Interneta i da njegove mogućnosti proširimo sa ogromnom količinom podataka koje možemo da dobijemo iz malih SČ. Činjenica da oromnu količinu prikupljenih podataka sa različitih izvora možemo da prikazemo velikom broju klijenata na različitim mestima, i sve to u *real time* režimu rada, pruža neslućene mogućnosti za razvoj ogromnog broja aplikacija. Uvođenje jedinstvenog ID svakom od tih SČ-ova, omogućilo bi da oni budu potpuno samostalni u uspostavljanju komunikacije sa bilo kojim uređajem na Internetu. Proširivanjem te veze sa mrežnog na aplikativni nivo mogućnosti postaju još veće. Veliki broj aktuelnih Web servisa postali bi dostupni a i obogaćeni sa podacima koje bi dostavljali SČ-ovi.

## LITERATURA

- [1] D. Evans, The Internet of Things [INFOGRAPHIC], <http://blogs.cisco.com/diversity/the-internet-of-things-infographic/> pos. 25.10.2018.
- [2] Ian G. Smith, *The Internet of Things 2012 New Horizons*, Halifax, UK, 2012.
- [3] J. Gubbia, R.Buyyab, S.Marusic, M.Palaniswami, “Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions”, *Future Generation Computer Systems* 29, 2013, pp.1645–1660.
- [4] Raghunathan V., Ganerival S., Srivastava M., “Emerging techniques for long lived wireless sensor networks”, *IEEE Communication Magazine*, Vol.44, No.4, 2006.
- [5] E.Deborah, et al. “Connecting the physical world with pervasive networks”, *Perv.Computing*, IEEE 1.1, 2002.
- [6] M. Beraka, H. Mathkour, S. Gannouni, H. Hashimi, “Applications of Different Web Service Composition Standards,” *IEEE International Conference on Cloud and Service Computing (CSC)*, pp.56-63, Nov. 2012.
- [7] D. Guinard, V. Trifa, T. Pham, O. Liechti, “Towards Physical Mashups in the Web of Things”, *Proceedings of INSS 2009*, Pittsburgh, USA, 2009.
- [8] J. Rellermeyer et al., “The Software Fabric for the Internet of Things”, In *Proceedings of the First International Conference on the Internet of Things*, Zurich, 2008.
- [9] M.Kosanovic, M.Stojcev, “Connecting Wireless Sensor Networks to Internet”, *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering* Vol. 9, No 2, 2011, pp.169-182.
- [10] Shelby, Z.; Hartke, K.; Bormann, C. *The Constrained Application Protocol (CoAP)*; RFC 7252; The Internet Engineering Task Force: Reston, VA, USA, June 2014.
- [11] Leonard Richardson and Sam Ruby. *RESTful Web Services*. O’Reilly Media, Inc., May 2007.



## TEHNIKE BALANSIRANJA SAOBRAĆAJA IZMEĐU VIŠE PARALELNIH LINKOVA U ETHERNET MREŽI

### LOAD BALANCING TECHNIQUES THROUGH MULTIPLE PARALLEL LINKS IN ETHERNET NETWORKS

Dušan Stefanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Dušan Petrović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – U ovom radu su analizirane tehnike balansiranja saobraćaja pomoću kojih je moguće na brži i efikasniji način opsluživati veliki broj korisnika koji svakodnevno pristupaju deljenim resursima. Cilj ovog rada je da pokaže na koji način podaci koji se šalju od servera ka korisnicima, i obrnuto, putuju kroz više paralelnih mrežnih adaptera/linkova, obezbeđujući veći protok podataka kao i otpornost od otkaza jednog ili više mrežnih adaptera/linkova na prenos podataka.

**Ključne reči:** NIC Teaming. Etherchannel. Tolerancija otkaza. Agregacija protoka.

**Abstract** - Purpose of this paper was analyzes traffic balancing techniques that are possible in a large number of users who access the daily resource sharing in a faster and more efficient way. The main goal is analyzing the way of data traveling from the server to the users, as well as vice versa, are balanced by traveling through several parallel network adapters / links, obtaining more link bandwidth as well as failure link resistance on data transfer.

**Key words:** NIC Teaming. Etherchannel. Fault tolerance. Bandwith aggregation.

#### 1. UVOD

U ovom radu je prikazano rešenje koje je moguće primeniti na serverima kako bi na brži i efikasniji način opslužili veliki broj korisnika koji svakodnevno pristupaju deljenim resursima.

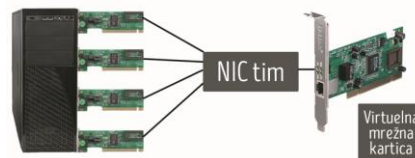
Omogućavanjem tehnike balansiranja mrežnog saobraćaja gde udruživanjem mrežnih adaptera u tim, paketi se raspodeljuju po utvrđenom algoritmu i šalju na svim svojim aktivnim mrežnim adapterima, povećavajući propusni opseg i na taj način veća količina podataka se isporučuje istovremeno na više korisnika. Na serverima i svičevima (eng. LAN switch) je moguće podesiti raspodelu paketa po portovima na osnovu izabranog algoritma.

U samom radu su detaljno obrađene dve tehnike balansiranja saobraćaja *NIC Teaming* i *Etherchannel*. Opisan je njihov način rada, prednosti i data je uporedna analiza njihovog rada.

#### 2. UDRUŽIVANJE MREŽNIH ADAPTERA U TIM (NIC TEAMING)

NIC teaming (eng. *Network Interface Card Teaming*) je nova karakteristika prvi put predstavljena u Windows Server-u 2012, a poboljšana u Windows Server 2012 R2 i omogućava kombinovanje više mrežnih adaptera zajedno čineći jedan virtuelni mrežni adapter.

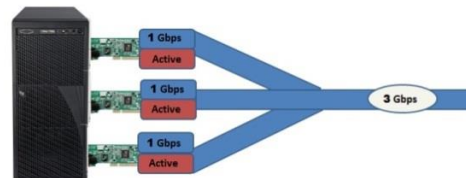
Nakon dodavanja mrežnih adaptera u NIC tim, nemoguće je konfigurisati ih zasebno, već moguće je samo konfigurisati virtuelni mrežni adapter koji je dobijen kreiranjem NIC tima (sl. 1).



Slika 1. NIC Teaming.

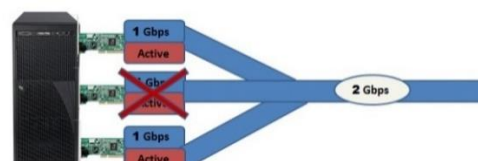
Kreiranjem NIC tima dobijamo:

- Agregaciju protoka (eng. *Bandwith Aggregation*) omogućava grupisanje protoka mrežnih kartica u jedan veći protok (sl. 2).



Slika 2. Grupisanje mrežnih kartica na serveru.

- Toleranciju greške (engl. *Fault Tolerance*) Otkaz jednog ili više mrežnih adaptera, neće uticati na rad ostalih (sl.3).



Slika 3. Otkaz jedne kartice u timu, ne utiče na rad ostalih.

## 2.1. Mod tima (TEAMING MODE)

Postoje dve vrste mod tima [1]:

Mod nezavistan od sviča (eng. *Switch Independent Team*)

- Ne zahteva konfiguraciju na svičevima, Windows Server vrši raspodelu saobraćaja samo u odlaznom smeru.
- Mogućnost korišćenja više svičeva (redundantnost svičeva)
- Mogućnost da jedna od mrežnih kartica radi u stanju pripravnosti (*stand by* režim)

Mod zavistan od sviča (eng. *Switch Dependent Team*)

- Neophodna je konfiguracija na sviču i mrežni adapteri moraju biti priključeni na konfigurisanim portovima

## 2.2. Tok saobraćaja (FLOW OF TRAFFIC)

Podaci koji se šalju idu jednim tokom (kroz jedan mrežni adapter). Razlog je taj da bi se izbegla reorganizacija paketa ukoliko bi se segmenti tog fajla slali kroz više mrežnih adaptera. Postoji mogućnost da paketi ne stignu u istom redosledu u kom su poslani (sl.4).



Slika 4. Slanje paketa kroz isti tok.

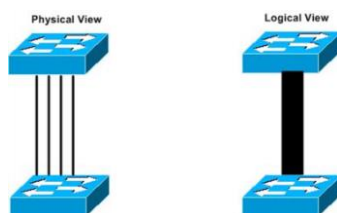
## 2.3. Režim balansiranja mrežnog saobraćaja (LOAD BALANCING MODE)

Režim balansiranja saobraćaja odlučuje kako će saobraćaj biti raspodeljen između mrežnih kartica u NIC timu kada napuštaju server. Postoje tri različita tipa moda balansiranja saobraćaja [1]:

- Hash zapis na osnovu MAC/IP adrese (Address Hash)
- Windows Server virtuelizacija (Hyper-V Port)
- Dinamički mod (Dynamic - podržan samo u Windows Server 2012 R2).

## 3. PARALELNI LINKOVI IZMEĐU SVIČEVA (ETHERCHANNEL)

Omogućava grupisanje više fizičkih linkova u jedan logički link pružajući toleranciju greške i agregaciju brzine linkova (sl.5) [2].



Slika 5. Grupisanje fizičkih linkova u logički.

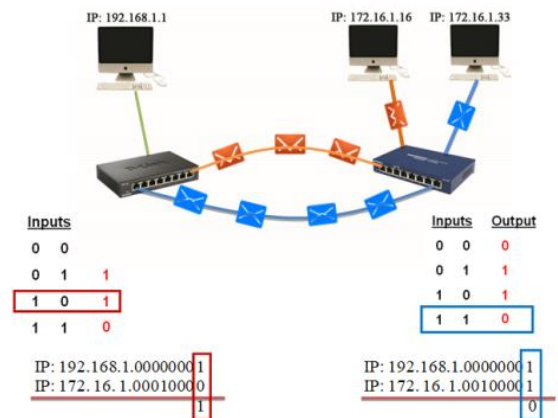
U Etherchannel-u mogu biti između dva i osam fizičkih portova. karakteristike Etherchannel-a su:

- Propusni opseg: Koristeći maksimalno 8 aktivnih portova, ukupan propusni opseg može biti 800Mbit/s, 8Gbit/s ili 80Gbit/s u zavisnosti od brzine portova;
- Tolerancija greške: U slučaju pada nekog linka unutar EtherChannel-a, saobraćaj će se automatski redistributovati na ostale aktivne linkove bez ikakvih posledica na mrežu.

Etherchannel koristi Cisco-proprietary hash algoritam za raspodelu saobraćaja na linkovima i koristi dve metode:

- Koristi se jedan ulaz (npr. Izvorišna IP adresa), hash se kreira samo na osnovu bitova iz izvorišne IP adrese;
- Koristi dva ulaza ( izvorišnu i odredišnu IP adresu), hash se kreira na osnovu isključivo ILI (XOR) operacije na oba ulaza.

Obe metode kao rezultat daju binarnu vrednost koja predstavlja broj linka (porta) koji će fizički preneti taj paket. Najefikasniji load balancing predstavlja agregaciju 2, 4 i 8 fizičkih linkova (2 linka – 1 bit | 4 linka – 2 bita | 8 linka 3 bita, najmanje težine). Primer komunikacije sa tri računara na osnovu dva fizička linka u Etherchannel-u (sl.6) [3]:



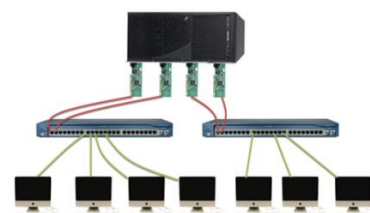
Slika 6. Slučaj u kom učestvuju tri računara u komunikaciji.

Algoritmi raspodele paketa :

- dst-ip
- dst-mac
- src-ip
- src-mac
- src-dst ip
- src-dst mac

### 3.1. Rezultati analize raspodele saobraćaja i opterećenosti mrežnih kartica u komunikaciji između servera i host računara

Na slici 7, prikazana je mrežna infrastruktura koja je korišćena za analiziranje rada NIC tima.



Slika 7. Mrežna infrastruktura korišćena za analizu rada NIC tima.

U tabeli 1, prikazan je postupak komunikacije između servera i većeg broja računara koristeći 4 mrežna adaptera u NIC timu. Sa leve strane se nalaze sve mrežne kartice koje su u timu, dok u gornjem delu su brojevi računara koji su učestvovali u ovoj analizi.

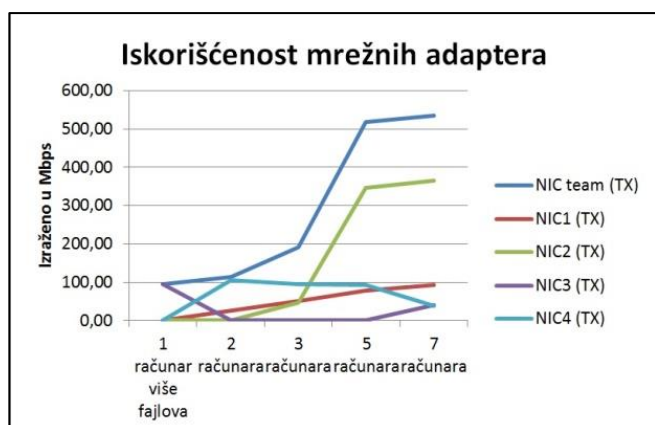
**Tabela 1.** Rezultati merenja protoka sa 4 mrežna adaptera

Mrežni adapteri	Maksimalna brzina	1 računar	1 računar više fajlova	2 računara	3 računara	5 računara	7 računara
NIC team	RX 1Gbps	96,22 Mbps					
	TX 4Gbps		93,97 Mbps	113,40 Mbps	192,1 Mbps	619,1 Mbps	536,8 Mbps
NIC 1	RX 1Gbps	96,22 Mbps					
	TX 1Gbps		0 Mbps	26,17 Mbps	50,22 Mbps	78,6 Mbps	92,99 Mbps
NIC 2	RX 1Gbps	0 Mbps					
	TX 1Gbps		0 Mbps	0 Mbps	46,6 Mbps	347,2 Mbps	365,4 Mbps
NIC 3	RX 1Gbps	0 Mbps					
	TX 1Gbps		93,97 Mbps	0 Mbps	0 Mbps	0 Mbps	40,21 Mbps
NIC 4	RX 1Gbps	0 Mbps					
	TX 1Gbps		0 Mbps	106,30 Mbps	95,28 Mbps	93,21 Mbps	37,2 Mbps
Iskorišćenost linka (Utilization)	Trenutno (Current)	NIC 1 - 9%	NIC 3 - 9%	NIC 1 - 2% NIC 4 - 10%	NIC 1 - 5% NIC 2 - 4% NIC 4 - 9%	NIC 1 - 7% NIC 2 - 34% NIC 4 - 9%	NIC 1 - 9% NIC 2 - 36% NIC 3 - 4% NIC 4 - 3%
	Ukupno (Peak)	NIC team - 9%	NIC team - 25%	NIC team - 25%	NIC team - 22%	NIC team - 22%	NIC team - 23%

U prikazanoj topologiji, jedan računar prvo šalje jedan fajl a zatim više fajlova ka serveru. U oba slučaja koristio se samo jedan mrežni adapter, dok opterećenost mrežnog adaptera je bila 9% a protok podataka 93,9Mbps. U komunikaciji sa dva računara, server je slao podatke kroz dva zasebna adaptera. Iskorišćenost NIC1 je bila 2% i protok podataka 26,17Mbps, dok NIC4 10% i protok 106,30Mbps. Kod slanja fajlova na tri računara, za svaki računar korišćena je zasebna mrežna kartica. NIC1 5% i protok podataka 50,22Mbps, NIC2 4% i protok podataka 46,6Mbps i NIC4 9% i protok podataka 95,28Mbps.

U komunikaciji sa pet računara, korišćena su tri mrežna adaptera od četiri, gde je NIC2 bio opterećeniji od ostalih i može se zaključiti da je veći deo saobraćaja prolazio kroz taj mrežni adapter. Iskorišćenost NIC1 7% a protok 78,26 Mbps, NIC2 34% i protok 347,2 Mbps i NIC4 9% i protok podataka je 93,21 Mbps. Poslednji je slučaj u kome sedam računara preuzimaju fajlove sa servera.

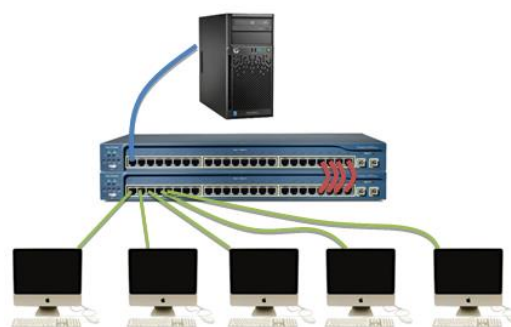
Korišćena su sva četiri mrežna adaptera u komunikaciji. Iskorišćenost NIC1 je 9% i protok 92,99 Mbps, NIC2 je 36% a protok 365,4Mbps, NIC3 je 4% i protok podataka je 40,21 Mbps i NIC4 je 3% i protok 37,2 Mbps. Grafik prikaza opterećenosti mrežnih adaptera prikazan je na slici 8.



**Slika 8.** Prikaz opterećenosti mrežnih adaptera.

### 3.2. Rezultati analize raspodele saobraćaja i opterećenosti linkova u etherchannel kanalu

Na slici 9, prikazna je mrežna infrastruktura koja je korišćena za analiziranje rada Etherchannel-a:



**Slika 9.** Mrežna infrastruktura.

Analiza je izvršena na Cisco 2950 svičevima, maksimalno je podržano šest etherchannel kanala i podržava dva načina raspodele paketa, src-mac i dst-mac metod.

**src-mac** – slanje paketa se vrši na osnovu izvorišne adrese. Paketi različitih računara koriste različite portove, dok paketi istog računara koriste uvek jedan isti port.

**dst-mac** – paketi se šalju na osnovu odredišne adrese. Paketi namenjeni istom odredištu se šalju kroz isti port, dok paketi namenjeni različitim odredištima se šalju kroz različite portove.

U komunikaciji između servera i više računara koristeći maksimalno četiri linka, server je uvek koristio samo jedan link preko kog je slao i primao pakete:

- 2 računara (Tx-4864 p/s, Rx-951 p/s);
- 4 računara (Tx-7439p/s, Rx-1275p/s);
- 5 računara (Tx-8170p/s, Rx-1174p/s).

Dst-mac na sviču na strani servera (komunikacija sa 4 računara):

- 2 linka (f0/22 - Tx-2484 p/s, Rx-8084 p/s);
- 3 linka (f0/22 - Tx-864p/s, Rx-5659p/s  
f0/23 - Tx-791p/s, Rx-1839p/s);
- 4 linka (f0/22 - Tx-1376p/s, Rx-3307p/s  
f0/23 - Tx-685p/s, Rx-4377p/s).

Src-mac na sviču na strani klijenata (komunikacija sa 4 računara):

- 2 linka (f0/21 - Tx-5979pak/s, Rx-3213pak/s  
f0/24 - Tx-1981pak/s, Rx-998pak/s);
- 3 linka (f0/22 - Tx-4705pak/s, Rx-2343pak/s  
f0/24 - Tx-3849p/s, Rx-1992p/s);
- 4 linka (f0/22 - Tx-2362p/s, Rx-1187p/s  
f0/23 - Tx-3530p/s, Rx-1797p/s  
f0/24 - Tx-404p/s, Rx-211p/s).

dst-mac na sviču na strani klijenata.

U komunikaciji između više klijenata sa serverom koristeći maksimalno četiri linka, paketi namenjeni istom odredištu šalju se kroz jedan link:

- 2 računara (f0/23 - Tx-8207 p/s, Rx-2712 p/s);
- 4 računara (f0/23 - Tx-8241p/s, Rx-1388p/s);
- 5 računara (f0/23 - Tx-7829p/s, Rx-3879p/s).

Tabela 2. Rezultati merenja protoka u Etherchannel-u

Portovi (linkovi)				2 računara	4 računara	5 računara	Portovi (linkovi)				4 računara	5 računara	
2 linka	Fa0/23	RX	0 packets/sec	0 packets/sec			2 linka	Fa0/21	RX	0 packets/sec			
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec					TX	0 packets/sec			
	Fa0/24	RX	951 packets/sec	1275 packets/sec			Fa0/22	RX	2484 packets/sec				
		TX	4984 packets/sec	7439 packets/sec				TX	3884 packets/sec				
3 linka	Fa0/22	RX	0 packets/sec	0 packets/sec			Fa0/22	RX	951 packets/sec				
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec				TX	5659 packets/sec				
	Fa0/23	RX	0 packets/sec	500 packets/sec			Fa0/23	RX	781 packets/sec				
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec				TX	1839 packets/sec				
Fa0/24	RX	0 packets/sec	1174 packets/sec			Fa0/24	RX	0 packets/sec					
	TX	0 packets/sec	8170 packets/sec				TX	0 packets/sec					
4 linka	Fa0/21	RX	0 packets/sec	615 packets/sec	1332 packets/sec		Fa0/21	RX	1376 packets/sec	0 packets/sec			
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec	0 packets/sec			TX	3307 packets/sec	0 packets/sec			
	Fa0/22	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	0 packets/sec		Fa0/22	RX	985 packets/sec	499 packets/sec			
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec	0 packets/sec			TX	4377 packets/sec	3794 packets/sec			
Fa0/23	RX	0 packets/sec	78 packets/sec	0 packets/sec		Fa0/23	RX	0 packets/sec	0 packets/sec				
	TX	0 packets/sec	0 packets/sec	0 packets/sec			TX	0 packets/sec	0 packets/sec				
Fa0/24	RX	0 packets/sec	131 packets/sec	21 packets/sec		Fa0/24	RX	0 packets/sec	599 packets/sec				
	TX	0 packets/sec	8255 packets/sec	8142 packets/sec			TX	0 packets/sec	9127 packets/sec				
Portovi (linkovi)				1 računar	2 računara	4 računara	Portovi (linkovi)				4 računara	5 računara	
2 linka	Fa0/21	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	3273 packets/sec		2 linka	Fa0/21	RX	0 packets/sec	0 packets/sec		
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec	5979 packets/sec				TX	0 packets/sec	0 packets/sec		
	Fa0/24	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	998 packets/sec		Fa0/23	RX	3788 packets/sec				
TX		0 packets/sec	0 packets/sec	1981 packets/sec		TX		7559 packets/sec					
3 linka	Fa0/22	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	2343 packets/sec		3 linka	Fa0/21	RX	768 packets/sec			
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec	4705 packets/sec				TX	0 packets/sec	0 packets/sec		
	Fa0/23	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	0 packets/sec		Fa0/22	RX	0 packets/sec	0 packets/sec			
TX		0 packets/sec	0 packets/sec	1992 packets/sec		TX		0 packets/sec	0 packets/sec				
4 linka	Fa0/21	RX	0 packets/sec	3993 packets/sec	0 packets/sec		Fa0/23	RX	2712 packets/sec				
		TX	0 packets/sec	8113 packets/sec	0 packets/sec			TX	2517 packets/sec				
	Fa0/22	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	1187 packets/sec		Fa0/21	RX	0 packets/sec	0 packets/sec			
		TX	0 packets/sec	0 packets/sec	2362 packets/sec			TX	0 packets/sec	0 packets/sec			
Fa0/23	RX	0 packets/sec	0 packets/sec	1797 packets/sec		Fa0/23	RX	1388 packets/sec	3079 packets/sec				
	TX	0 packets/sec	0 packets/sec	3530 packets/sec			TX	8241 packets/sec	7829 packets/sec				
Fa0/24	RX	1982 packets/sec	211 packets/sec	0 packets/sec		Fa0/24	RX	2736 packets/sec	0 packets/sec				
	TX	4320 packets/sec	0 packets/sec	404 packets/sec			TX	0 packets/sec	0 packets/sec				

Na osnovu rezultata može se doći do zaključka da je najefikasnije balansiranje saobraćaja kada je na sviču port koji je na strani servera podešen **dst-mac metod**, jer tada server različitim računarima šalje podatke kroz različite linkove, dok na portovima sviča koji su na strani korisnika podešen **src-mac metod** jer tada svič podatke računara sa različitom izvorišnom adresom šalje kroz različite linkove.

#### 4. ZAKLJUČAK

Obe tehnike imaju nedostatke prilikom slanja i balansiranja saobraćaja, ali prikazani nedostaci se mogu zanemariti sa prednostima koje dobijamo koristeći ih. Kombinovanje mrežnih kartica nam pojedinačno neće ubrzati preuzimanje nekog sadržaja sa servera, ali u slučaju opsluživanja više korisnika istovremeno je efikasan (tabela 2). Redudantnost u kombinacija sa protokolima koji obezbeđuju raspodelu saobraćaja je jedan od najbitnijih faktora u računarskim mrežama, gde u slučaju otkaza linka, računarska mreža će nastaviti sa radom bez ikakvog uticaja na prenos paketa i rad same mrežne aplikacije.

#### LITERATURA

- [1] W.Panek, *MCSA Windows Server 2012 Complete Study Guide*, 2013.
- [2] W.Odom, "CCNA Official Exam Official Certification Guide, Second Edition", Cisco Press 2008.
- [3] W. Odom, R. Healy, D. Donohue, "CCIE Routing and Switching Certification Guide, Fourth Edition" Cisco Press 2010.
- [4] D. Kostić, D. Stefanović, D. Blagojević, "Otpornost konekcije na otkaz praćenjem objekata na Internetu", Zbornik radova konferencije "YU INFO 2012" Kopaonik, pp. 359-364.

## PARABOLIČNI REFLEKTOR KAO AKUSTIČKI POJAČAVAČ THE PARABOLIC REFLECTOR AS AN ACOUSTICAL AMPLIFIER

Zoran Milivojević, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

**Sadržaj** - U prvom delu rada prikazan je model akustičkog paraboličnog reflektora. Nakon toga prikazani su analitičke formule za izračunavanje pojačanja. U drugom delu rada prikazan je sistem akustički spregnutih paraboličnih reflektora koji je realizovan u dvorištu Visoke tehničke škole u Nišu. Izračunato je teorijsko pojačanje paraboličnog reflektora i prikazano grafički.

**Ključne reči:** Akustika. Parabolični reflektor.

**Abstract** - The first part of the paper presents the model of the acoustic parabolic reflector. After that, analytical formulas for calculating the amplification are shown. The second part of the paper presents a system of acoustically coupled parabolic reflectors, which was realized in the yard of the College of Applied Technical Sciences Nis. The theoretical amplification of the parabolic reflector is calculated and shown graphically.

**Key words:** Acoustic. Parabolic reflector.

### 1. UVOD

Činjenica da krive površine od kojih se reflektuje zvuk mogu da koncentrišu zvuk, poznata je odavno. Ta saznanja korišćena su kod gradnje ranih amfiteatara, crkava i dr. U [1] analizirana su akustička svojstva galerije Katedrale svetog Pavla (St. Paul's Cathedral) u Londonu. Teorijsku analizu akustičkih karakteristika prostorija, uključujući i empirijsku formulu za izračunavanje vremena reverberacije, uradio je Sabin u [2].

Iz matematike i fizike poznato je da postoje krive koje imaju žižu (parabola, elipsa). Rotiranjem oko ose simetrije nastaju površine sa žižom (paraboloid, elipsoid), koje mogu da, pod određenim uslovima pobude, koncentrišu akustički talas, odnosno akustičku energiju. Paraboloidalne površine nazivaju se *paraboloidalnim akustičkim reflektorima*. Međutim, u tehnici se intenzivno koristi termin *parabolični reflektor* i pored toga što je to trodimenzionalan objekat. U ovom radu koristiće se termin *parabolični reflektor*. Korišćenje paraboličnih površina zidova u crkvama u cilju popravke akustičkih karakteristika detaljno je analizirano u [3]. U Prvom i Drugom svetskom ratu parabolični reflektori korišćeni su u vojne svrhe za detekciju neprijateljskih letilica (cepelina i aviona) [4].

Parabolični reflektori se, pored primene za koncentrisanje akustičkih talasa, koriste i za koncentrisanje svetlosti i radio talasa (satelitske antene, radarske antene i dr.) [5]. U radu [6] prikazan je usmereni mikrofoni, koji je realizovan pomoću paraboličnog reflektora i mikrofona lociranog u žiži. Autori navode da se konstrukcija ponaša kao rog, odnosno horna (engl. *horn*) na niskim frekvencijama a kao reflektor na vi-

sokim frekvencijama. Primena paraboličnog reflektora za procenu pravca dolaska akustičkog talasa prikazana je u [7].

Geometrija parabole obezbeđuje da ravanski talas koji se kreće duž ose (talasni front normalan na osu) bude fokusiran u tačku koja se zove žiža. Samim tim govori se o paraboličnom reflektoru kao akustičkom pojačavaču. Akustičke karakteristike paraboličnog reflektora su predmet istraživanja dugi niz godina [6, 8-10]. U radu [11] određena je funkcionalna zavisnost pojačanja reflektora u analitičkom obliku, i to zavisno od geometrije (poluprečnik otvora, dubina i rastojanje žiže od temena) i frekvencije akustičkog talasa.

U ovom radu su prikazani karakteristični oblici akustičkih reflektora zavisno od dubine reflektora, prečnika otvora i pozicije žiže. Nakon toga je, korišćenjem rezultata iz [11], analizirana zavisnost pojačanja akustičkog paraboličnog reflektora od dimenzija reflektora u funkciji frekvencije akustičkog talasa. Kod izračunavanja pojačanja pošlo se od pretpostavke da je reflektujuća površina idealno glatka, kao i da je koeficijent refleksije jednak 1 (nema absorpcije energije na reflektujućoj površini već se vrši idealna refleksija). Krive pojačanja prikazane su grafički. U drugom delu rada izračunato je teorijsko pojačanje akustičkih paraboličnih reflektora koji su izgrađeni u dvorištu Visoke tehničke škole strukovnih studija u Nišu.

Organizacija rada je sledeća. U Sekciji 2 prikazan je model paraboličnog reflektora i formule za izračunavanje pojačanja. U Sekciji 3 prikazan je izgrađen reflektor i izračunato njegovo pojačanje. Sekcija 4 je zaključak.

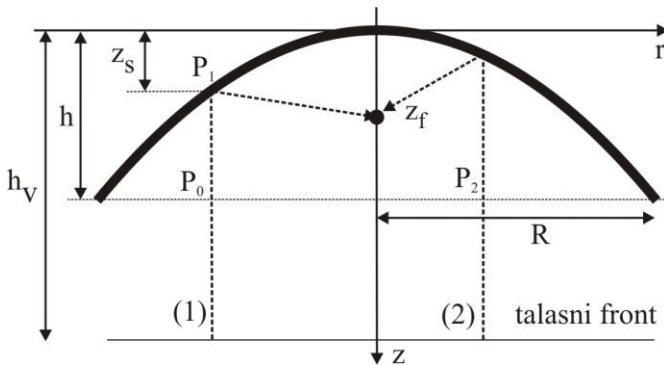
## 2. POJAČANJE PARABOLIČNOG REFLEKTORA

### 2.1 Model reflektora

Na sl. 1 prikazan je model paraboličnog reflektora [5]. Geometrija paraboličnog reflektora opisuje se sa:

$$r^2 = 4 \cdot z_F \cdot z, \quad (1)$$

gde je  $z_F$  pozicija fokusne tačke. Oznake na sl. 1 su:  $h$  dubina reflektora,  $R$  poluprečnik otvora,  $h_v$  rastojanje između vrha, odnosno temena (engl. *vertex*) parabole i talasnog fronta,  $z_s$  rastojanje tačke sa površine parabole ( $P_1$ ) i temena. Mogu se uočiti dva zraka (1) i (2) kojima se predstavlja kretanje akustičkog talasnog fronta. Put koji talas prelazi sa bilo koje pozicije iz ravni otvora ( $P_0$ ,  $P_2$ ) parabole do žiže je konstantan, odnosno rastojanje  $P_0 - z_F$  jednako je rastojanju  $P_2 - z_F$ . To znači da će energija talasnog fronta iz ravni otvora biti koncentrisana u tački  $z_F$  (žiža).



Slika 1. Model paraboličnog akustičkog reflektora.

### 2.2 Oblici reflektora

Na sl. 2 prikazani su neki karakteristični oblici paraboličnog reflektora sa istim poluprečnikom otvora  $R$  i različitim odnosima dubine i žižnog rastojanja  $z_F/h$ . Reflektor 2.a naziva se ravnim. U praktičnim primenama najčešće se koristi reflektor sa sl. 2.b.

### 2.3 Teorijsko pojačanje reflektora

Akustički talas u ravni otvora reflektora (sl. 1) ima akustički pritisak  $p_i$  i koncentriše se u žižu gde izaziva pritisak  $p_z$ . Faktor pritiska, odnosno pojačanje reflektora, je  $F_z = p_z/p_i$ . U [11] prikazan je postupak određivanja formule za izračunavanje teorijskog pojačanja reflektora. Formula se može napisati u obliku:

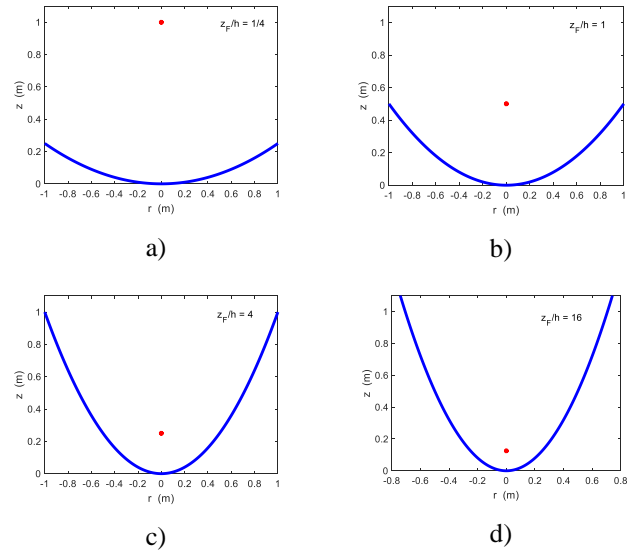
$$F_z = \left( 1 + \left[ 4\pi \frac{z_F}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{h}{z_F} \right) \right]^2 + \left[ 8\pi \frac{z_F}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{h}{z_F} \right) \sin \left( 4\pi \frac{z_F}{\lambda} \right) \right]^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

gde je  $\lambda$  talasna dužina incidentnog akustičkog talasa. U slučaju kada je  $\sin(4\pi z_F/\lambda) = \pm 1$ , dobija se:

$$F_z = 4\pi \frac{z_F}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{h}{z_F} \right) \pm 1. \quad (3)$$

Kada je pojačanje veliko, jed. (3) postaje:

$$F_z = 4\pi \frac{z_F}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{R^2}{4z_F^2} \right). \quad (4)$$

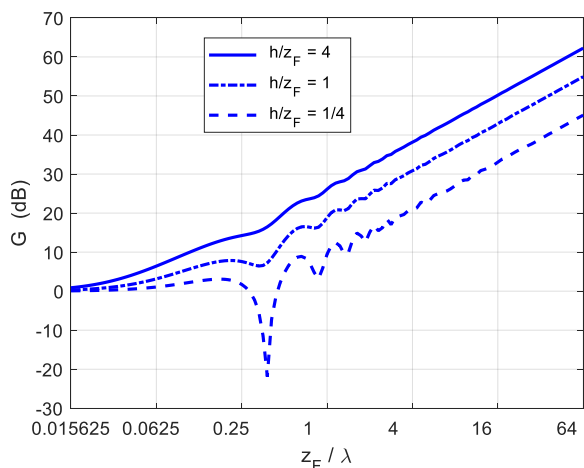


Slika 2. Geometrija reflektora sa istim poluprečnikom otvora  $R$  i različitim odnosima dubine i žižnog rastojanja: a)  $z_F/h = 1/4$ , b)  $z_F/h = 1$ , c)  $z_F/h = 4$  i d)  $z_F/h = 16$ .

Pojačanje parabolične antene zavisi od gabarita antena ( $h$ ,  $R$ ,  $z_F$ ) i u funkciji je frekvencije, odnosno talasne dužine akustičkog talasa ( $\lambda$ ). Pojačanje u dB je:

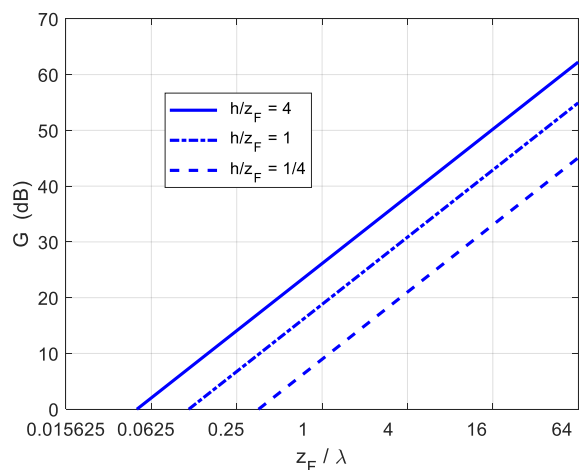
$$G = 20 \cdot \log(F_z). \quad (5)$$

Na sl. 3 prikazano je teoretsko pojačanje  $G$  u fokusu za različite odnose  $h/z_F$  zavisno od odnosa žižnog rastojanja i talasne dužine  $z_F/\lambda$ . U cilju analiziranja priraštaja pojačanja po oktavama osa  $z_F/\lambda$  je prikazana u logaritamskoj razmeri. Pojačanje se povećava za 6 dB/oktavi u frekventnom regionu gde je žižna daljina reda veličine kao talasna dužina ( $z_F/\lambda \geq 1$ ). U oblasti niskih frekvencija ( $z_F/\lambda < 1/64 = 0.015625$ ) pojačanje je 0 dB. U intervalu ( $1/64 < z_F/\lambda < 1$ ) pojačanje varira u što je opisano sinusnim članom u jed. (2). U toj oblasti se javlja interakcija između direktnog i reflektovanog zvuka. Reflektovani zvuk uzrokuje pojavu stojećeg talasa ispred reflektora kada su direktna i reflektovana komponenta približno jednake po snazi. Ovaj efekat je izraženiji kod ravnih reflektora kod kojih je  $h/z_F < 1$  (sl. 2.a).



**Slika 3.** Teoretsko pojačanje u fokusu za različite odnose  $h/z_F$  kao funkcija odnosa između fokalnog rastojanja i talasne dužine  $z_F / \lambda$ .

Izostavljanjem sinusnog člana iz (2), što je opravdano kod većih pojačanja (4), pojačanje  $G$  se prikazuje pomoću prave linije, sa priraštajem 6 dB/oktavi, počinjući od različitih frekvencija zavisno od odnosa  $h/z_F$ .



**Slika 4.** Teoretsko pojačanje u fokusu za različite odnose  $h/z_F$  kao funkcija odnosa između fokalnog rastojanja i talasne dužine  $z_F / \lambda$  bez sinusnog člana u (2).

### 3. TEORIJSKO POJAČANJE REALIZOVANOG REFLEKTORA

U školskom dvorištu Visoke tehničke škole u Nišu je, pored ostalog, realizovan sistem akustički spregnutih, međusobno identičnih, paraboličnih reflektora, prema projektu autora ovog rada (sl. 5). Dimenzije akustičkih reflektora su: a) dubina  $h = 0.3571$  m, b) otvor poluprečnik  $R = 1$  m, c) fokus  $z_F = 0.7$  m. Rastojanje između reflektora teme-teme je 23 m (sl. 6). Reflektori su realizovani od armiranog betona.

Primenom jed. (2) i (5) izračunato je pojačanje u  $G$  [dB] u zavisnosti od gabarita reflektora i frekvencije akustičkog talasa, i grafički prikazano na sl. 7. Primenom jednačina (4) i

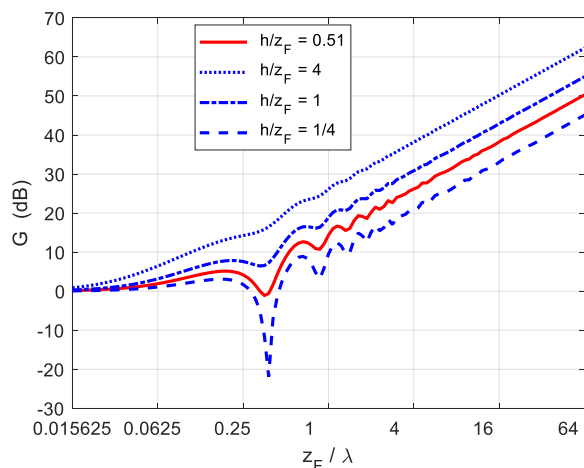
(5) izračunato je, uz zanemarivanje sinusnog člana, pojačanje  $G$  i grafički prikazano na sl. 8. Grafički pojačanja realizovanog reflektora prikazani su crvenom bojom.



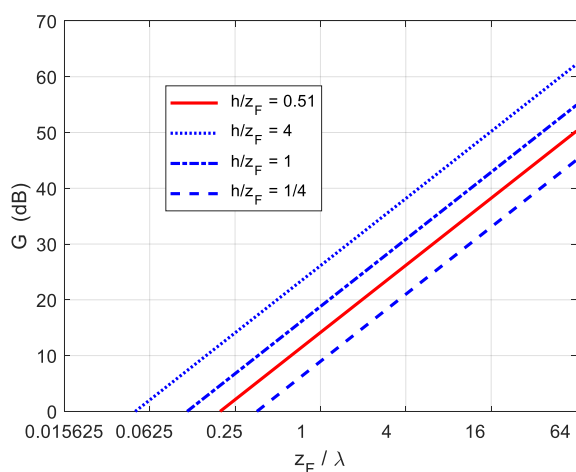
**Slika 5.** Sistem spregnutih akustičkih reflektora u dvorištu Visoke tehničke škole Niš.



**Slika 6.** Akustički reflektor – praktična realizacija.



**Slika 7.** Teoretsko pojačanje u fokusu za različite odnose  $h/z_F$  kao funkcija odnosa između fokalnog rastojanja i talasne dužine  $z_F / \lambda$ . Crvenom linijom označeno je pojačanje realizovanog paraboličnog reflektora ( $h/z_F = 0.51$ ).



**Slika 8.** Teoretsko pojačanje u fokusu za različite odnose  $h/z_F$  kao funkcija odnosa između fokalnog rastojanja i talasne dužine  $z_F / \lambda$  bez sinusnog člana u (2). Crvenom linijom označeno je pojačanje realizovanog paraboličnog reflektora ( $h/z_F = 0.51$ ).

## 4. ZAKLJUČAK

U radu je analizirano teorijsko pojačanje akustičkog paraboličnog reflektora na bazi teorijske analize koja je prikazana u [11]. Pokazano je da pojačanje paraboličnog reflektora zavisi od gabarita reflektora (dubine, prečnika otvora, rastojanja žiže od temena reflektora). Pojačanje je zavisno od frekvencije akustičkih talasa koji se pojačavaju. Primenjujući teorijsku analizu izračunato je teorijsko pojačanje paraboličnih reflektora koji su sagrađeni u dvorištu Visoke tehničke škole Niš.

## LITERATURA

- [1] *The Theory of Sound*, vol. 2. (Macmillan, London, 1896).
- [2] W. C. Sabine, *Collected Papers on Acoustics*, Harvard, 1927.
- [3] L. Cremer, *Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik*, vol. 1, Geometrische Raumakustik, Zurich, 1948.
- [4] *Sound Source Localisation with Acoustic Mirrors*, NAG-DAGA, pp. 1432-1453, Rotterdam, 2009.
- [5] *Transient axial solution for plane and axisymmetric waves focused by a paraboloidal reflector*, J. Acoust. Soc. Am. 133 (4), pp. 2025-2035, April 2013.
- [6] H. F. Olson, I. Wolff, *Sound concentrator for microphones*, J. Acoust. Soc. Am. 1, 410-417 (1930).
- [7] B. Saka, A. Kaderli, *Direction of arrival estimation and adaptive nulling in array-fed reflectors*, MELECON '98, 9th Mediterranean Electrotechnical Conference, pp. 274-277, 1998.
- [8] O. B. Hanson, *Microphone technique in radio broadcasting*, J. Acoust. Soc. Am. 3, 81-93 (1931).
- [9] R. C. Coile, *The parabolic sound concentrator*, J. Acoust. Soc. Am. 11, 167 (1939).
- [10] R. S. Little, *Acoustic properties of parabolic reflectors*, J. Acoust. Soc. Am. 40, 919-920 (1966).
- [11] S. Wahlstrom, *The parabolic reflector as an acoustical amplifier*, J. Audio Eng. Soc. 33, 418-429 (1985).



## PRIMENA SENZORSKIH SISTEMA U UPRAVLJANJU OTPADOM APPLICATION OF SENSOR SYSTEMS IN WASTE MANAGEMENT

Milan Pavlović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Dejan Blagojević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu je prikazana primena senzorskih sistema baziranih na ultrazvuku i slici u upravljanju otpadom. Ovi senzorski sistemi se koriste za indikaciju popunjenosti posuda za odlaganje otpada, a povezani su sa softverom koji omogućava optimizaciju ruta kojom se kreću kamioni za prikupljanje otpada. Cilj ovakvih načina upravljanja otpadom je pravilno rutiranje kako bi se otpad prikupio sa lokacija gde je popunjenost dovoljna i time ostvarili značajni benefiti.

**Ključne reči:** Senzori. Upravljanje otpadom. Optimizacija.

**Abstract** - This paper presents the application of sensor systems based on ultrasound and image in waste management. These sensor systems are used to indicate the occupancy of waste containers, and they are associated with software that allows the optimization of the routes for the collection of waste trucks. The aim of these waste management methods is proper routing in order to collect waste from the locations where the fullness is enough and thus achieve significant benefits

**Key words:** Sensors. Waste management. Optimization.

### 1. UVOD

Upravljanje otpadom predstavlja jedan od aktuelnih problema današnjice. Otpad se obično sakuplja korišćenjem fiksnih ruta i rasporeda, bez obzira da li su kontejneri i posude za odlaganje otpada stvarno dovoljno puni ili ne. Ovakav princip može ostaviti otpad na nekim frekventnijim lokacijama, dok se otpad na drugim lokacijama prikuplja polovično odnosno iz nedovoljno popunjenih posuda za odlaganje otpada.

Postoje različiti pristupi poboljšanju upravljanja otpadom [1, 2]. Jedan od pristupa je primena odgovarajućih senzorskih sistema koji mogu značajno doprineti efikasnosti upravljanja otpadom. Senzorski sistemi mogu biti ugrađeni u bilo koju posudu-kontejner za odlaganje otpada omogućavajući praćenje stanja popunjenosti. Primenom senzorskih sistema se, takođe, može vršiti i analiza vrste otpada koji se nalazi u posudi-kontejneru. Prikupljeni podaci se tada prenose bežično u bazu podataka ili *cloud*, odakle ih kompanije za upravljanje otpadom mogu ne samo za nadgledanje kada je potrebno prazniti kontejnere, već i da formiraju obrasce korišćenja kontejnera i, na osnovu toga, vrše izmene u režimu sakupljanja otpada. Primena ovakvih sistema omogućava administratorima za upravljanje otpadom da kreiraju optimalne puteve sakupljanja otpada, povećavaju ili smanjuju prikupljanje tokom vikenda ili sezonskih perioda, što značajno utiče na životnu sredinu smanjenjem emisije CO<sub>2</sub>. Neki senzori mogu čak meriti unutrašnju temperaturu, što znači da se može pratiti i odgovarajuće stanje u posudama za odlaganje otpada.

Vozači mogu da primaju informacije direktno na pametni uređaj i menjaju putanje u toku rada. Tako, na primer, umesto da vrše praznjenje četiri posude - od kojih su dve 90% pune,

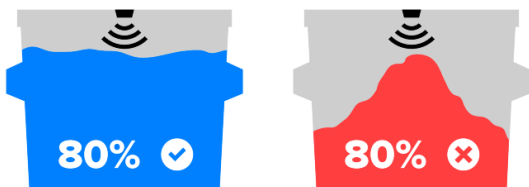
a dve od njih su samo 20% pune - kako bi to bio slučaj na tradicionalnoj ruti, optimizovani put bi uključio praznjenje samo dve pune kante. Ovo smanjuje obim prikupljanja za 50 posto, što rezultira značajnim uštedama u pogledu goriva i sati vozača.

U ovom radu je prikazana primena senzorskih sistema u procesu upravljanja otpadom, kroz niz praktičnih primera realizovanih u praksi.

### 2. ULTRAZVUČNI SENZOR

Ultrazvučni senzor emituje visokofrekventni zvučni talas u posudu za odlaganje otpada i meri koliko vremena je potrebno da se zvuk odbije i vrati senzoru. Na taj način, dobija se informacija o rastojanju između senzora i predmeta o koji se odbija taj talas – odnosno otpada koji se nalazi u posudi. Na osnovu toga, može se odrediti količina otpada, odnosno procenat popunjenosti te posude.

Međutim, kada je reč o većim posudama, pozicija na kojoj se ultrazvučni senzor nalazi, ograničava njegov opseg merenja pri čemu, značajna greška merenja može biti i posledica pozicije otpada u posudi za odlaganje (Slika 1). Sa potencijalno tačnim očitavanjem, ne postoji poseban način da se vizuelno potvrdi popunjenost kontejnera, što može dovesti do netačnih podataka a time i većih problema u procesu prikupljanja otpada. Sa neujednačenim rasporedom otpada, ultrazvučni senzori mogu neprecizno izračunati količinu otpada, odnosno procenat popunjenosti posude. S obzirom da nije moguće uticati na poziciju otpada u posudi, potrebno je na više lokacija u posudi postaviti senzore i vršiti analizu podataka sa svih senzora, čime se utiče na povećanje tačnosti podataka.



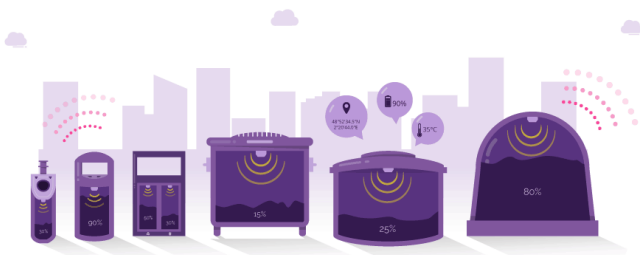
**Slika 1.** Ujednačena (levo) i neujednačena popunjenost posude (desno).

OnePlus Metro je proizvod kompanije OnePlus Systems [3], i predstavlja posudu za odlaganje otpada sa ultrazvučnim senzorom, koji daje informaciju koliko je puna posuda u svako doba. Prateća platforma Wasteforce Platform omogućava lako praćenje preostalog kapaciteta posude sa bilo kog mesta, omogućavajući potrebne informacije kompaniji koja je zadužena za prikupljanje otpada. Ovakav pristup može pomoći u smanjivanju troškova koji dolaze s prepunjenošću posuda, a podaci se mogu koristiti i smanjivanje potrošnje goriva optimizacijom rasporeda sakupljanja otpada.



**Slika 2.** OnePlus Metro.

Pored merenja procenta popunjenosti posude za odlaganje otpada, postoji mogućnost integracije dodatnih senzora pomoću kojih bi se prikupili i podaci o temperaturi unutar posude, trenutnoj masi posude, GPS koordiantama, itd. (Slika 3.)



**Slika 3.** Ključne karakteristike.

Mala, ali robusna serija Metro senzora (Slika 4.) su najpouzdaniji i široko rasprostranjeni senzori nivoa popunjenosti posuda za odlaganje otpada [4]. *Plug & play IoT* uređaji koji daju podatke u približno realnom vremenu na SmartBin Live platformi, deo su sistema pomoću kog se kreiraju optimizovani pravci za prikupljanje otpada.



**Slika 4.** Metro senzor.

Ključne karakteristike ovog sistema su:

- Ultrazvučni metod merenja nivoa popunjenosti, geolokacija i temperatura.
- Potpuno bežični sistem sa trajanjem baterije od 3 godine.
- Masa senzora od manje od 9 unci sa lakom montažom na bilo koju posudu.
- Interna komunikacija koja omogućava izveštaje preko LoRa, Sigfox-a i drugih mreža.
- "Nulto" održavanje sa zaštitnim kućištem bez korozije.
- Merenje do dubine od 3m.

Platforma SmartBin Live predstavlja bezbedan web portal sa kojim su senzori u sprezi, omogućavajući optimizaciju rute, potpuno upravljanje sadržajima posuda i generisanje pametnih pravaca za upravljačke programe. Zbirne operacije postaju pametnije, efikasnije i bez napora zahvaljujući mnogim karakteristikama platforme na webu.

Ključne karakteristike ove platforme su:

- Generisanje efikasne rute samo za posude koje zahtevaju servisiranje.
- Slanje rute direktno na džepni računar ili pametni telefon.
- Praćenje upravljačkih programa dok servisiraju svoje pametne rute.
- Analiza i merenje performansi operacija.
- Upoznavanje sa obimom i troškovima ruta pre polaska.
- Obaveštenje o strategiji sa detaljnim KPI izveštajima.

Senzorski sistemi kompanije Sensoneo Smart koriste dva ili četiri ultrazvučna senzora za merenje nivoa napunjenosti u posudama za odlaganje otpada (Slika 5.) [5]. Ovi senzori mogu vršiti merenje bez obzira na tip otpada (mešoviti otpad, papir, plastika, staklo, odeća, biološki otpad, tečnosti, elektronika, metal ...) koji se nalazi u posudama, i na vrstu i veličinu posude. Ovi senzori su robusni, vodootporni i otporni na udarce, potpuno funkcionalni u širokom temperaturnom opsegu, a njihov merni opseg je od 15 cm do 400 cm. Radna temperatura senzora je od - 30 °C to + 70 °C, a funkcionalni su u posudama zapremine 1.5 m<sup>3</sup> i više. Kućište senzora je napravljeno od poliamidnih optičkih vlakana koji se mogu reciklirati i koji pružaju ne samo ekološki dizajn, već i pomoć pri reciklaži. Ovi senzori mogu da se povežu sa nekoliko IoT mreža ili GSM da bi osigurali brz prenos podataka. Senzori su opremljeni zamenljivim baterijama sa životnim vekom od nekoliko godina. Opcione karakteristike koje mogu biti integrisane u ceo sistem merenja i obrade podataka su merenje temperature, GPS položaj, požarni alarm, alarm nagiba i ugrađena BLE tehnologija.



**Slika 5.** Sistem sa četiri ultrazvučna senzora.

Na ovaj način se značajno smanjuju servisni sati, troškovi održavanja kamiona i štiti se životna sredina u procesu upravljanja otpadom. Pametno upravljanje otpadom bazirano na ovoj tehnologiji smanjuje direktne troškove do 50 odsto, a neki gradski projekti imaju ukupno smanjenje troškova do 80 odsto, uključujući značajne uštede na gorivu, vreme vožnje i habanje opreme, niže emisije izduvnih gasova, smanjene emisije ugljenika i čistije i zdravije okruženje za građane. Kako je svaki senzor opremljen GPS praćenjem, uvek je poznata tačna lokacija svake posude, čime se može sprečiti gubitak ili krađa posuda, što može dodati uticati na uštedu na godišnjem nivou. Tokom vremena, podaci se mogu dodatno analizirati, dajući referentni pokazatelj za:

- Prediktivno prognoziranje;
- Formirati trendove i istoriju nivoa popunjenosti;
- Uvid u količine otpada u određenim vremenskim periodima;
- Sezonske fluktuacije.

Na Upsala univerzitetu, Švedska, oko univerzitetskog kampa Ekonomikum, u toku je realizacija projekta koji je pilot studija u okviru kog stanice za otpad imaju senzore [6]. Senzori mere nivo popunjenosti posude za odlaganje otpada i kada ih treba isprazniti. Objedinjavanje ovih podataka i njihovo kombinovanje sa algoritimima mašinskog učenja omogućavaju planiranje optimalnih ruta. Smatra se da logistika čini 75 posto ukupnih troškova sistema za upravljanje otpadom, zbog statičkih pick-up rasporeda i saobraćajnih gužvi u gradskim zonama. U okviru projekta je razvijen senzor koji kvantifikuje nivo popunjenosti posuda, mapirajući one koje je potrebno isprazniti, dok se nedovoljno popunjene preskaču, tako da se troškovi logistike mogu značajno smanjiti. Senzori prikupljaju podatke u realnom vremenu koji su kombinovani sa algoritimima za mašinsko učenje kako bi se stvorili optimalni putevi za sakupljanje otpada. Preliminarni rezultati pokazuju smanjenje operativnih troškova od 36,8 odsto, a poboljšanje u održivom učinku od 15,8 odsto.

### 3. SENZORI NA BAZI SLIKE

Kod ultrazvučnih senzora, postoje određena ograničenja, kao što je eventualno proveravanje tačnosti merenja senzora, s obzirom na mogućnost da nivo popunjenosti posude za odlaganje otpada može biti različit u delovima posude. Takav vid provere mora se vršiti na lokaciji gde se posuda nalazi. Sa senzorima zasnovanim na slikama, pored merenja količine otpada, moguće je i vršiti proveru tačnosti merenja, kako bi se greške svele na minimum i izbegli dodatni troškovi. Provera se može vršiti bez odlaska na lokaciju gde se nalazi posuda, što može značajno uticati na smanjenje ukupnih troškova.

Senzori zasnovani na slikama snimaju fotografije unutrašnjosti kontejnera pomoću kamere širokog ugla [7,8]. Fotografije se šalju direktno u *cloud* gde se automatski analiziraju kroz softver kako bi se utvrdio stepen popunjenosti posuda. Vozač će moći da vidi najnoviji procenat popunjenosti i takođe pregleda sve ranije snimljene slike (Slike 6. i 7.).

U slučajevima kada je merni opseg ultrazvučnih senzora nedovoljan, kamere daju vrlo precizne podatke, merenjem punog stanja na osnovu celokupnog sadržaja posude, kao i pružanjem informacije o stvarnom stanju putem slike, kako bi se dodatno obezbedila tačnost podataka. U retkim slučajevima, kada se kamera potpuno ili delimično blokira, provera se može na jednostavan način izvršiti, i to analizom snimaka

koji su nastali pre blokade. Ove kamere su otporne na udare sa baterijom koja može trajati i više od pet godina i nalaze se u kućištu od nerđajućeg čelika.

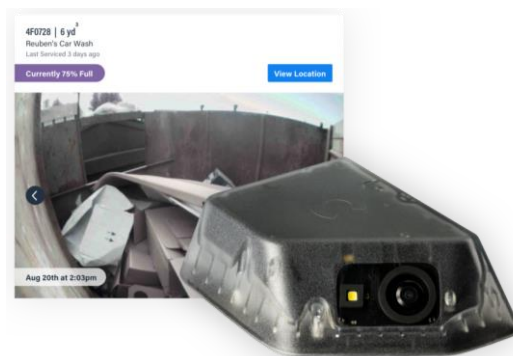


Slika 6. Prazna posuda za odlaganje otpada.



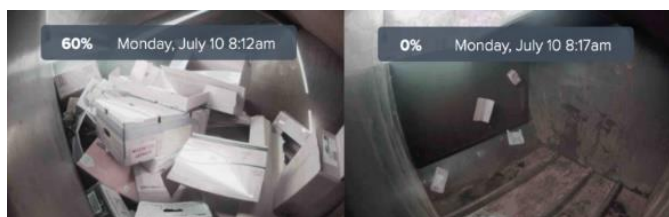
Slika 7. Puna posuda za odlaganje otpada.

Pored merenja nivoa popunjenosti posude za odlaganje otpada, moguće je pratiti GPS lokaciju posude, ali i sadržaj posude, što nije moguće primenom ultrazvučnih senzora (Slika 8).



Slika 8. Lokacija, procenat popunjenost posude i kamera koja je deo sistema.

Takođe, moguće je vršiti nadzor nad uslugama sakupljača otpada i analizu navika korisnika za odlaganje na svim lokacijama, kroz formiranje obrazaca ponašanja korisnika (Slika 9.).



Slika 9. Pre i nakon pražnjenja posude.

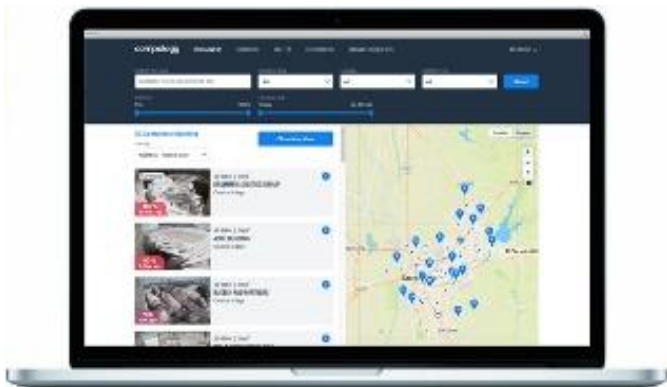
Sa pristupom najnovijim i slikama od ranije, može se pomoći edukaciji korisnika da poboljšaju praksu odlaganja vezanih za nepotrebne troškove. Na primer, može se identifikovati sadržaj bilo koje posude, prepoznati odgovarajući znak kontaminacije (npr. nepoznati predmet je odložen u posudu za odlaganje papira i detektovan - Slika 10.) i obavestiti korisnike o tom problemu. Razmenjivanje ovih informacija sa korisnicima pomaže unaređivanju odlaganja otpada.



**Slika 10.** *Detektovani predmet.*

Sa mogućnošću preciznog praćenja nivoa punjenja kontejnera, može se optimizovati korišćenje kontejnera odnosno obezbediti da se usluga odnošenja otpada vrši samo na pragu ispunjenog nivoa koji ima smisla za korisnika i vrstu otpada.

Povrh toga, svaka posuda poseduje GPS praćenje kako bi se optimizovale rute vozača i povećala efikasnost potrošnje goriva, zajedno s nadzorom nagiba, što beleži kada se kontejner ispraznio i vratio na mesto. Za raspored preuzimanja otpada, softver automatski određuje za koje posude je kada potrebno pražnjenje, a zatim raspoređuje rute i ravnomerno raspoređuje poslove vozačima (Slika 11).



**Slika 11.** *Softver u sprezi sa senzorima u kontejnerima automatski kontroliše punoću, sadržaj, lokaciju i uslugu*

#### 4. ZAKLJUČAK

U budućnosti, upravljanje otpadom može postati još pametnije, recimo, prepoznajući različite vrste otpada, na taj način predviđajući vrednost reciklabilnih materijala na svakoj lokaciji ili čak korišćenjem društvenih medija za emitovanje njihovog statusa, omogućavajući građanima da odaberu koje lokacije će koristiti prilikom recikliranja .

Za opštine koje se kreću ka pametnom statusu grada, takav inteligentni monitoring može transformisati politiku upravljanja otpadom, ne samo smanjivanjem novčanih troškova, vremena i resursa, već i stvaranja okruženja svetske klase za građane i posetioce kroz manje emisije CO<sub>2</sub> i manje habanja na putevima.

U ovom radu su prikazani senzorski sistemi koji se mogu koristiti u upravljanju otpadom. Neki od benefita primene ovih sistema se ogledaju u bržem servisiranju pražnjenja posuda za odlaganje otpada, optimizacije vremena sakupljanja, predviđanja rasporeda sakupljanja kroz proveru nivoa popunjenosti posuda sa daljine, bolje rutiranje, itd. Pored boljeg upravljanja otpadom, ovi benefiti vode i povećanju zaštite životne sredine kroz smanjenje emisije štetnih gasova od kamiona, smanjenje potrošnje goriva, sprečavanje prepunjenosti posuda za odlaganje otpada a time i zagađenje okoline.

#### LITERATURA

- [1] B. Esmailian, B. Wang, K. Lewis, F. Duarte, C. Ratti, S. Behdad, "The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper", *Waste Management*, 81, pp. 177–195, 2018.
- [2] T. R. P. Ramos, C. S. de Moraes, A. P. Barbosa-Póvoa, "The smart waste collection routing problem: Alternative operational management approaches", *Expert Systems With Applications*, 103, pp. 146-158, 2018.
- [3] <https://oneplussystems.com/>
- [4] <https://www.smartbin.com/>
- [5] <https://sensoneo.com>
- [6] <https://uu.se>
- [7] <https://compology.com>
- [8] <https://medium.com>

## PRIMENA METODE ULTRAZVUČNOG ČIŠĆENJA I ODMAŠĆIVANJA U PROCESU TRETMANA ZAULJENOG OTPADNOG GVOŽĐA

### APPLICATION OF THE ULTRASONIC CLEANING AND DEGREASING METHOD IN THE PROCESS OF TREATMENT OF OILY WASTE IRON

*Aleksandra Boričić, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

*Milica Cvetković, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

*Ljiljana Kostić Despotović, Jugo-impex, doo, Bulevar 12.februar bb, Niš.*

**Sadržaj** - Zauljeno gvožđe je danas ne retka pojava koja se odbacuje. Samo na transformatoru, ispražnjenom od ulja, po unutrašnjoj površini zaostane 0.1-2% ulja, što iznosi 0.1 -2 kg ulja na svakih 100 kg mase trafoa. Potencijalno zagađenje vode, ukoliko ulje dospe u životnu sredinu u količini od 1-2mg/l čini vodu nepitkom i opasnom po život. Metoda ultrazvučnog čišćenja i odmašćivanja je jedan od tretmana koja je ekološki prihvatljiva, bezopasna po životnu sredinu, a istovremeno vrši oporavak korisnih metala i vraća ih u ponovnu upotrebu. U radu je prikazan primer korišćenja ultrazvučne metode u tretmanu zauljenog i zamašćenog gvožđa, kao specifičnog vida opasnog otpada.

**Ključne reči:** Ultrazvučno čišćenje, odmašćivanje, zauljeno otpadno gvožđe, zagađenje vode, opasni otpad.

**Abstract** – Ironed iron is not a rare occurrence today. Only on the transformer, emptied of oil, 0.1-2% of the oil is left on the inner surface, which is 0.1-2 kg of oil for every 100 kg of the mass of the transformer. Potential water pollution, if the oil gets into the environment in the amount of 1-2mg / l, makes water waterless and dangerous to life. The method of ultrasonic cleaning and degreasing is one of the treatments that is environmentally friendly, environmentally friendly and at the same time recovering useful metal and returns them to reuse. The paper presents an example of the use of ultrasonic methods in the treatment of oily and frozen iron as a specific type of hazardous waste.

**Key words:** Ultrasonic cleaning, degreasing, oily waste iron, water pollution, hazardous waste.

#### 1. UVOD

Analiza upravljanja otpadom, kroz aktivnosti sakupljanja, transporta i skladištenja opasnog otpada, a posebno opreme i delova opreme poput: uljnih transformatora, maloljni preki-dača, elektro i hidro motora, raznih pumpi i delovi opreme koji su na bilo koji način kontaminirani, ukazala je potreba organizovanog u industrijskom smislu pristupa tretmanu, odnosno reciklaži pomenutog otpada. Reciklažom – tretmanom na ovaj način uklanjali bi se tečni ili solidifikovani ostaci ulja i drugih nečistoća koje kontaminiraju opremu i delove iste, čim bi se vršio oporavak metala. U tom slučaju gvožđe, i delovi koji bi se dobijali na ovakav način predstavljali bi neopasan otpad ili gotove frakcije tj. sekundarne sirovine [1].

Laboratorijska metoda koja se koristi za određivanje sadržaja mineralnih ulja je tzv "n-heksan test" [2]. Sa određene količine zauljenog materijala filter-papirom se pokupi masnoća, prenese u sud sa n-heksanom, rastvori i uparavanjem n-heksana odredi saržaj masnoće.

#### 2. OPIS TEHNOLOŠKOG POSTUPKA POSTROJENJA

Tehnološki postupak tretmana opreme ili delova koja sadrže kontaminirana ulja i maziva, ima za cilj zadovoljavajuće odmašćivanje iste uz prethodno kontrolisano

izdvajanje ulja ukoliko ga još uvek ima u otpadnom gvožđu, kombinovanim odmašćivanjem opreme koja je dekomponovana na prikladne dimenzije kojima bi se potpuno racionalizovao proces dekontaminacije, kao i uklanjanje ostataka od odmašćivanja, nakon isteka propisanog broja ciklusa dekontaminacije [3].

Cilj ovog procesa je da se opasan otpad očisti od ulja i nečistoća, i dobije neopasan otpad koji može dalje da se koristi kao sekundarna sirovina[3].

Mehanizam dejstva površinski aktivnih materija na zamašćenu površinu predmeta može se objasniti na sledeći način: Usled jakih privlačnih sila između molekula površine predmeta i molekula ulja, ulja se razlivaju po površini težeći da ostvare što veću dodirnu površinu. Potapanjem predmeta u vodu ne dolazi do promena na površini zamašćenog predmeta. Dodatkom površinski aktivne materije smanjuje se površinski napon na graničnoj površini predmeta. Molekuli površinski aktivne materije apsorbuju se na površini kapljice ulja i orjentišu tako da im je hidrofobni deo usmeren prema kapljici ulja, a hidrofilni prema vodenom sloju. Ovako formirana micela sprečava sjedinjavanje kapljica ulja i prevodi je u vodeni medijum. Proces se znatno ubrzava povećanjem temperature i intenzivnim mehaničkim mešanjem [4].

Separator za sisteme ugljovodonici (ulje) - voda je uređaj za tretman otpadnih voda koje sadrže slobodno plivajuće ulje, koje nije hemijski vezano. Po ulazu tečne mešavine u separator u fazi primarnog razdvajanja dolazi do izdvajanja čvrste faze iz tretiranog sistema ulje-voda, kao i raslojavanje na osnovi razlike u gustinama ulja i vode. Sekundarno razdvajanje podrazumeva lepljenje kapljica ulja na površinu koalescentnog filtera i njihovo ukрупnjavanje do veličine koja je dovoljna da izazove isplivavanje kapi na površinu mešavine. Na taj način se vrši praktično potpuno razdvajanje mešavine [5]. Izbor veličine separatora je uslovljen pre svega protokom i sastavom tečnosti koju treba prečistiti, pri čemu su od važnosti sledeći parametri: protok vode, koncentracija ulja, prisustvo (koncentracija i poreklo) čvrste faze, kao i svojstva radnih fluida: gustine, viskoznosti, površinski napon, itd.

Tip koalescatora, materijal za njegovu izradu, dimenzije i položaj u separatoru se biraju i proračunavaju prema svojstvima konkretne mešavine ulje - voda, na osnovu laboratorijskih ispitivanja. Uređaj se tako projektuje da se unutar uređaja strujanje tečne mešavine odvija pod dejstvom gravitacione sile, a mešavina ulja i vode se do separatora može transportovati gravitaciono ili pomoću pumpi. Separator je po potrebi snabdeven senzorima za utvrđivanje nivoa ulja [6].

### 3. PRIKAZ PRIMENJENOG PROCESA

Prilikom instaliranja opreme za tretman iskorišćena je kombinacija napred navedenih principa.

Ultrazvučni generator stvara ultrazvuk frekvence od 24kHz. Preko ultrazvučnih kaseti, koje su postavljene u kadu od inox materijala i zaštićene od mogućih mehaničkih udara, ultrazvuk se uvodi u radni rastvor, koji predstavlja vodeni rastvor površinski aktivnih materija. Tretman se izvodi na sobnoj temperaturi. Rastvor površinski aktivnih materija u koncentraciji koja se koristi pri tretmanu je bezbedan za rad, uz poštovanje opštih uslova pri radu sa hemijskim supstancama.

Koristeći kavitaciono dejstvo ultrazvučnih talasa, umesto mehaničkog mešanja i zagrevanja rastvora, vrlo brzo se molekuli vodenog rastvora površinski aktivnih materija dovode u kontakt sa česticama ulja, pri čemu započinje proces odmaščivanja, odnosno oslobađanje čestice ulja sa površine otpadnog materijala. Istovremeno se vrši i oslobađanje i odvođenje u rastvor nečistoća tipa čestica od čađi, korozije i sl. Micelarne grupacije koje sadrže kapljice ulja se prelivnim kanalom, preko filtera, gravitacionim tokom, odvođe u separator sa koalescentnim filterom. U separatoru se vrši odvajanje micelarne – uljne faze od vodene faze, uz istovremeno taloženje čvrstih čestica.

Odvojena vodena faza, koja u sebi i dalje sadrži rastvor površinski aktivnih materija se ponovo vraća u proces, odnosno u ultrazvučnu kadu. Sam proces ultrazvučnog tretmana vremenski traje kratko, oko 15min., zavisno od stanja tretirane površine.

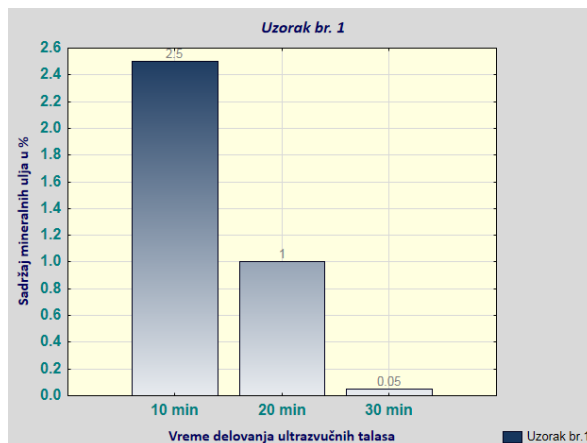
#### 3.1 Rezultati ostvareni delovanjem procesa

Uzorak br. 1, je komadno gvožđe, limovi jezgra transformatora, početni sadržaj mineralnog ulja na površini 3,5%, ploče u UZ kadi postavljene pod uglom od 45° u odnosu na pravac prostiranja talasa. Rezultati su predstavljeni u Tabeli 1.

**Tabela 1.** Uzorak br.1, komadno gvožđe, limovi jezgra transformatora.

Rb	Vreme delovanja ultrazvuka /min	Sadržaj PAH (ukupno), mg/kg	Sadržaj mineralnih ulja, %
1	10	<6,0	<2,5
2	20	<6,0	<1,00
3	30	<6,0	<0,05

Opadanje sadržaja mineralnog ulja nakon određenog vremena delovanja ultrazvučnih talasa grafički je prikazano na Sl. 1.



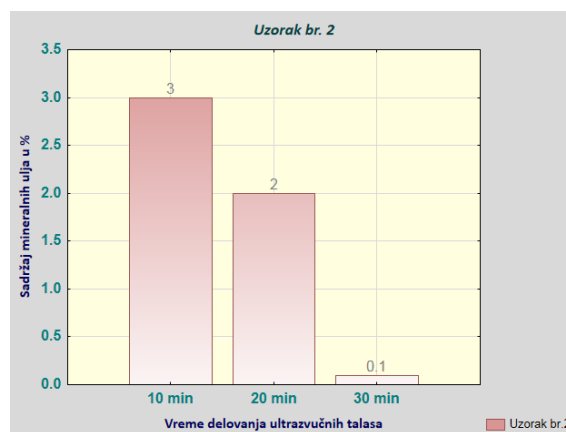
**Slika 1.** Uzorak br.1 - komadno gvožđe, limovi jezgra transformatora, opadanje sadržaja mineralnih ulja.

Uzorak br. 2 je čelični "špon", u obliku spiralne trake, dužine 200 mm, širine 5-10 mm, debljine 1,5 mm, Početni sadržaj mineralnog ulja 4%, špon slobodno postavljen u korpe UZ kade, pod različitim uglovima u odnosu na pravac delovanja talasa. Rezultati nakon delovanja ultrazvučnih talasa na uzorak br. 2 dati su Tabelom 2.

**Tabela 2.** Uzorak br.2, čelični "špon".

Rb	Vreme delovanja ultrazvuka / min	Sadržaj PAH (ukupno), g/kg	Sadržaj mineralnih ulja, %
1	10	<6,0	<3,0
2	20	<6,0	<2,00
3	30	<6,0	<0,1

Opadanje sadržaja mineralnog ulja nakon određenog vremena delovanja ultrazvučnih talasa na uzorak br. 2, grafički je prikazano na sl. 2.



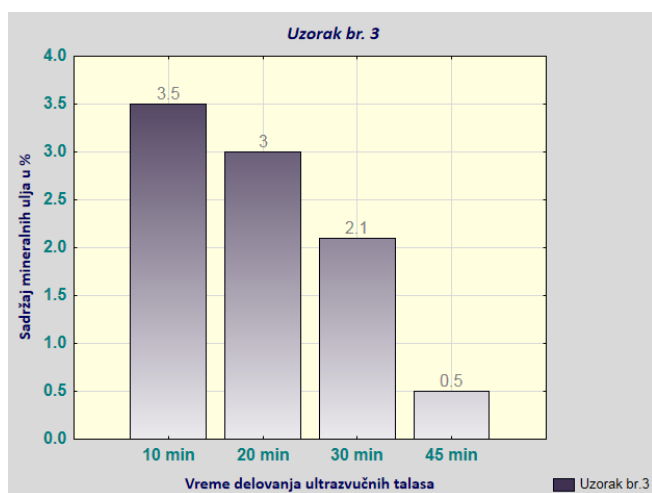
**Slika 2.** Uzorak br.2 - čelični "špon", opadanje sadržaja mineralnih ulja.

Uzorak br. 3 je "gvozdeni mulj", u obliku čestica prečnika 0,05 -0,5 mm, početni sadržaj ulja 4%. Mulj slobodno postavljen u žičane korpe u odnosu na pravac delovanja talasa. Rezultati nakon delovanja ultrazvučnih talasa na uzorak br. 3 dati su Tabelom 3.

**Tabela 3.** Uzorak br.3, "gvozdeni mulj".

Rb	Vreme delovanja ultrazvuka/ min	Sadržaj PAH (ukupno), mg/kg	Sadržaj mineralnih ulja, %
1	10	<6,0	<3,5
2	20	<6,0	<3,00
3	30	<6,0	<2,1
4	45	<6,0	<0,5

Opadanje sadržaja mineralnog ulja nakon određenog vremena delovanja ultrazvučnih talasa na uzorak br. 3, koji, za razliku od prva dva uzorka je imao još jedno dodatno merenje nakon 45 minuta, grafički je prikazano na sl. 3.



**Slika 3.** Uzorak br.3 - "gvozdeni mulj", opadanje sadržaja mineralnih ulja.

#### 4. PREDNOSTI OVAKVOG PROCESA

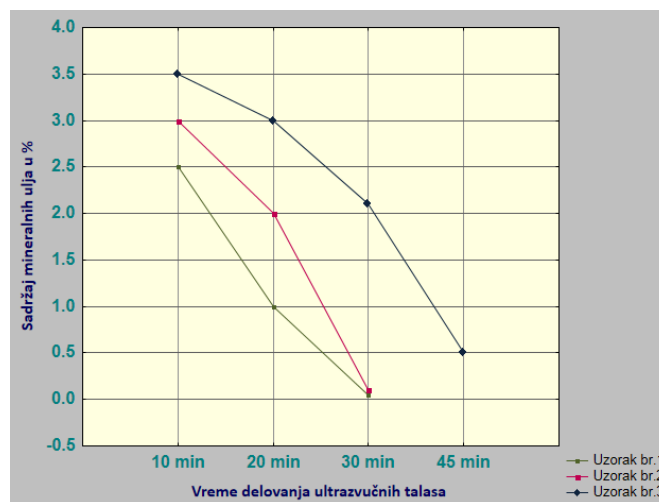
Prednosti, koje su dokazane delovanjem procesa su:

1. Mala potrošnja električne energije pri proizvodnji ultrazvučnih talasa
2. Rad na sobnoj temperaturi, nema dodatnog zagrevanja radnog rastvora, što takođe pozitivno utiče na potrošnju električne energije.
3. Nema staranja isparenja, koja bi negativno uticala, kako na radnu, tako i na životnu sredinu.
4. Ne koriste se zapaljive materije, nema opasnosti od požara.
5. Izbegnuto je korišćenje toksičnih odmašćivača
6. Nema stvaranja otpadnih voda.
7. Proces je zatvorenog tipa, kontinualno, dok je u radnom režimu, se vrši odvajanje "uljnih" micela i njihovo odvojeno sakupljanje, a radni vodeni rastvor se, tako prečišćen, vraća u proces i po potrebi "osveži" dodatkom rastvora površinski aktivnih materija.
8. Na tretiranom materijalu nema „zadržavanja“ štetnih materija od radnog fluida.

9. Radni fluid lako prodire u dubinu materijala,
10. Kada se pogodnom metodom utvrdi da radni rastvor više nije za korišćenje (praćenjem pH, provodnosti i vizuelnim praćenjem "mutnoće"), zbrinjava se kao otpadna emulzija, po metodi koja je ekološki i ekonomski najpovoljnija (spaljivanje, su-spaljivanje, solidifikacija).
11. Rezultati praćenja pokazuju da se tokom tretmana 50 tona opasnog, zauljenog otpada, stvori 3t otpadne emulzije.

#### 5. ANALIZA REZULTATA

Iz napred navedenih tabela može se zaključiti da je vreme delovanja UZ talasa u direktnoj vezi sa oblikom i veličinom tretiranog otpada. Što je uzorak kompaktniji i dodirna površina ukupne količine otpadnog gvožđa manja, to je i vreme potrebno za odmašćivanje manje. Složeniji oblici, tipa "špona" zahtevaju nešto duže vreme za odmašćivanje, jer je oblik materijala takav da omogućava međusobnu interakciju (sudaranje) čime se direktno smanjuje ukupna snaga delovanja UZ talasa. Kada su u pitanju muljevi, veliki broj čestica tretiranog materijala se istovremeno sudara međusobno, kao i sa UZ talasima, čime se vrši premošenje čestica ulja sa jedne na drugu česticu metala, te je zato potrebno znatno duže vreme delovanja UZ talasa do postizanja granice od <2,0% sadržaja mineralnog ulja (čime se gubi status opasnog otpada). Svakako je cilj postići <0,5%, što znatno doprinosi ukupnom smanjenju sadržaja mineralnog ulja u daljim fazama prerade, (Sl. 4).



**Slika 4.** Uporedna analiza rezultata.

#### 6. ZAKLJUČAK

Primenjena metoda tretmana opasnog otpada, koji sadrži povećan sadržaj ukupnih ugljovodonika (mineralna ulja) u sebi je objedinila sve prednosti postavljenih principa odmašćivanja. Dobijeni materijal može da ide na dalju obradu i da se iz njega stvori novi proizvod. Samo skidanjem "opasnosti od povećanih ukupnih ugljovodonika" istovremeno je omogućen dalji tretman sa znatno manjim negativnim efektima, i ekološkim i ekonomskim. Ukoliko na ovaj način tretirani materijali dospeju u livnice i peći za topljenje, mogućnost stvaranja štetnih gasova i čestica se smanjuje, a samim tim i operećenje filterskih sistema u ovakvim postrojenjima je znatno smanjeno.

## LITERATURA

- [1] Joanne Wixon; Douglas Kell (2000). „Website Review: The Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes — KEGG”. *Yeast*. **17** (1): 48—55. doi:10.1002/(SICI)1097-
- [2] Ana Paula Gimenes Tessaro and Roberto Vicente, A LITERATURE SURVEY FOR THE ULTRASOUND USE IN THE RADIOACTIVE WASTE CHARACTERIZATION, ASM HANDBOOK, 2013 International Nuclear Atlantic Conference -IN A C 2013 Recife, PE, Brazil, November 24-29, 2013 Associação Brasileira de Energia Nuclear - ABEN ISBN: 978- 85- 99141- 05-2 2013.
- [3] B. Anđelković; I. Krstić-Tehnološki procesi i životna sredina Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada („Sl. glasnik RS“, br. 56/2010.
- [4] <http://www.pfonline.com/articles/enhance-your-cleaning-process-with-ultrasonics>.
- [5] Glavni tehn. projekat Oporavak korisnih metala iz opasnog otpada; JUGO-IMPEX doo.
- [6] Handbook on Applications of Ultrasound; Edited by D. Chen, S.K. Sharma, A. Mudhoo; Sonochemistry for Sustainability.



## ANALIZA STANJA U OBLASTI TERMIČKOG TRETMANA OTPADA U EVROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI SRBIJI

### ANALYSIS OF THE SITUATION IN THE FIELD OF THERMAL WASTE TREATMENT IN THE EUROPEAN UNION AND THE REPUBLIC OF SERBIA

Boban Cvetanović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – Iako su aktivnosti prevencije nastajanja otpada i ponovnog korišćenje proizvoda, optimalne u hijerarhiji upravljanja otpadom, praksa u razvijenim zemljama Evropske Unije pokazuje da i dalje preovlađuju aktivnosti kao što su reciklaža, kompostiranje, deponovanje i termički tretmani otpada. U manje razvijenim članicama Unije, kao i većini ostalih evropskih zemalja, uključujući i Srbiju, najčešća opcija je neselektivno odlaganje na, uglavnom, nesanitarnu deponiju, čime se, pored posledica po životnu sredinu, postupa neekonomski prema reciklabilnim materijalima iz otpada. Termički postupci za tretman otpada su, uglavnom, nepoznati široj javnosti i prati ih, po pravilu, negativan kontekst. Ovaj rad daje prikaz trenutnog stanja u pogledu tretiranih količina otpada na ovaj način, u Evropskoj Uniji i Republici Srbiji.

**Ključne reči:** termički tretman, otpad, Evropska Unija, Republika Srbija.

**Abstract** - Although waste prevention activities and product reuse activities are optimal in the waste management hierarchy, practices in developed countries of the European Union show that activities such as recycling, composting, landfill and thermal treatment are still prevalent. In less developed countries of the Union, as well as most other European countries, including Serbia, the most common option is non-selective disposal on mainly non-sanitary landfills, which, in addition to the environmental consequences, is treated uneconomically for recyclable waste materials. Thermal waste treatment procedures are largely unknown to the general public and follows them, as a rule, negative context. This paper gives an overview of the current state of the treated waste quantities in this way, in the European Union and the Republic of Serbia.

**Key words:** thermal treatment, waste, European Union, Republic of Serbia.

#### 1. UVOD

Nastajanje otpada, rezultat je ukupne ekonomske aktivnosti svake države ili regiona i zavisi od stepena industrijskog razvoja, životnog standarda, načina života, socijalnog okruženja, potrošnje i drugih parametara svake pojedinačne zajednice. Zato se i količine nastalog otpada značajno razlikuju kako među državama, tako i u okviru jedne države, među regijama ili gradovima. Mada to nije uvek pravilo, može se reći da industrijski razvijene zemlje ili regioni, sa niskim procentom seoskog stanovništva i sa velikom produkcijom roba, proizvode i veliku količinu otpada, znatno više nego nerazvijene zemlje. Sa druge strane, način tretmana otpada je, uglavnom, uslovljen finansijskim mogućnostima, ali i svesti kako javnog mnjenja, tako i odgovornih institucija i organa, koji se bave ovim aktivnostima [1].

U hijerarhijskom modelu upravljanja otpadom, postupci prevencije nastajanja otpada i ponovne upotreba proizvoda, su na samom vrhu prioritetnih aktivnosti. Ipak, može se reći da su ove aktivnosti više usmerene na izbegavanje nastajanja, a ne konkretan tretman sa već nastalim otpadom. Tu se, kao jedine opcije, pre odlaganja na deponiju, pojavljuju aktivnosti

ponovnog iskorišćenja otpada, tj. reciklaža i termički (energetski) tretman otpada.

I dok je reciklaža, opšte prihvaćena aktivnost, sa poynatim benefitima, o termičkom tretmanu otpada (sa dobijanjem energije ili bez nje) se i dalje vode polemike. Naime, javno mnjenje u velikom broju zemalja, ovu opciju tretmana otpada vezuje za povećanu zagađenost životne sredine i nikako ne želi ovakva postrojenja u svojoj okolini. Sa druge strane, akademika zajednica se spori oko toga da li je opcija termičkog tretmana otpada direktno suprotstavljena reciklaži. Naime, za termički tretman je potreban kvalitetan otpad sa velikom toplotnom moći (kako se ne bi dodavalo gorivo tokom trajanja procesa sagorevanja otpada), ali su upravo takvi materijali prepoznaju kao reciklabilni, te se preuzimaju u postupcima reciklaže. Kao treće, ali ne manje važno je i finansijska strana aktivnosti termičkog tretmana. Ova postrojenja su izuzetno skupa, mada to treba sagledavati kroz činjenicu da bez ovih postrojenja, otpad završava, posle reciklaže, direktno na deponijama.

Odgovori na ova pitanja su vrlo aktuelni i za našu zemlju, s obzirom da se već dugo govori o izgradnji postrojenja za energetski tretman otpada u Vinči.

Ovaj rad ima cilj da prikaže presek trenutnog stanja u oblasti termičkog tretmana otpada, kao opcije u upravljanju otpadom. U radu će se analizirati učešće ove opcije, u tretmanu kako ukupnog, tako i komunalnog otpada, u Evropskoj Uniji i Republici Srbiji, a daće se stanje u pogledu broja postrojenja za termički tretman.

## 2. TERMIČKE METODE ZA TRETMAN OTPADA

U literaturi se mogu naći mnogi srodni izrazi za ove aktivnosti, kao što su “energetska valorizacija otpada”, “korišćenje otpada kao energenta”, pa čak i “spaljivanje ili insineracija”, iako je spaljivanje samo jedan od termičkih tretmana otpada (pored njega, postoje i drugi termički tretmani kao što su gasifikacija, piroliza ili plazma proces).

Termički tretmani otpada su aktivnosti koje se odvijaju u postrojenjima, sa ili bez iskorišćenja (dobijanja) energije proizvedene sagorevanjem. Po našem Zakonu o upravljanju otpadom [2], primarna uloga ovog procesa je termički tretman otpada (odnosno smanjenje njegove zapremine), dok je proizvodnja energije sekundarna.

U zavisnosti da li je tretman sa ili bez dobitka toplotne i električne energije proizvedene sagorevanjem, te aktivnosti se svrstavaju u R i D klasifikaciju. Tako se termički tretman sa dobijanjem energije (ili dobijanjem goriva za proizvodnju energije) smatra postupkom ponovnog iskorišćenja (oporavka) otpada i u klasifikaciji nosi oznaku R1 (eng. Recovery). Tretman bez dobijanja energije smatra se operacijom odlaganja - deponovanja i u klasifikaciji nosi oznaku D10 (eng. Disposal) (originalna definicija ove aktivnosti je „Spaljivanje na zemlji“ – eng. Incineration on land).

U većini dobro organizovanih sistema za upravljanje otpadom, termički tretmani se koriste za upravljanje preostalim tokom otpada, dobijenim nakon izdvajanja reciklabilnih frakcija i organskih komponenti. Po pravilu se, u tim tretmanima, dobija energija iz otpada, uz istovremeno smanjenje njegove zapremine i pretvaranje ostataka, nakon sagorevanja, u inertno stanje.

Mada se ovi tretmani, kao što je već rečeno, i dalje spominju u negativnom kontekstu, oni predstavljaju važan segment u okviru integrisanog sistema upravljanja otpadom, kojima se postiže:

- Smanjenje količine otpada koji se deponuje-ušteda deponijskog prostora,
- Dobijanje energije (toplotne i električne),
- Destrukcija velikog broja zagađujućih supstanci koje su prisutne u otpadu.

Termičkim postupcima se mogu tretirati različite vrste otpada, počev od komunalnog otpada, industrijskog neopasnog otpada, opasnog otpada, preko medicinskog otpada, pa sve do kanalizacionog mulja. Mnoga postrojenja služe za istovremenu termičku obradu dve ili više navedenih grupa otpada.

Ključni kriterijumi koji moraju biti ispunjeni pri projektovanju budućeg postrojenja za termički tretman otpada su [3]:

- Prosečna donja toplotna moć mora biti najmanje 6MJ/kg za sve sezone, tokom godine,
- Godišnja količina otpada ne bi trebalo da bude manja od 50.000 tona, dok nedeljne varijacije u količini otpada koji se dovodi u postrojenje ne sme preći 20%,

- Moraju se ispitati karakteristike otpada koji će biti tretiran u postrojenju.

Da bi projekat potencijalnog postrojenja za termički tretman bio što korektniji, potrebno je pouzdano odrediti količinu otpada, njegov sastav i promene u godišnjoj proizvodnji otpada, a sve to u cilju što tačnije procene generisanja otpada za vreme predviđenog rada postrojenja.

S obzirom da sastav i količina otpada zavise od kulturnoloških, klimatskih i socioekonomskih uslova, nemoguće je koristiti podatke dobijene za neko drugo područje, već je neophodno praviti vlastitu procenu za svako područje na kome se planira izgradnja postrojenja. Smernice koje bi trebali da imaju u vidu projektanti u zemljama u razvoju su smanjenje količine otpada zbog povećanja korišćenja komponenti otpada pogodnih za reciklažu, visok stepen vlažnosti i pepela u otpadu prikupljenom iz domaćinstava i otežanost prikupljanja komercijalnog i industrijskog otpada koji sa izuzetkom otpada iz trgovine ima veću kalorijsku vrednost [4].

## 3. TERMIČKI TRETMAN OTPADA U EVROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI SRBIJI

Kada je u pitanju termički tretman ukupnog otpada, na nivou cele Evropske Unije (EU-28) se, prema podacima Eurostata za 2014.godinu [5], ovako tretira nešto više od 6%, i to sa dobijanjem energije 4,7%, a bez dobijanja 1,5%. Iako, možda u neskladu sa predstavom većine našeg javnog mnjenja o načinima postupanja otpadom, u EU-28 je i dalje najzastupljenija opcija odlaganja na deponije (čak 47,4%) i reciklaža (36,2%) (slika 1).

	UKUPNO (miliona tona)	Termički tretman u NEENERGETSKE SVRHE (%)	Termički tretman u ENERGETSKE SVRHE (%)
EU-28	2 319.5	1.5	4.7
Belgium	42.8	4.3	13.6
Bulgaria	175.7	0.0	0.1
Czech Republic	19.9	0.4	5.1
Denmark	17.7	0.0	20.7
Germany	370.7	2.3	10.5
Estonia	20.7	0.0	2.5
Ireland	10.0	0.1	7.2
Greece	67.1	0.0	0.2
Spain	103.4	0.0	3.4
France	299.7	2.0	4.5
Croatia	3.5	0.0	1.4
Italy	129.2	5.2	1.6
Cyprus	1.8	0.0	1.7
Latvia	1.9	0.0	8.7
Lithuania	4.5	0.1	4.1
Luxembourg	8.5	0.0	2.5
Hungary	13.7	0.7	8.9
Malta	1.6	0.4	0.0
Netherlands	130.6	1.0	7.9
Austria	53.9	0.2	6.5
Poland	182.4	0.4	2.7
Portugal	9.9	10.0	3.1
Romania	172.2	0.0	1.3
Slovenia	5.4	0.6	4.9
Slovakia	7.1	0.8	4.4
Finland	93.3	0.5	4.8
Sweden	163.3	0.1	4.7
United Kingdom	209.0	3.6	0.9
Iceland (¹)	0.5	0.0	2.7
Norway	11.7	0.5	35.8
Montenegro	1.0	0.0	0.1
Former Yugoslav Republic of Macedonia	1.5	1.3	0.0
Albania	1.2	3.1	0.5
Serbia	49.4	0.0	0.1
Turkey	79.3	0.0	0.7

Slika 1. Termički tretman otpada u EU-28.

Kada je u pitanju termički tretman otpada, količine se svode na nekoliko procenata, osim Danske, sa 20,7% i Norveške (nije član Unije), koja čak 35,8% svog otpada pretvara u energiju.

Podaci iz tabele na slici 1., ipak ne daju pravu sliku o liderima po količinama termički tretiranog otpada. Na prvom mestu je Nemačka koja u energiju pretvara blizu 40 miliona svog otpada, a termički tretira bez dobitka energije oko 8 miliona tona. Francuska pretvara u energiju oko 13,3 miliona tona otpada, a spaljuje bez dobitka energije 6 miliona tona.

Interesantan je primer prostorno male zemlje kao što je Holandija, koja preko 10 miliona tona svog otpada spaljuje u cilju dobijanja toplotne i električne energije, pri čemu se u Amsterdamu i Roterdamu nalaze postrojenja sa najvećim pojedinačnim kapacitetima za termički tretman u Evropi.

Portugal je redak primer gde se čak deseti deo otpada termički tretira, ali bez dobijanja energije. U ostalim evropskim državama (izuzev Italije), ova aktivnost je, procentualno, na nivou statističke greške.

Kada se govori o komunalnom otpadu, termički je tretiran u neenergetske ili energetske svrhe oko 28% (68 miliona tona, od ukupno 242 miliona tona komunalnog otpada). Kvantitativno su, opet, Nemačka i Francuska u vrhu, sa 16, odnosno 12 miliona tona ovako tretiranog komunalnog otpada.

Kada je u pitanju Republika Srbija, podaci Eurostata kazuju da se ovim aktivnostima tretiraju minimalne količine, iako potencijal postoji. Kada je u pitanju celokupni otpad, statistika pokazuje da se 0,1% ukupnog otpada tretira u energetske svrhe i 0% u neenergetske svrhe. Tako je u 2014.godini, od 49 miliona tona generisanog otpada u našoj zemlji, samo 73 tone spaljeno bez dobitka energije, a 55.600 tona u energetske svrhe). Što se tiče komunalnog otpada, procenat termički tretiranog otpada je potpuno beznačajan i takođe blizak nuli. Ako se izuzmu cementare u Beočinu i u Paraćinu, koje jedine imaju sve potrebne dozvole i vrše spaljivanje otpada u energetske svrhe, u Republici Srbiji, opcija termičkog tretmana otpada je na samom početku razvoja (ako da njege uopšte i dođe u bližoj ili daljoj budućnosti).

Da bi se stekao utisak o prisutnosti termičkog tretmana otpada u zemljama EU, trebalo bi analizirati i broj, odnosno rasprostranjenost postrojenja i njihove kapacitete, s obzirom da deo postrojenja ne radi sa punim kapacitetima (slika 2.).

Najveći broj postrojenja ima Francuska (126), a za njom Nemačka (121). Kada se govori o količinama, kao što je ranije napomenuto, Nemačka je neprikosnovena. Treba naglasiti da se podaci dati na slici 2, odnose samo a pretvaranje neopasnog otpada u energiju. Iako se podaci o broju postrojenja enjaju iz godine u godinu, u Evropi trenutno postoji manje od 100 postrojenja za termički tretman opasnog otpada i oko pedesetak za termički tretman kanalizacionog mulja.

#### 4. ZAKLJUČAK

Pošto se otpad smatra obnovljivim izvorom energije, Evropska komisija je biomasu kao "napredno biogorivo" uključila u energetske planove u obnovljivom sektoru za period posle 2020.godine, čime je postala prihvatljiva za subvencije članicama EU.

Time su ohrabrene investicije u postrojenja za termički tretman otpada. Prema izveštaju Evropske agencije za prirodnu sredinu (EEA) za 2017.godinu, neke članice EU, (Danska, Estonija, Švedska), raspolažu prevelikim kapacitetima za spaljivanje, odnosno nedostaje im otpad.

Preveliki kapaciteti i izgradnja novih kapaciteta postrojenja za termički tretman, dovela je do paradoksalne situacije - ako bi se svi kapaciteti koristili, 2030. godine bi reciklaža bila ograničena na relativno male procenat otpada jer jednostavno ne bi bilo dovoljno otpada. Takav scenario spaljivanja onoga što bi moglo da se reciklira i ponovo koristi predviđa se u Francuskoj, Nemačkoj i Poljskoj.

Očigledno se radi o vrlo osetljivom pitanju, gde se energetske tretman otpada direktno suprotstavlja reciklaži, a ne predstavlja njen logični nastavak. U postrojenja za termički tretman bi trebalo da ide samo onaj otpad koji se nikako više ne može iskoristiti.

#### LITERATURA

- [1] B.Cvetanović, "Waste management analysis in the European Union and Republic of Serbia", Fourth international symposium on corrosion and materials protection, environmental protection and protection against fire, Bar, Montenegro, 2018.
- [2] Službeni glasnik RS, br.36/2009 i 14/2016 "Zakon o upravljanju otpadom", 2009. i 2016.
- [3] G.Vujić i os., "Upravljanje otpadom u zemljama u razvoju", Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2012.
- [4] N.Jovičić i os., "Mogućnosti iskorišćenja energije iz gradskog otpada", SIMTERM 2005, Soko Banja, 2005.
- [5] [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics#Waste\\_treatment](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics#Waste_treatment)



Slika 2. Broj postrojenja za termički tretman neopasnog otpada u Evropi, u 2015.godini.

## ZNAČAJ I BENEFITI MONITORINGA POSTROJENJA ZA TRETMAN MEDICINSKOG OTPADA

### SIGNIFICANCE AND BENEFITS OF MONITORING OF MEDICAL WASTE TREATMENT PLANT

Milica Cvetković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Aleksandra Boričić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – Najvažnija uloga monitoringa postrojenja za tretman otpada je da se ustanovi da li su i u kolikoj meri ugroženi priroda i čovek. Pored ovoga, značajno je i proveravanje potencijalnih zagađivača (da li se pridržavaju dozvoljenog nivoa zagađivanja), a važno je i beleženje podataka koji se stavljaju na uvid nadležnim institucijama, kako bi se blagovremeno i efikasno sprečile, odnosno uklonile neželjene posledice zagađenja životne sredine. U ovom radu biće prikazane neke od prednosti monitoringa postrojenja za tretman medicinskog otpada koje se odnose, pre svega, na procenu rizika centralnog mesta za tretman infektivnog otpada, kao i na benefite koji se dobijaju prilikom bodovanja što boljih uslova za rad i povećanjem bezbednosti ljudi koji su prisutni u tokovima otpada, ali i bezbednosti na širem nivou.

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

**Abstract** – The most important role of monitoring the waste treatment plant is to determine whether and to what extent are both endangered nature and man. In addition, it is also important to check potential polluters (whether they adhere to the permissible levels of pollution), and it is also important to record the data that are put to the attention of the competent institutions in order to prevent and remove the adverse effects of environmental pollution in a timely and effective manner. This paper will show some of the advantages of monitoring facilities for treatment of medical waste that relate, first of all, to the risk assessment of the central site for the treatment of infectious waste, as well as to the benefits that are gained when 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.

## 1. UVOD

Monitoring predstavlja redovno posmatranje i beleženje aktivnosti koje se odvijaju u sklopu nekog programa ili projekta. To je proces prikupljanja informacija, što podrazumeva sistem praćenja i kontrolu promena. Obavljati monitoring, znači, nadgledati kako napreduju projektne aktivnosti u toku određenog vremenskog perioda, u odnosu na njegova planirana ulaganja, aktivnosti i ishode.

Monitoring ima veliku ulogu u očuvanju životne sredine, a isto tako, značajan je za planiranje i implementaciju projekta. Osnovni značaj monitoringa je kontinuirano praćenje posledica korišćenja prostora, u svrhu komunalnih delatnosti na prostor u vreme eksploatacije istog. Upravo zbog toga, na prostoru deponije i u njenoj neposrednoj okolini postavljena su merna mesta. Monitoring obavljaju i kontrolišu Državni organi zaduženi za životnu sredinu, ali i ovlašćene ustanove koje imaju stručna lica.

Na osnovu podataka dobijenih iz evidencije Kliničkog centra u Nišu, kao najvećeg generatora infektivnog

medicinskog otpada u Nišavskom okrugu, ali i kao ustanove koja vrši i sopstveno i uslužno tretiranje za druge generatore takvog otpada, u ovom radu biće data analiza značaja monitoringa postrojenja za tretman medicinskog otpada, tačnije, jedinice za tretman infektivnog otpada – CMT, odgovorne za bezbedan tretman infektivnog otpada koji nastaje u Kliničkom centru Niš, kao i otpad prikupljen iz drugih ustanova za koje Klinički centar vrši uslužno tretiranje. Pod ovim se podrazumeva sakupljanje, transport, obrada (tretman) i odlaganje infektivnog otpada.

Upravljanje otpadom u Kliničkom centru Niš vrši se planski i na način kojim se obezbeđuje najmanji rizik po ugrožavanje zdravlja i života kako zaposlenih, tako i korisnika zdravstvene zaštite, ali i očuvanje životne sredine kontrolom i merama smanjenja. 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].

## 2. MONITORING MEDICINSKOG OTPADA

Zakonska obaveza operatera je da vodi dnevnu i godišnju evidenciju nastalog, privremeno skladištenog i otpada predatog na zbrinjavanje ili za prodaju. Evidencija se vrši na osnovu dostavljenih dokumenata, Zapisnika o nastanku otpada. Takođe se vrše i vizuelne kontrole postupanja sa otpadom.

Ispitivanje otpada vrše ovlašćene organizacije za ispitivanje u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom i na osnovu fizičko-hemijskih analiza izdaju Izveštaj o ispitivanju otpada obavezan za sav otpad koji se u Katalogu otpada vodi kao opasan ili potencijalno opasan. Kretanje neopasnog otpada prati Dokument o kretanju otpada, a kretanje opasnog otpada prati Dokument o kretanju opasnog otpada, koji se dostavlja Ministarstvu životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja.

Osnovne karakteristike monitoringa otpada su:

- Oformiti centralnu i integralnu bazu podataka o svim činiocima životne sredine i katastar zagađivača u Republici Srbiji i obezbediti javnosti pristup informacijama o životnoj sredini. Ovu bazu podataka treba povezati sa mrežom Evropske agencije za životnu sredinu (EIONET).
- Uspostaviti monitoring i obradu podataka o nastanku otpada, sastavu otpada i fizičko-hemijskim karakteristikama.
- Sopstveni monitoring vrše zagađivači koji i finansiraju njegovo sprovođenje. Kontrolu ovakvog monitoringa povremeno vrše državni organi nadzorom nad sprovođenjem propisa.

### 2.1 Značaj monitoringa medicinskog otpada u zaštiti od akcidenata

Klinički centar Niš proizvodi više od 100 tona neopasnog otpada godišnje i više od 250 tona opasnog 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.

Plan upravljanja Kliničkog centra Niš otpadom odnosi se na upravljanje različitim tokovima otpada, uključujući posebno upravljanje medicinskim otpadom generisanim tokom pružanja zdravstvene zaštite.

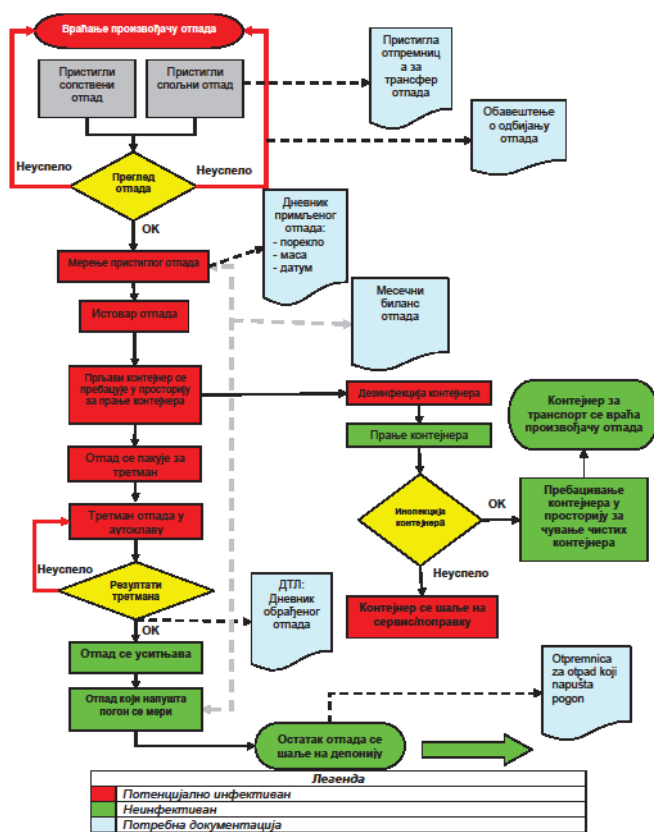
Plan upravljanja otpadom je instrument sprovođenja propisanih mera i postupaka sa otpadom i bliže definiše sakupljanje, transport, skladištenje, tretman sterilizacijom u autoklavima za infektivni medicinski otpad, kao i procedure planiranja ponovnog iskorišćenja odgovarajućih kategorija otpada. Plan uključuje i nadzor nad navedenim aktivnostima, kao i brigu o mestu tretmana otpada, radnom pogonu – postrojenju, posle eventualnog zatvaranja istog.

Definisani radni zadaci, funkcije i odgovornosti za upravljanje medicinskim otpadom u Kliničkom centru Niš, praćeni su imenima zaduženih stručnih lica i njihovim odgovornostima. Ovakav pristup omogućava jednostavno utvrđivanje odgovornosti i stepen realizacije predviđenih aktivnosti u oblasti upravljanja otpadom i mestu njegovog nastanka.

Praćenje implementacije ovakvog sistema obezbeđeno je unutrašnjim nadzorom i evaluacijom sprovedenih aktivnosti najmanje jednom godišnje unutar KC, kao i kontinuiranim radom Komisije za prevenciju intrahospitalnih infekcija, koja ima uvid u sistem upravljanja medicinskim otpadom.

Jedinica za tretman infektivnog otpada (CMT – centralno mesto za tretman) odgovorna je za bezbedan tretman infektivnog otpada koji nastaje u Kliničkom centru Niš, kao i otpad prikupljen iz drugih ustanova za koje Klinički centar vrši uslužno tretiranje.

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. Tok procesa rada u CMT dat je na *Slici 1*.



Slika 1. Tok procesa rada u Odeljenju za tretman medicinskog otpada.

Zaposleni u CMT su odgovorni za procenu kvaliteta pakovanja i obeležavanja otpada koji se prima na tretman, te imaju pravo da odbiju da prime otpad ukoliko zahtevani standardi nisu ispoštovani.

Autoklavi koji se koriste za tretman pogodni su za tretman isključivo infektivnog otpada i ni jedne druge vrste opasnog medicinskog otpada.

Odeljenje za tretman otpada Kliničkog centra Niš sastoji se od uređaja datih u *Tabeli 1*.

**Tabela 1. Oprema odeljenja za tretman medicinskog otpada.**

Врста опреме	Серијски број	Капацитет
GETINGE HS 6610EC-1	2508394-272-04	452 литара (6 контејнера)
GETINGE HS 6610EC-1	2508394-280-03	452 литара (6 контејнера)
GETINGE HS 6610EC-1	2508394-430-01	452 литара (6 контејнера)
GETINGE HS 6610EC-1	2508394-430-02	452 литара (6 контејнера)
Млин Mercoder GmbH Тип ZM1	295	60 – 150 kg
Млин Mercoder GmbH Тип ZM1	288	60 – 150 kg
Млин Mercoder GmbH Тип ZM1	249	60 – 150 kg
Vaga SV1		

Објекат CMT Клинички центар Ниш, lociran je u krugu Клиничког центра Ниш, ул. Булевар Др Зорана Ђинђића 48 на к.п. 3641/1 К.О. Ниш-Ћеле Кула. Удаленост ватрогасне јединице града Ниша је на 1 km. Време доласка на лице места мање од 5 минута.

Око објекта постоји заштитни зелени појас довољне ширине који онемogućава пренос насталих пожара од суседних објеката и обрнуто. Намена објекта је рециклажа, складиштење и паковање третираних отпада, што представља затворени процес, тако да не постоји опасност од пожара.

Терен на коме је lociran објекат CMT је раван. Прилаз објекту је са интерних саобраћајница Клиничког центра Ниш. Подручје града Ниша са шиrom околином припада зони 80 сеизмичког интезитета по скали MSC са вероватноћом појаве 63%. Климатски услови су такви да су падавине, нарочито у зимском периоду средње, ветрови дувaju углавном са северо-западне и североисточне стране, а температура се креће у интервалима од – 20 до +35 степени целзијуса.

Пројектовани објекат CMT „Клинички центар Ниш“ састоји се из јединственог простора спратности P – приземље. Бруто површина објекта је 137.60 m<sup>2</sup>. Чиста висина пројектованог објекта је 3,92m. Објекат је функционално поделjen преградним зидовима 2,20m.

Растојање најудаљеније тачке у објекту од излаза износи 30m. Са становишта заштите од пожара у објекту постоји довољан број излаза ( 2 ) за евакуацију људи и имовине са правилним распоредом и довољном ширином пролаза.

У погледу међусобне удаљености не постоји могућност за преношење пожара на суседни објекат.

Интерним саобраћајницама и приступном бетонском комуникацијом омогућен је приступ ватрогасним возилима са једне стране, а акција гашења са свих страна. У објекту CMT „Клинички центар Ниш“ врши се третман медицинског инфективног отпада. Број запослених је 4 оператора распоређена у две смене и 3 возача такође распоређена у две смене.

Технолошки процес третмана медицинског инфективног отпада састоји се из следећих активности:

- пријем отпада,
- мерење и регистрација отпада,
- паковање отпада,
- стерилizација отпада,
- прање транспортних контејнера,
- паковање у црне кесе стерилног отпада, изношење и складиштење,
- складиштење чисте опреме.

Клинички центар Ниш скупља и третира сопствени инфективни отпад и инфективни отпад других здравствених установа и ordinacija са подручја нишког региона (Табела 2).

**Tabela 2. Vrste инфективног отпада.**

Vrsta otpada	Infektivni otpad
Klasifikacija otpada	18 01 03. 18 01 01
Planirana godišnja količina otpada	180t

Идентификован је извештан број ризика у процесу третмана отпада, које је могуће контролисати на одговарајући начин праћењем правилних "безбедних система рада" (BSR) и употребом правилно одабране заштитне опреме.

Резултати процене ризика, заједно са договореном контролним мерима за операције обраде отпада дати су на *Sl.2.*

Операција	Опасност	Контрола	Ризик
Пријем и руковање инфективним отпадом	Болест као последња патогена који се преносе ваздухом или течностима	<ul style="list-style-type: none"> <li>Правилно паковање примљеног отпада</li> <li>ЛЗО треба да обухвата рукавице, респиратор (маску) и водоотпорну заштитну одећу</li> <li>Визуелна инспекција отпада пре руковања</li> <li>Забрана отварања контејнера са отпадом</li> <li>Добра проветреност просторија</li> <li>Добре хигијенске праксе</li> <li>Обука</li> </ul>	Низак
	Убод иглом		
Пушење/ пражњење аутоклава	Повреде при руковању	<ul style="list-style-type: none"> <li>Употреба колица за пушење</li> <li>Обука</li> </ul>	Низак
	Опекотине од врелих предмета	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обука/свест</li> <li>ЛЗО треба да обухвата рукавице отворне на топлоту</li> </ul>	Низак
Рад аутоклава	Струјни удар	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обука/свест</li> <li>Правилна инсталација аутоклава и редовно одржавање</li> <li>Забрањено уклањање заштитних панела на аутоклаву</li> </ul>	Низак
Просторије погона за прераду отпада	Клизавље, саплитање и падање	<ul style="list-style-type: none"> <li>ЛЗО треба да обухвата безбедносну обућу са њоновима који се не клизају</li> </ul>	Умерен
	Болест као последња контакта са патогенима који се преносе ваздухом или течностима	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добра проветреност просторија</li> <li>Добре хигијенске праксе</li> <li>Обука</li> <li>Све површине пресвучене непорозним материјалима (плочинама итд) који се редовно чисте и дезинфикују</li> <li>Одговарајуће просторије за одржавање хигијене</li> </ul>	Низак

**Slika 2. Procena rizika u radu autoklava.**

Зahвалjuјући мониторингу постројења за третман медицинског отпада, вероватноћа избјањања пожара у CMT је **мала**, па су и последице по здравље људи и животну средину **занемарљиве**. Самим тим ризик се квантификује као занемарљив и усваја се да је **прихватљив ризик у случају eventualног пожара и експлозије**.

Sa obzirom na zatvorenost samog tehnološkog procesa u CMT Kliničkog centra Niš i poštovanje svih zakonski propisa **verovatnoća ispuštanja opasnih materija u zemljište i vode kao i nekontrolisane emisije opasnih materija u vazduh je mala**, pa su i moguće **posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu zanemarljive**.

Iz navedenog se i ovi rizici ocenjuju kao zanemarljivi i usvaja se da je: **prihvatljiv rizik od ispuštanja opasnih materija u zemljište i vode i nekontrolisane emisije u vazduh**.

Za zaštitu objekta od atmosferskih pražnjenja na krovu objekta polaže se mreža – hvataljka od čelično – pocenkovane trake 20x3mm, P20 JUS N.B4.901. Odvodi su takođe uzvedeni od trake istih karakteristika, a deo odvoda od mernog spoja do uzemljivača trakom P25 JUS N.B4.901. Svi oluci povezani su na gromobranksku instalaciju. Uzemljivač gromobrankske instalacije je temeljni uzemljivač od FeZn trake 25x4mm. Osnovna mera zaštite od opasnog napona indirektnog dodira izvodi se TT sistemom (zaštitno uzemljenje). S obzirom na izvedenu zaštitu usvaja se da je **prihvatljiv rizik od opasnog napona dodira i udara groma**.

Postudetni monitoring vrši se u dogovoru sa inspekcijom zaštite životne sredine i uz angažovanje nadležne akreditovane laboratorije za kontrolu uslova radne sredine i stanja životne sredine.

Nakon sprovođenja prioritenih mera sanacije pristupa se vraćanju postrojenja, uređaja i instalacija u funkcionalno stanje, a zatim revitalizacija radne i životne sredine.

Direktor Kliničkog centra Niš ili lice koje on ovlasti obavezni su da preko lokalnih medija informisanja objektivno obaveste stanovništvo o vrsti udesa, preduzetim merama i eventualnoj opasnosti po širu okolinu.

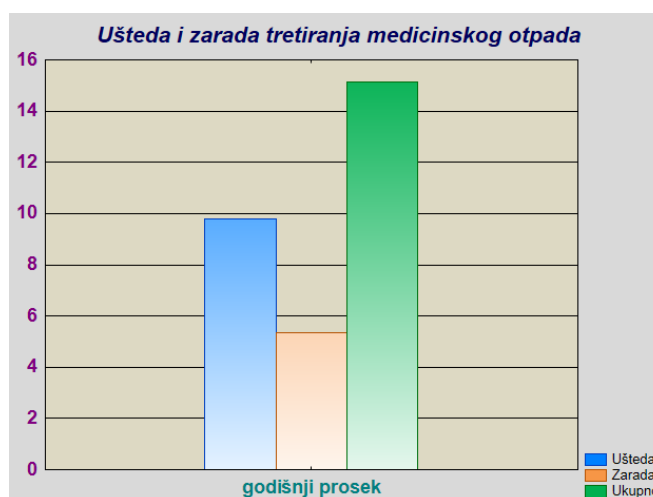
## 2.2 Benefiti monitoringa medicinskog otpada

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, (Sl. 3.), o čemu je bilo reči u radu [4].

Na osnovu prednosti monitoringa za tretman medicinskim otpadom, Klinički centar Niš je uspeo da ostvari i ekonomsku dobit, kroz uštedu na tretiranje sopstvenog otpada, uslužno tretiranje ali i kroz bodovanje Ministarstva zaštite životne sredine, što je prepoznala i Evropska unija.



Slika 3. Ekonomska analiza tretmana medicinskog otpada.

## 3. ZAKLJUČAK

Na osnovu monitoringa upravljanja otpadom cilj je da se dobiju što bolji uslovi prilikom bodovanja od strane Ministarstva zaštite životne sredine koji povlače za sobom određena finansijska sredstva, odnosno, kojim se ostvaruje veća dobit (benefit) i povećava bezbednost ljudi koji su prisutni u tokovima otpada, ali i bezbednost na širem nivou. U Kliničkom centru Niš na osnovu monitoringa upravljanja medicinskim otpadom Evropska unija je donirala 4 autoklava za tretman infektivnog medicinskog otpada, 3 drobilice koje smanjuju zapreminu i jedno vozilo za transport.

Donacijom Evropske unije Klinički centar Niš ostvaruje profit za uslužno tretiranje i uštedu koju ima za sopstveno tretiranje, o čemu svedoče navedeni podaci (Sl. 3.), a postoji mogućnost i još veće zarade ukoliko bi se mreža uslužnog tretiranja proširila.

## 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, D. Blagojević, M. Spasić, "Ekonomska analiza tretmana infektivnog medicinskog otpada", *Zbornik radova 13. međunarodnog savetovanja - Rizik i bezbednosni inženjering*, pp.318-323, 2018.

## UPOREDNA ANALIZA TRADICIONALNOG I LEAN KONCEPTA PROIZVODNJE COMPARATIVE ANALYSIS OF TRADITIONAL AND LEAN MANUFACTURING CONCEPT

Biljana Milutinović, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Petar S. Đekić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U današnje vreme, kada su kupci postali povlašćeni, jer vrste proizvoda i broj proizvođača prevazilaze potrebe kupaca, kompanije pored ostvarivanja dobiti, imaju za cilj i opstanak na tržištu. Borba za opstanak na tržištu postala je neizbežna i za kompanije koje se bave proizvodnjom, ali i uslužnom delatnošću. Zbog toga je neophodno prilagoditi koncept poslovanja i proizvodnje, kupcu i njegovim potrebama. U radu je ukratko predstavljen koncept LEAN proizvodnje kao jedan od modela na osnovu kojih se može postaviti temelj moderne i efikasne organizacije proizvodnje, koji ima za cilj da ponudi najviši kvalitet proizvoda ili usluga po optimalnoj ceni, a zatim je izvršeno upoređenje između tradicionalnog i LEAN koncepta.

**Ključne reči:** Tradicionalni koncept proizvodnje, LEAN proizvodnja.

**Abstract** - Nowadays, when customers became privileged because production and number of manufacturers exceed customers' needs, companies, in addition to making profits, also aim at survival in the market. The struggle for survival in the market has become inevitable for both companies that are engaged in manufacturing and service activities. Therefore, it is necessary to adapt the concept of business and production to the customer and his needs. The paper presents the concept of LEAN production as one of the models on the basis of which the foundation of a modern and efficient organization can be laid out, which aims to offer the highest quality products or services at an optimal price. Below a comparison between the traditional and LEAN manufacturing concepts is given.

**Key words:** Traditional manufacturing concept, LEAN production.

### 1. UVOD

U današnje vreme kada proizvodnja i broj proizvođača prevazilaze potrebe kupaca, kupci su postali povlašćeni. Zbog toga proizvođači moraju da ispituju potrebe i afinitete kupaca i bave se se konstantnim razvojem proizvoda kako bi ostali konkurentni na tržištu. Zbog povećanih zahteva kupaca, proizvođači moraju da nude proizvode koji su kvalitetniji, funkcionalniji, ergonomski oblikovani itd. Rokovi isporuke takvih proizvoda moraju se sve više smanjivati. Proizvođači danas nemaju za cilj samo ostvarivanje određene dobiti, već i opstanak na tržištu. Jedan od načina opstanka je primena kastomizacije, što omogućava fleksibilna proizvodnja.

Fleksibilan sistem proizvodnje može u najkraćem vremenu da odgovori zahtevima svakog pojedinačnog kupca, a da pri tome ne dođe do zastoja u proizvodnji. Fleksibilni proizvodni sistemi imaju primenu u bilo kojoj industriji koja zahteva montažu više delova u završni proizvod.

U ovom radu, u prvom poglavlju, ukratko je predstavljen koncept LEAN proizvodnje kao jedan od modela na osnovu kojih se može postaviti temelj moderne i efikasne organizacije, koji ima za cilj da ponudi najviši kvalitet proizvoda ili usluga po optimalnoj ceni.

U zadnjem poglavlju izvršeno je upoređenje između tradicionalnog i LEAN koncepta proizvodnje.

### 2. KONCEPT LEAN PROIZVODNJE

Reč "lean" potiče iz engleskog jezika i terminološki se koristi u području organizacije proizvodnje i menadžmenta. Danas, LEAN označava „vitku“ fabriku koja minimizira gubitke tokom procesa proizvodnje.

LEAN koncept proizvodnje predstavlja skup metoda i tehnika koje imaju za cilj da u najvećoj mogućoj meri smanje sve gubitke koji nastaju tokom procesa proizvodnje i svih procesa u preduzeću [1].

U početku je LEAN terminologija bila vezivana isključivo za proizvodnju. Posle pokušaja da se LEAN koncept uvede samo u proizvodne procese američkih autokompanija, došlo se do zaključka da je tako nešto nemoguće [2]. Da bi LEAN imao pun efekat potrebno je celu kompaniju prilagoditi filozofiji neprestanog unapređenja proizvodnog procesa i eliminacije suvišnih troškova.

#### 2.1. Principi LEAN koncepta

Pet ključnih principa LEAN koncepta su [3]:

1. Define VALUE – definisanje vrednosti proizvoda



Prvi korak je prepoznavanje onoga što predstavlja vrednost za kupca iz njegove perspektive. Potrebno je usmeriti se na kupce, ispuniti njihove zahteve i očekivanja u pravo vreme i za odgovarajuću cenu. Bilo koji materijal, proces koji ne dovodi do stvaranja vrednosti iz korisnikove perspektive je trošak i treba da bude eliminisan.

## 2. Identify the VALUE STREAM – utvrđivanje vrednosti tokova

Tok vrednosti se uvek posmatra sa strane kupca. Posmatranje počinje sa one strane gde tok prestaje (kod kupca) i prati se do izvora, tj. do samog početka (do snabdevača).

## 3. Create VALUE FLOW – kreiranje vrednosti tokova

LEAN koncept ima za cilj neprekidan tok, oslobađajući proces uskih grla, čekanja, prekida i preskakanja.

## 4. Establish PULL – uvođenje principa „vučenja“

Cilj ovakvog sistema je da proizvede samo ono što je potrebno, kad je potrebno. Proizvodnja se pokreće signalom od strane radne stanice koja se nalazi niže u lancu. Tako svaka radna stanica proizvodi samo ono što je potrebno sledećoj radnoj stanici u nizu.

## 5. Seek PERFECTION – težnja ka savršenstvu

Stremljenje ka savršenstvu konstantnim uklanjanjem gubitaka iz proizvodnje.

Mnoge kompanije danas uključuju sve ili neke od ovih principa, ali obično u pojedinim, a ređe u svim funkcijama. Njihova zajednička primena u svim funkcijama proizvodnog sistema može značajno poboljšati efikasnost istog.

## 2.2. Metode i tehnike LEAN koncepta

LEAN koncept se zasniva na konstantnom traženju i otklanjanju gubitaka. Zbog toga, sve metode i tehnike u LEAN proizvodnji imaju za cilj konstantno uklanjanje gubitaka [3].

### 1. KAIZEN - Kontinuirano poboljšanje

Unapređenjem standardizovanih aktivnosti i procesa, KAIZEN ima za cilj da eliminiše otpad. KAIZEN metodologija obuhvata omogućavanje i praćenje promena a zatim i prilagođavanje.

### 2. Tačno na vreme – Just in time (JIT)

JIT je koncept proizvodnje i nabavke koji se vodi principom: deo za ugradnju je potreban proizvodnom procesu samo u onom trenutku u kome taj deo treba da bude ugrađen (ni pre ni posle). Ovakav način proizvodnje i logistične podrške se postiže preciznim planiranjem proizvodnje i menadžmentom distributivnim lancem. Cilj je redukovati zalihe i troškove transporta.

### 3. KANBAN planiranje

KANBAN sistem planiranja predstavlja način da svi proizvodni procesi rade kontinuirano i da ne ostanu bez predmeta rada, putem vizuelne signalizacije u fabrici. Vizuelna signalizacija umnogome olakšava upravljanje sistema, jer menadžeri i supervizori mogu trenutno da vide stanje zaliha u radnim jedinicama.

### 4. Standardizacija rada

Standardizovan rad znači da proizvodni procesi i procedure koje opisuju faze u proizvodnji moraju biti detaljno i precizno određene. Procedure standardizovanih operacija, kod LEAN koncepta, su daleko detaljnije nego što je pro-

pisano standardom ISO9001:2001, posebno u oblastima koje objašnjavaju pokrete radnika, ishod operacije i sledeći korak.

## 5. Uređenje radnog prostora (5S metoda)

5S metoda predstavlja skup pravila za organizovanje radnog prostora. 5S je najprepoznatljiviji alat LEAN koncepta, jer ga je najlakše primeniti i rezultati bivaju vidljivi gotovo trenutno. Termin 5S predstavlja akronim japanskih izraza: Seiri–sortiranje, Seiton–urednost, Seiso–čistoća, Seikeco–savršenstvo i Shitsuke–disciplina.

## 6. Totalno produktivno ponašanje (TPO)

Otkazi mašina su jedan od najvećih problema u LEAN proizvodnji. Važan alat za minimiziranje pojave otkaza u procesu proizvodnje je TPO. LEAN koncept teži ka 100% pouzdanosti i dostupnosti opreme. TPO ima tri komponente: preventivno održavanje, korektivno održavanje i prevencija u održavanju.

## 7. Jidoka - Kvalitet na izvoru

Jidoka je metoda koja znači da kvalitet treba da bude sastavni deo proizvodnog procesa. Na taj način je moguće, u velikoj meri, ne dozvoliti da uopšte dođe do defekta na proizvodu. Ako ipak dođe do defekta, on mora biti primećen mnogo ranije u procesu.

## 8. Poka Yoke

Poka Yoke je još jedna metoda za onemogućavanje grešaka u proizvodnji. Poka Yoke uređaji najčešće ne predstavljaju veliku investiciju, ali zato u mnogome pomažu da se minimiziraju varijacije proizvoda i greške.

## 9. SMED

Single Minute Exchange Of a Die (SMED) označava tehniku smanjenja vremena promene i podešavanja alata na fleksibilnim mašinama. To znači da svaki operater mora biti obučan da autonomnu izmenu izvede za što kraći vremenski period i na što lakši način.

## 10. Vizuelni Menadžment – Visual Management

Vizuelni menadžment je tehnika koja obezbeđuje da svi radnici u kompaniji putem informacija prezentovanih u vizuelnoj formi mogu da razumeju stanje procesa. Vizuelni menadžment je proces kreiranja okruženja u kome su stvari očigledne od samog momenta ulaska u okruženje.

## 3. UPOREDNA ANALIZA TRADICIONALNOG I LEAN KONCEPTA PROIZVODNJE

U cilju lakšeg uočavanja razlika između tradicionalnog i LEAN koncepta proizvodnje, u tabeli 1 dat je uporedni prikaz karakteristika ova dva koncepta proizvodnje.

**Tabela 1** Upoređenje karakteristika tradicionalnog i LEAN koncepta proizvodnje [4,5].

	<b>Tradicionalana proizvodnja</b>	<b>LEAN proizvodnja</b>
<i>Ciljevi kompanije</i>	Prevladati konkurenciju	Pridobiti kupce
<i>Način rukovođenja</i>	Rešavati probleme	Preduprediti probleme
<i>Prioriteti</i>	Rezultati	Rezultati i procesi
<i>Uputstva</i>	Statična	Dinamična
<i>Zaposleni</i>	Troškovi i problemi	Potencijal i mogućnosti
<i>Mašine / Oprema</i>	Specijalizovane	Visoko fleksibilne

<i>Rešavanje problema</i>	“Ko je kriv?” Križa	“Kakvo je rešenje?” Izvor poboljšanja
<i>Planiranje proizvodnje</i>	Prognoziranje (push)	Narudžba kupca (pull)
<i>Proizvodnja</i>	Zalihe	Narudžba kupca
<i>Vreme (lead time)</i>	Dugo	Kratko
<i>Veličina serije</i>	Velika	Mala (kontinuirani tok)
<i>Kontrola</i>	Na bazi uzoraka (inspekcija)	Svi učesnici (na samom izvoru, od strane radnika)
<i>Raspored</i>	Funkcionalan	U skladu sa kretanjem proizvoda
<i>Osposobljavanje radnika</i>	Nisko	Visoko
<i>Obrt zaliha</i>	Nizak (7 obrta)	Visok (10 obrta)
<i>Fleksibilnost</i>	Niska	Visoka
<i>Nabavna vrednost prodate robe</i>	Visoka (sa tendencijom rasta)	Niska (sa tendencijom opadanja)

U većini slučajeva, tradicionalni koncept proizvodnje je fokusiran na konkurenciju i rešavanje svakodnevnih problema. LEAN koncept je mnogo dinamičniji i fokusiran na procese i predviđanje potencijalnih problema. LEAN koncept se zasniva na tome kako da se što pre uradi više sa što je moguće manje ljudskih napora, manje opreme, za manje vremena i manje prostora, dok se istovremeno ispunjavaju zahtevi kupca.

Posmatrajući karakteristike jednog i drugog koncepta proizvodnje, primećuje se da je sa jedne strane tradicionalni koncept proizvodnje koju karakteriše:

- Nizak stepen diferencijacije proizvoda i slaba reakcija na zahteve kupaca. Naime, u pitanju masovna serijska proizvodnja uz stvaranje velike količine zaliha.

- Automatizacija je na niskom nivou, kontrola kvaliteta se sprovodi na kraju proizvodnog procesa od strane specijalizovanog radnika za kontrolu kvaliteta, a planiranje se vrši u skladu sa raspoloživim resursima.

- Grupisanje mašina se vrši prema funkcijama.

- Hijerarhija ima formu instrukcija, postoji samo nekoliko organizacionih nivoa i nekoliko nivoa menadžmenta, a nadležnosti i odgovornosti skoncentrisane na nivou menadžera. U takvom okruženju ohrabruje se strogo poštovanje naređenja, striktna raspodela zaduženja, bez ikakvog podsticanja na proširivanje znanja i veština zaposlenih, i na taj način se guši bilo kakav oblik samoinicijative u pogledu rešavanja uočenih problema ili davanja predloga za poboljšanje i unapređivanje celokupnog poslovanja, jer se smatra da je to zadatak i odgovornost rukovodstva.

Navedena obeležija tradicionalnog koncepta proizvodnje, u savremenim uslovima poslovanja, uslovljavaju pojavu visokih troškova i praznih hodova u svim sferama rada [6].

S druge strane, LEAN koncept proizvodnje karakteriše:

- Visok stepen diferencijacije proizvoda i izražena fleksibilnost na zahtev kupaca. Naime, u pitanju je ćelijska, jednoprocena, kontinuirana proizvodnja, u malim serijama, uz održavanje minimalnog nivoa zaliha ili njihovo potpuno eliminisanje.

- Automatizacija je u potpunosti razvijena, kontrola kvaliteta se sprovodi kroz čitav lanac vrijednosti od strane neposrednih izvršilaca, a planiranje se vrši na bazi JIT koncepta i KANBAN sistema što dovodi do smanjenja troškova, unapređenja kvaliteta i skraćivanja vremena isporuke.

- Mašine se grupišu po proizvodima, tj. prema istim ili sličnim zahtevima kupaca, upravo iz razloga da se brže i potpunije, bez značajnijih gubitaka, odgovori na specifične i brzo promenljive zahteve.

- U pitanju je ravna, fleksibilna struktura po linijama kreiranja vrednosti za kupca, tj. hijerarhija se ispoljava kroz koordinaciju i savetovanje. Postoji više organizacionih nivoa i više nivoa menadžmenta, a nadležnosti i odgovornosti su raspoređene na najniže nivoe organizacione strukture, do neposrednih izvršilaca.

- Ohrabruje se individualna inicijativa u poboljšanju efikasnosti i efektivnosti poslovanja, kao i sve moguće vrste inovacija. Akcenat je na kontinuiranom razvoju znanja, sposobnosti i veština zaposlenih kroz razne oblike i vrste treninga s obzirom da savremeni uslovi poslovanja traže multikvalifikovane radnike i insitiraju na njihovom uključivanju u svaku poru celokupnog poslovnog sistema.

Posmatrajući predstavljene razlike, tradicionalni koncept proizvodnje smatra se zastarelim, upravo iz razloga što ne postoji direktna veza između tempa proizvodnje i tempa tražnje. S druge strane, LEAN koncept predstavlja novi pristup, jer proizvodnja različitih modela u malim serijama direktno zadovoljava potrebe kupaca i omogućava da se preduzeće lakše i brže prilagođava promenama tržišta.

## 5. ZAKLJUČAK

Savremeni uslovi poslovanja postavili su kupca u fokus, a cilj savremenog preduzeća je udovoljavanje njegovim zahtevima na što kvalitetniji način, štedeći maksimalno svoje resurse. Identifikovanjem i eliminisanjem nepotrebnih aktivnosti u poslovnom procesu i usmeravanjem pažnje isključivo na ono što stvara vrednost sa stanovišta kupca, LEAN koncept proizvodnje omogućava da se postigne maksimalni kvalitet i efikasnost proizvodnih procesa. Svaku aktivnost ili proces koji troši bilo koje resurse, povećava cenu ili produžava vreme potrebno za proizvodnju, bez uvećanja vrednosti za krajnjeg korisnika, treba eliminisati.

S obzirom na to da turbulentni poslovni uslovi drastično skraćuju životni vek proizvoda, LEAN metode i tehnike omogućavaju preduzeću da vrlo brzo prilagodi svoju proizvodnju u skladu sa postojećim narudžbama kupaca.

Ako je tradicionalna masovna proizvodnja predstavljala vladajući proizvodni koncept XX veka, LEAN koncept proizvodnje će, kao sredstvo za postizanje i održavanje ravnoteže između kvalitetnog i pravovremenog zadovoljavanja potreba kupaca i profitabilnosti savremenog poslovnog sistema, predstavljati dominantan proizvodni koncept XXI veka.

## LITERATURA

- [1] J. Bicheno, M. Holweg, *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*, 4th edition, Buckingham: PICSIE Books, 2009.

- [2] L. Wilson, *How to Implement Lean Manufacturing*, New York: McGraw Hill, 2010.
- [3] I. Mačuzić, M. Đapan, *Lean koncept u upravljanju proizvodnjom*, Kragujevac, Fakultet inženjerskih nauka Univerzitet u Kragujevcu, 2016.
- [4] Lj. Tanasić, "LEAN proizvodnja – inovacija za 21. vijek" *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta*, 6, pp. 307-322, Brčko, 2012.
- [5] A. Kešetović, "Filozofija vitke proizvodnje – koncept, ki prinaša poslovne uspehe" *Zbornik 9. festivala raziskovanja ekonomije in managementa*, Koper, mart 2012.
- [6] S. Kumar, D. Meade, *Financial Models and Tools Managing Lean Manufacturing*, New York: Taylor & Francis Group, 2007.

## ANALIZA UTICAJA OTPADNIH VODA IZ TEKSTILNE INDUSTRIJE NA ŽIVOTNU SREDINU

### IMPACT ANALYSIS OF WASTE WATER FROM TEXTILE INDUSTRY ON ENVIRONMENT

Sladjana Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Natalija Tošić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu predstavljen je značaj procene uticaja na životnu sredinu u Republici Srbiji, kao i zakonski okvir sprovođenja procene uticaja po proceduri. Kroz rad se mogu sagledati benefiti koji postoje prilikom izvođenja procene uticaja. Takođe, prikazano je već prisutno zagađenje životne sredine otpadnim vodama i to konkretno iz tekstilne industrije. Ovaj rad pruža uvid i u način tretiranja vode iz tekstilne industrije, koja je trenutno na prvom mestu u svetu prema količini otpadnih voda, i to na dva načina: biološki i tercijarno. Tabela su prikazane oblasti zaštite životne sredine kojima se hitno mora posvetiti pažnja, ali i opšti ciljevi procene uticaja u tim oblastima. Cilj rada jeste da se prikaže mera u kojoj se narušava kvalitet životne sredine, iz samo jedne grane industrije, kako bi se potencijalno stvorili uslovi za bolju zaštitu i unapređenje stanja životne sredine.

**Ključne reči:** Procena uticaja. Otpadne vode. Tretman voda.

**Abstract** - This paper presents the importance of the environmental impact assessment in the Republic of Serbia, as well as the legal framework for implementing the impact assessment by procedure. Benefits also can be seen through the performance of the impact assessment. This paper also present pollution of the environment with wastewater, specifically from the textile industry. This paper provides an insight into the way water treatment from the textile industry, which is currently the first in the world according to the amount of wastewater, in two ways: biological and tertiary. The table shows the areas of environmental protection that urgently need to be solved, as well as the general objectives of the impact assessment in these areas. The aim of the paper is to show the extent to which environmental quality is disturbed, from only one branch of the industry, in order to potentially create the conditions for better protection and improvement of the state of the environment.

**Key words:** Impact assessment. Waste water. Water treatment

#### 1. UVOD

Formalni postupak, koji se naziva procena uticaja na životnu sredinu, nastao je kao rezultat narastanja svesti o potrebi zaštite životne sredine i prvi put se pojavljuje u američkom Zakonu o nacionalnoj politici zaštite životne sredine 1969. godine [1]

Procena uticaja na životnu sredinu vrši se za one projekte koji se planiraju i realizuju u prostoru, uključujući promene tehnologije, rekonstrukciju, proširenje kapaciteta ili prestanak rada koji mogu dovesti do značajnog zagađivanja životne sredine ili predstavljaju rizik po zdravlje ljudi [1].

Informacije koje se dobijaju tokom procene uticaja su naročito korisne donosiocima odluka i osobama koje upravljaju rizikom, jer oni moraju da ocene dobrobiti, pregledaju alternativna rešenja, uporede ili prioritizuju rizike, ocene najisplativije metode za postizanje maksimalne dobiti po okolinu ili da odrede do koje mere se uticaji po okolinu moraju smanjiti da bi se postigao željeni cilj. Upravljanje rizikom kombinuje

informacije i posledice procene uticaja sa socijalnim, pravnim, ekonomskim, političkim ili faktorima okoline u proceni opcija za upravljanje rizikom. Gde je to pogodno, može doći do dopune procesa procene uticaja sa novim podacima koji su dobijeni monitoringom i na taj način se povećava tačnost procesa procene uticaja. U procesu ocenjivanja mogućih uticaja projekata na životnu sredinu u obzir se uzimaju kako direktni tako i indirektni uticaji na ljudska bića, floru, faunu, zemljište, vode, vazduh, klimu i zaštićena prirodna dobra [2].

Dalja organizacija rada je predstavljena kroz značaj procene uticaja na životnu sredinu, zagađenje životne sredine otpadnim vodama, tretmane otpadnih voda i načine sprečavanja daljeg zagađenja.

#### 2. ZNAČAJ PROCENE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Procena uticaja predstavlja sintezu prethodnih iskustava sa primenom procene uticaja, kumulativne procene i procene socijalnih uticaja. Uz pomoć procene uticaja integrišu se

ciljevi i principi održivog razvoja na višim nivoima odlučivanja, tako da se obezbede uslovi za postizanje održivog razvoja. Procena uticaja predstavlja proces koji traje od prvobitne ideje o namerama, pa do njene celokupne realizacije. Svrha procene uticaja jeste da se obezbedi azmatranje informacija o životnoj sredini i njihovo integrisanje u donošenje strateških odluka o ekološki odgovornom i održivom ekonomskom razvoju. Benefiti i doprinos koji daje procena uticaja ogleda se kroz [1]:

- Visok stepen zaštite životne sredine
- Unapređenje kvaliteta izrade planova i programa
- Jačanje sposobnosti nadležnih organa
- Olakšavanje identifikaciju novih mogućnosti za razvoj
- Povećanje efikasnosti donošenja odluka

Prema Zakonu o strateškoj proceni uticaja 1 predstavljeni su opšti i posebni ciljevi procene uticaja koji se definišu kroz zahteve i ciljeve zaštite životne sredine na osnovu prikupljenih podataka o stanju životne sredine i značajnih pitanja i problema u pogledu zaštite životne sredine.

**Tabela 1. Oblasti zaštite životne sredine i opšti ciljevi procene uticaja [3]**

	<b>UPRAVLJANJE KVALITETOM VAZDUHA</b>
1	Smanjiti izloženost stanovništva zagađenom vazduhu
	<b>KLIMATSKE PROMENE</b>
2	Ublažiti uticaj gasova staklene bašte
	<b>UPRAVLJANJE VODAMA</b>
3	Očuvati količine i unaprediti kvalitet površinskih i podzemnih voda
	<b>ZAŠTITA I KORIŠĆENJA ZEMLJIŠTA</b>
4	Ublažiti negativan uticaj na obradivo zemljište
	<b>UPRAVLJANJE OTPADOM</b>
5	Unaprediti tretman i odlaganje industrijskog i komunalnog otpada
	<b>OČUVANJE PRIRODNIH DOBARA, BIODIVERZITETA I PREDELA</b>
6	Očuvati biodiverzitet i prirodna dobra
	<b>ZAŠTITA KULTURNIH DOBARA</b>
7	Očuvati zaštićena i nezaštićena značajna kulturna dobra
	<b>NASELJA I STANOVNIŠTVO</b>
8	Ublažiti negativan uticaj razvoja na demografiju i naselja
	<b>ZDRAVLJE STANOVNIŠTVA</b>
9	Zaštiti i unaprediti zdravlje stanovništva
	<b>SISTEM UPRAVLJANJA ZAŠTITOM ŽIVOTNE SREDINE</b>
10	Unaprediti sistem upravljanja zaštitom životne sredine
	<b>EKONOMSKI RAZVOJ PODRUČJA</b>
11	Podsticati ekonomski razvoj i zaposlenost
	<b>INFRASTRUKTURNI SISTEMI</b>
12	Ublažiti negativan uticaj razvoja na saobraćajnu i vodoprivrednu infrastrukturu

U većini zemalja postoji potreba za razvojem smernica, kriterijuma i metoda za pravilnu izradu i sprovođenje procene uticaja, uz kvalitetnu obuku kadrova i donošenje dodatnih podzakonskih akata tamo gde su oni predviđeni osnovnim zakonom.

### 3. ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE OTPADNIM VODAMA

Osnovni izvori zagađivanja površinskih voda su koncentrisani izvori zagađivanja (naselja, industrija i poljoprivreda), koji ispuštaju otpadne vode preko kanalizacionog sistema ili kanala u vodoprijemnike ili ih odlažu na zemljište. Veći deo komunalnih otpadnih voda čine upotrebljene vode iz domaćinstva. Za njih je karakterističan konstantan sastav u jednom regionu u dužem periodu i njihova količina i sastav pokazuju tokom dana karakteristične varijacije, kao rezultat životnog standarda i načina življenja stanovništva.

Glavna karakteristika kvaliteta komunalnih voda je sadržaj organskih i neorganskih materija. Industrijske otpadne vode potiču od proizvodnih procesa i njihova količina i sastav zavisi od niza faktora i specifična je za svaku granu industrije. Industrijske otpadne vode imaju varijabilan karakter, kako po količini tako i po kvalitetu i menjaju se po vrstama industrije [1].

Količina industrijskih otpadnih voda može varirati u širokom opsegu, kako tokom dana tako i u dužem vremenu, što je posledica određene dinamike nastajanja otpadnih voda unutar samog proizvodnog postupka, ali i različitog intenziteta rada industrije [1].

#### 3.1. OTPADNE VODE IZ TEKSTILNE INDUSTRIJE

Tekstilna industrija se nalazi na prvom mestu u svetu prema količini otpadnih voda. Tekstilno oplemenjivanje troši najveće količine vode i smatra se jednim od najvećih zagađivača [4]. Zagađenje vode u tekstilnoj industriji prvenstveno je uzrokovano nečistoćama koje se kod oplemenjivanja tekstila izdvajaju iz tekstila i hemijskim sredstvima koja se upotrebljavaju u tehnološkim postupcima nakon oplemenjivanja i ispiranja.

Karakterizacija otpadnih voda provodi se hemijskom analizom i na temelju te analize može se zaključiti da li je voda pogodna za životnu i tehničku upotrebu pa je tek onda moguće odrediti optimalan postupak pročišćavanja.

Teški metali As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Hg i drugi prilikom procesa obrade tekstilnih materijala mogu opteretiti otpadne vode, a time dolazi i do potencijalne opasnosti za ljudsko zdravlje [12]. Teški metali upotrebljavaju se u tekstilnoj industriji kao oksidansi. Toksični učinci teških metala na ljudsko zdravlje danas su veoma poznati, pa je potrebno kontrolisati njihovu prisutnost tokom proizvodnje i prerade tekstilnih materijala.

Za otpadne vode tekstilne industrije takođe je karakteristično variranje pH vrednosti, od izrazito kisele sredine preko neutralne do slabo alkalne, kao i variranje temperature 20-70°C. Sa aspekta zaštite životne sredine, uslovi za ispuštanje otpadnih voda su sve stroži, a takođe se traga za što jeftinijim postupkom za njihovu obradu. Upravo zato se danas u istraživanju kreće sve većoj primeni prirodnih materijala – zeolite [6].

Bojenje tekstilnih vlakana se izvodi u aparatima za bojenje, gde se, pored boja, dodaju i površinski aktivne materije koje doprinose njihovom boljem vezivanju za vlakno. Od boja se koriste hromne, metalokompleksne, kisele i disperzne i one se vezuju za vlakno pomoću odgovarajućih jona teških metala i sulfo grupa. U ovom procesu otpadne vode nastaju pri [5]:

- ispuštanju vode iz aparata za bojenje,
- ispiranju i ceđenju bojenog materijala i
- pranju i ispiranju aparata za bojenje i radnih prostorija.

U tabeli 2 predstavljene su sirovine koje su prisutne u zavisnosti od procesa proizvodnje tekstila, koji mogu doprineti narušavanju kvaliteta vode.

Tabela 2: *Različite sirovine kroz tehnološke procese proizvodnje* [9]

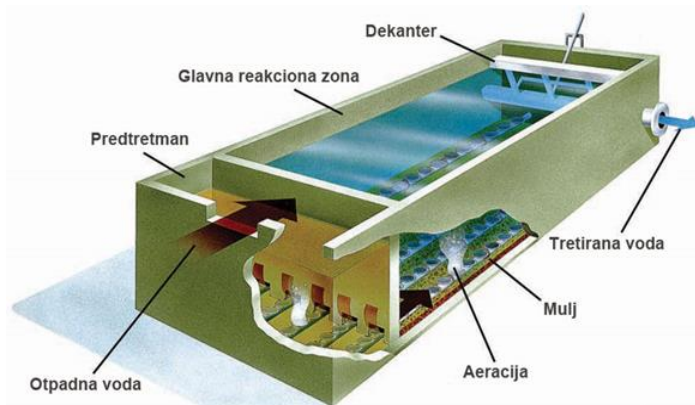
PROCES	SASTOJCI/SIROVINE
ČIŠĆENJE/PRANJE	Dezinfekcija i ispiranje dezinfekcionih ostataka i insekticida, NaOH, sapuna, masnoće, ulja, voska, viška materijala itd.
IZBELJIVANJE	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Natrijum silikat ili organski stabilizatori, visoka pH
OČVRŠĆAVANJE (mercerizacija)	Visoka pH, NaOH
BOJENJE	Boje, metali, soli, sulfide, alkalnost/kiselost, formaldehid
PROIZVODNJA	Urea, boje, metali, rastvarači
ZAVRŠNI RADOVI	Smole, omekšivači, acetate, rastvarači itd.

Materije za bojenje doprinose velikom organskog zagađenju otpadnih voda, i njihova osnovna karakteristika je slaba hemijska i biološka oksidacija, a time i obezbojavanje. Uglavnom su to bistre vode sa mirisom na hemikalije, ostacima vlakana koja plivaju i bez taložnih materija. Suspendovanih čestica ima malo i uglavnom su organske prirode – ostaci vlakana.

#### 4. TRETMANI PRERADE VODE IZ TEKSTILNE INDUSTRIJE

Tehnologija obrade industrijskih otpadnih voda tekstilne industrije u mogućnosti je izdvojiti boje, sredstva za izbeljivanje i mehaničke nečistoće iz otpadne vode nastale tokom proizvodnih procesa. Tretman industrijskih otpadnih voda bazira se na hemijskoj stabilizaciji, precipitaciji, taloženju i na kraju, filtraciji i dehidraciji na filter presi.

Kod procesa predobrade, odnosno pripreme, odstranjuju se razne nečistoće sa tekstila skrobna sredstva, razni sapuni i druga pomoćna sredstva, koji kasnije završe u otpadnoj vodi. Ipak, najviše poteškoća stvaraju otpadne vode koje sa sobom nose velike količine boje, korišćee za bojenje tekstilnih materijala. Zaostala boja je važan faktor, kada se radi o bezbednosti otpadne vode, pre njenog ispuštanja u vodene tokove. Osim estetskog problema, najveća briga vezuje se za ometanje fotosinteze vodenih biljaka i značajan porast bakterija što za posledicu ima remećenje ekološke ravnoteže.



Slika 1: *Tretman otpadnih voda* [7]

Prisutno zagađenje iz tekstilne idnustrije je uglavnom u rastvorenom obliku, i pretežno je organske prirode (60-70%). Sadržaj organskih materija, izražen kao hemijska potrošnja kiseonika (HPK) kreće se od 322 do 2100mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, a biološka potrošnja kiseonika (BPK5) od 108 do 932 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> [6] Preovlađuju materije koje su biohemijski teže razgradive. Za otpadne vode iz tekstilnih industrija je karakteristično i prisustvo fenola, zatim, joni teških metala, najčešće hroma (ulazi u sastav molekula boja) koji ima akumulacioni efekat što može dovesti do lakog ulaska u lanac ishrane.

#### 4.1 BIOLOŠKI TRETMAN

Biološki tretman koji koristi nisko opterećeni aktivni mulj za uklanjanje što je više moguće HPK. Efikasnost uklanjanja HPK je tipično 70-90% kada je HPK/BPK odnos sirove otpadne vode između 2-4, što je uglavnom neadekvatno i zahteva dodatni tercijarni tretman [10].

#### 4.2. TERCIJARNI TRETMAN

Glavna svrha ovog tretmana je uklanjanje boje kao glavnog zagađivača u otpadnim vodama tekstilne industrije, pa se iz tog razloga i vrlo često koristi u ovim postrojenjima, zatim, uklanjanje teško razgradivog HPK i redukcija suspendovanih čvrstih čestica. Najčešće se koristi koagulacija-flokulacija (čiji su nedostaci dodatni troškovi za reagense i produkcija dodatnog mulja), i ozonizacija praćena biološkom razgradnjom (tretman koji ima brojne prednosti kao što su: kompaktnost, visoka efikasnost, malo ili nimalo produkcije mulja, itd.).

Ovi podaci predstavljaju rezultat višegodišnjeg praćenja kvaliteta otpadnih voda tekstilne industrije. Otpadne vode od bojenja tekstilnih vlakana predstavljaju veliku opasnost za životnu sredinu, pa je njihovo prečišćavanje od presudnog značaja.

#### 5. MERE ZA SMANJENJE ŠTETNOG UTICAJA OTPADNIH VODA

Sve mere zaštite vode se mogu podeliti u tri velike grupe [10]:

- Eliminacija uzroka zagađivanja,
- Smanjenje količine štetnih materija,
- Posebne mere čišćenja vode.

Smanjenje količine zagađujućih materija koje dospevaju do vodenih tokova predstavlja jedan od najznačajnijih vidova

borbe protiv zagađenja. Ono podrazumeva postavljanje odgovarajućih filtera i posebnih Sistema taložnika na mestima gde se otpadne vode izlivaju. Takođe, ova mera podrazumeva I prethodno hlađenje toplih voda pre nego što se one izliju u reku [11].

Takođe, mera koja predstavlja značajan vid sprečavanja zagađivanja vodenih tokova je i odgovarajuća zaštita izvorišta, planiranje i postavljanje deponija dalje od vodotokova,

Veća zagađenja, poput onih koja nastaju iz tekstilne industrije, mogu se prečistiti hemijskim ili biološkim sredstvima. Takođe, štednja i racionalno korišćenje vode predstavlja jedan od efikasnijih načina zaštite vode od zagađenja.

Pored ovih aktivnih vidova zaštite, kvalitet vode se može čuvati i kroz odgovarajuća zakonska sredstva. Nacionalni i međunarodni zakoni danas ograničavaju izbacivanje otpada u vode i time se na jasan način skreće pažnja na racionalnu potrošnju i ponašanje prema životnoj sredini.

## 6. ZAKLJUČAK

Danas je otpadna voda iz tekstilne industrije jedan od važnih i velikih zagađenja okoline sa karakterističnim složenim sastavom, širokom rasprostranjenošću i teškom razgradnjom. Pri ispuštanju otpadnih voda iz tekstilne industrije dolazi do ispuštanja velikog broja polutanata i u sve većoj meri je potrebno i obavezno detaljno prečišćavanje otpadnih voda kako bi se znatno smanjio nivo organskih materija u influentu. Od velikog značaja za smanjenje zagađenja putem otpadnih voda jeste praćenje stanja kvaliteta otpadne vode, zatim prirodnog vodotoka, zemljišta u blizini

Unapređenjem zakona i propisa u oblasti zaštite životne sredine i prilikom porasta svesti o tome, otpadne vode iz tekstilne industrije dospele su u centar interesovanja.

Vrlo je važno primenjivati mere kako bi se produkcija otpadnih voda svelo na prihvatljiv nivo. Korišćenjem kako preventivnih, tako i mera kontrole otpada ili ponovna upotreba obrađene vode, neće samo smanjiti potrošnju vode, već će efikasno smanjiti I zagađenja od otpadnih voda iz tekstilne industrije i na taj način postići održivi razvoj društva.

Primenom pravilne procene uticaja, koja u većoj ili manjoj meri utiče na životnu sredinu i ceo živi svet u njoj, može se unapred predvideti ponašanje izvora zagađenja, a samim tim i umanjiti njegov negativan uticaj.

## LITERATURA

[1] B. Stojanović and T. Maričić, Metodologija strateške procene uticaja prostornog plana rudarsko-energetskog kompleksa na životnu sredinu, Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, 2008.

[2] V. Pešić and M. Bečelić-Tomin, "Procena uticaja ispuštanja otpadnih voda na kvalitet vode kanala DTD Bečej-Bogojevo," *Hemijska industrija*, vol. 69, no. 3, pp. 219-228, 2015.

[3] B. Dalmacija and J. Agbaba, Zagađujuće materije u vodenom ekosistemu i remedijacioni procesi, Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, 2008.

[4] Z. Jurac, E. Felić and V. Jurac, "Otpadne vode u pamučnoj industriji," *Sigurnost*, vol. L, no. 2, pp. 129-138, 2008.

[5] M. Šmelcerović, *Prerada otpadne vode iz procesa bojenja pamuka i priprema za ponovnu upotrebu*, Leskovac: Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu, 2016.

[6] V. Cibulić, L. Stamenković, N. Veljković and N. Staletović, "Dinamika procesa adsorpcije boje iz otpadnih voda od bojenja tekstilnih," *Hemijska industrija*, no. 1, pp. 41-49, 2013.

[7] A. i. inženjering, Aqua interma inženjering, [Online]. Available: <http://www.aquainterma.rs/sr/kompaktna-postrojenja-za-tretman-otpadne-vode/>. [Accessed 30 Oktobar 2018].

[8] R. Srbija, "Takod o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu," Službeni glasnik br. 135/2004 i 88/2010, Beograd, 2010.

[9] W. Zongping, X. Miaomiao, H. Kai and L. Zizheng, *Textile Dyeing Wastewater Treatment, Advances in Treating Textile Effluent*, 2011.

[10] R. Kitanović and V. Šušterić, "Tretman otpadnih voda," *Vojnotehnički glasnik*, vol. LXI, no. 3, pp. 122-140, 2013.

[11] J. Houillon, "Life cycle assessment od process for the treatment od wastewater urban sludge: energz and global warming analysis," *Journal od Cleaner Production*, no. 13, pp. 287-299, 2005.

[12] N. Ince, N. Dirilgen, I. Apikyan, G. Tezcanli and B. Ustun, "Assessment of toxic interactions of heavy metals in binary mixtures: A statistical approach," *Arch Environ Contam Toxicol*, no. 4, pp. 365-372, 1999.

## PRIMENA SOFTVERSKIH ALATA U RAZVOJU EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROIZVODA

### SOFTWARE TOOLS APPLICATION IN THE DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL ACCEPTABLE PRODUCTS

Miloš Ristić, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš  
Milan Pavlović, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

**Sadržaj** - Glavni izazov u razvoju savremenih proizvoda predstavlja integracija aspekata životne sredine na životni ciklus proizvoda. Životni ciklus proizvoda započinje od sirovina, preko proizvodnje, njegovog pakovanja i distribucije do krajnjih korisnika. Tada proizvod ulazi u fazu upotrebe, odakle će, na kraju životnog ciklusa, biti repariran, reupotrebljen, reproizveden, recikliran ili deponovan. Kako bi kompanije zadovoljile savremeno tržište, pokušavaju da primenom koncepta ekodizajna razviju proizvod koji će odgovarati ekološkim zahtevima društva i da na taj način pokažu odgovornost za svoju okolinu, jednako kao i za samu planetu. U ovom radu biće prikazana primena softverskih alata tokom razvoja proizvoda pogodnog za životnu sredinu. Ovakvi alati integrišu brojne aktivnosti tokom kolaborativnog rada eksperata i slikovito prikazuju uticaje proizvoda na održivi razvoj.

**Ključne reči:** Ekodizajn, Analiza životnog ciklusa proizvoda, Softverski alati.

**Abstract** - The main challenge in the development of modern products is the integration of environmental aspects into product life-cycle. Product life cycle begins with raw materials, through manufacturing, its packaging and distribution to end users. At that point, the product enters the stage of use, from where it will be repaired, reused, reprocessed, recycled or deposited. In order for companies to satisfy the modern market, they try to develop a product that meets the ecological requirements of the society by applying the Ecodesign concept, thus showing responsibility for their own environment, just as it does for the planet. This paper will present the application of software tools during the development of environmentally friendly products. Such tools integrate numerous activities during collaborative work of experts and illustrate the effects of products on sustainable development.

**Key words:** Ecodesign, Life-Cycle Analysis, Software tools.

#### 1. UVOD

Ekodizajn posebnu pažnju posvećuje uticaju dizajna na ekologiju, odnosno životnu sredinu. Ekodizajn, pre svega, predstavlja metodologiju ili razmišljanje o životnom ciklusu proizvoda, sa krajnjim zadatkom da predvidi sve faze u životnom ciklusu proizvoda prateći, pri tome, pre svega, tok materijala i njegovu transformaciju, utrošak energije i ostvarene emisije (u vodu, vazduh i zemlju) u svakoj od faza životnog ciklusa proizvoda [1].

Potpuno je jasno da je dizajn ili projektovanje početna i najvažnija faza u razvoju proizvoda [2]. Ona treba da u potpunosti sagleda sve aktivnosti koje se dešavaju u životnom ciklusu proizvoda (engl. Life Cycle of Product), kako bi upotrebom analiza i simulacija predvideli dešavanja i moguće aktivnosti. Životni ciklus proizvoda započinje iskopavanjem sirovina, njihovim transportom i obradom u materijal, da bi preko dizajna i proizvodnje, transporta i upotrebe proizvoda,

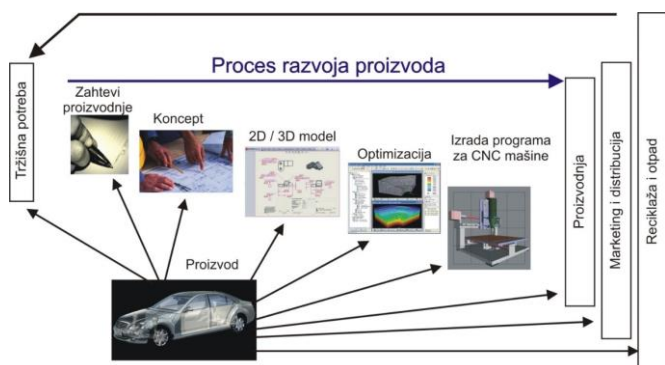
došli do krajnjeg odlaganja proizvoda, tj. odluke šta uraditi na kraju životnog ciklusa određenog proizvoda (reparaciju, reciklažu ili deponovanje-odlaganje na deponiju) [1]. Savremeni razvoj proizvoda zasnovan je na upotrebi snažnih softverskih alata koji obezbeđuju projektovanje ne samo geometrije i tehnologije izrade proizvoda, već brojnim analizama i simulacijama predviđaju ponašanje u realnim uslovima. To se obezbeđuje postojanjem virtuelnog modela proizvoda koji se zasniva na geometrijskom CAD modelu. U takav model se zatim unosi znanje iz drugih oblasti, poput tehnologije izrade ili izbora materijala, cene, itd [2]. U razvoju ovakvog sveobuhvatnog virtuelnog modela proizvoda učestvuju multidisciplinarni tim eksperata koji svoje znanje ugrađuju u ovaj model.

Svoju metodologiju ekodizajna zasniva na konceptu održivog razvoja [3] tj. na "razvoju koji će uspešno da odgovori na potrebe sadašnjosti, a da ne dovede u pitanje mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe.



## 2. OSNOVE DIZAJNA I RAZVOJA PROIZVODA

Savremeni razvoj proizvoda zahteva da tokom brojnih faza projektovanja, konstruisanja, oblikovanja, prilagođavanja, proizvodnje, testiranja, verifikovanja, itd. budu uključeni eksperti iz različitih oblasti. Zadatak multidisciplinarnog tima stručnjaka je da odgovore na brojne zahteve kupaca i tržišta kako bi zadovoljili brojne zahteve i kriterijume svih zainteresovanih strana. Ako posmatramo informacione tokove celog procesa proizvodnje (slika 1), sigurno je da je proces dizajna njegov najkompleksniji deo jer se tu obrađuje i stvara najveći deo informacija o proizvodu. Bitno je napomenuti da faza dizajna ima najveći uticaj na troškove proizvodnje i sam tehnološki proces izrade dela.



Slika 1. Proces razvoja proizvoda [2].

Simultano projektovanje, tj. simultano inženjerstvo (engl. simultaneous engineering) ili konkurentno inženjerstvo (engl. concurrent engineering – CE) je koncept projektovanja proizvoda u kome se istovremeno integriše široki spektar konstrukcionih, tehnoloških, ekonomskih i drugih zahteva, u cilju smanjenja vremena i troškova razvoja, a povećanja kvaliteta i vrednosti proizvoda. Umesto tradicionalnog, sekvencijalnog, iterativnog i distributivnog projektovanja, koristi se paralelni, interaktivni i kooperativni timski rad.

## 3. RAZMIŠLJANJE O ŽIVOTNOM CIKLUSU PROIZVODA – OSNOVA EKODIZAJNA

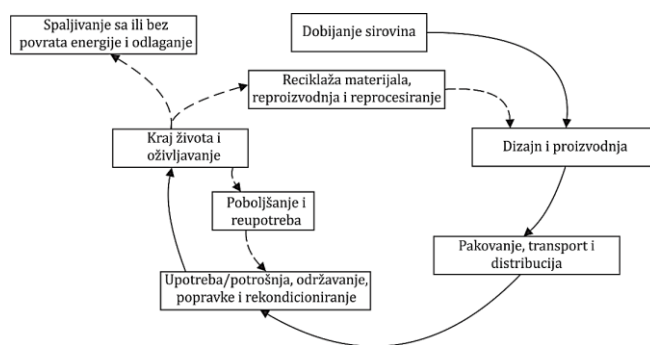
Dizajn pogodan za životnu sredinu ili okolinu (Ekodizajn) ima za cilj da smanji ili u najboljem slučaju eliminiše uticaj na životnu sredinu koji proizvod ostvaruje u svim fazama svog životnog ciklusa.

Ekološki prihvatljiv proizvod šteti životnoj sredini do zadovoljavajućeg (prihvatljivog) nivoa u svim fazama životnog ciklusa, a ne samo u fazi upotrebe proizvoda, kako se često podrazumeva. Zbog toga treba naglasiti da Eko proizvod:

- Minimalno šteti životnoj sredini tokom dobijanja potrebnih sirovina ili materijala, procesa proizvodnje i pakovanja, distribucije, njegove upotrebe, ili kao otpad.
- Upotrebljava sve resurse (posebno energiju i materijal) u najmanjoj mogućoj meri,
- Upotrebljava reciklabilne materijale i omogućava da proizvod bude recikliran,
- Ne generiše velike količine otpada
- Vodi računa o ugrožavanju flore i faune
- Ne proizvodi nikakve rizike po zdravlje ljudi, radne i životne sredine..

Osnova za pravilnu i adekvatnu primenu metodologije Ekodizajna je u razumevanju životnog ciklusa proizvoda (engl. Product Life Cycle / Life Cycle of Product). Proizvod

svoj život započinje „prikupljanjem sirovina, preko dizajna i proizvodnje, transporta i upotrebe, do krajnjeg odlaganja“ [4] kako je i prikazano slikom 2.



Slika 2. Faze životnog ciklusa proizvoda [4].

Početak životnog veka proizvoda je upravo u dobijanju sirovina, odnosno pretvaranju prirodnih resursa u sirovine. Druga faza životnog ciklusa prema ovom standardu jeste njegov dizajn i proizvodnja. Dizajnom se definiše kompletna tehnička dokumentacija kako bi se specifičnim procesima kao što su livenje, kovanje, ekstrudiranje itd. sirovine transformisale u proizvod. Pakovanje, transport i distribucija su aktivnosti koje slede nakon proizvodnje. Transport proizvoda je važan u životnom ciklusu proizvoda jer utiče na životnu sredinu kako potrošnjom energenata tokom transporta tako i emisijom (najčešće u vazduh). Distribucija proizvoda je značajan segment jer neki proizvodi ne samo da imaju dug put (npr. iz Kine u Srbiju) već imaju i više posrednika pa distribucija proizvoda zahteva veću logistiku a time se širi i uticaj na životnu okolinu. Upotreba proizvoda podrazumeva njegov radni vek a može uzeti u obzir i održavanje i popravke koje produžavaju njegov radni vek. Radni vek proizvoda obično se meri radnim satima. Kraj životnog ciklusa proizvoda nastupa kada prestane njegova upotreba, bez obzira na razlog. Tada se proizvod obično deponuje, a Ekodizajn kao metodologija promoviše reparaturu, servisiranje, reproizvodnju i reciklažu kako bi se proizvod ili njegove komponente ponovo koristili.

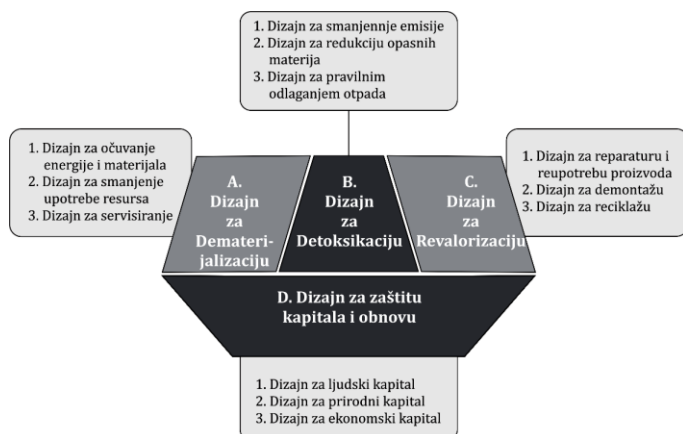
Ovako predstavljen koncept životnog ciklusa proizvoda prestavlja standard u razmatranju proizvoda na svetskom nivou (ISO standard). Primena metodologije Ekodizajna zasniva se na detaljnoj analizi životnog ciklusa proizvoda. Primenom filozofije LCT – Life Cycle Thinking, razmišljanje o životnom ciklusu predstavlja holističko (sistemska) razmatranje uticaja na životnu sredinu up roizvoda tokom faza svog životnog ciklusa“.

## 4. PRAVILA I PREPORUKE PRI EKODIZAJNU PROIZVODA

Preporuke Ekodizajna dobijene iz proizvodnih pogona, sa praktičnih projekata, u različitim industrijama su objedinjene u 4 glavne strategije [5]:

1. Dizajn za Dematerijalizaciju teži da smanji upotrebu resursa;
2. Dizajn za Detoksikaciju smanjuje ili eliminiše toksične, opasne ili štetne karakteristike proizvoda i njegovih procesa;
3. Dizajn za Revalorizaciju pokušava da obnovi, reciklira ili na neki drugi način ponovo upotrebi ostatak materijala i energije, eliminujući pri tom otpad i smanjujući upotrebu sirovina;

4. Dizajn za Zaštitu Kapitala i Obnovu obezbeđuje dostupnost, integritet, vitalnost, produktivnost i kontinuitet ljudskih, prirodnih i ekonomskih resursa.

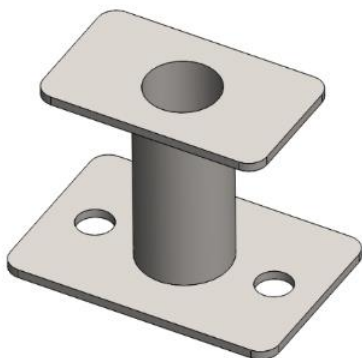


Slika 3. Četiri glavne strategije Ekodizajna [5].

Ove strategije nisu jedinstvene i ne mogu se univerzalno primenjivati, već se shodno specifičnim osobinama proizvoda drugačije primenjuju, a mesto, uloga, funkcija i namena proizvoda snažno će ukazati koje koncepte strategije treba primeniti. Svaka od strategija nije nezavisna od drugih, već se prava mera pogodnog dizajna ostvaruje kombinovanjem ovih pristupa, (slika 3).

## 5. PRIMENA ANALIZE ODRŽIVOSTI SOFTVER-SKIM ALATOM

U procesu razvoja ekološki prihvatljivog proizvoda, moguće je koristiti savremene softverske alate koji u okviru dodatnih alata pružaju mogućnost primene analize održivosti (kao što je modul Sustainability Design) [6]. Prikazani model proizvoda na slici 4 je uvezen u napred navedeni alat, pa je u okviru ove analize, moguće vršiti podešavanje različitih materijala (čelik, legura aluminijuma, plastika, guma,...), region proizvodnje i upotrebe (Azija, Evropa, Japan, Severna Amerika), postupak proizvodnje (ekstrudiranje, glodanje, struganje, livenje, itd.), potrošnju električne energije, prirodnog gasa i procenat škarta. Pored toga, moguće je i izabrati postupak bojenja – na bazi vode, rastvarača ili praha, kao i način transporta – železnički, drumski, pomorski ili vazdušni transport sa upisivanjem odgovarajućih distance [6]. Na kraju, ova analiza omogućava sagledavanje proizvoda nakon kraja njegovog životnog ciklusa, pa se u procentima može jasno prikazati koliko se reciklira, spaljuje ili odlaže na deponiju.



Slika 4. CAD model proizvoda.

Slika 5 definiše transportne parametra kako bi procenili potrebnu energiju i osvarenu emisiju CO<sub>2</sub>. Sa druge strane na kraju životnog ciklusa proizvod može se reciklirati 33% proizvoda, a 13% se spaljuje.

The screenshot shows the 'Transportation' and 'End of Life' sections of a software interface. The 'Transportation' section has a distance input field set to '2575 km'. The 'End of Life' section shows three percentage values: 33.00% (recycling), 13.00% (incineration), and 54.00% (landfill).

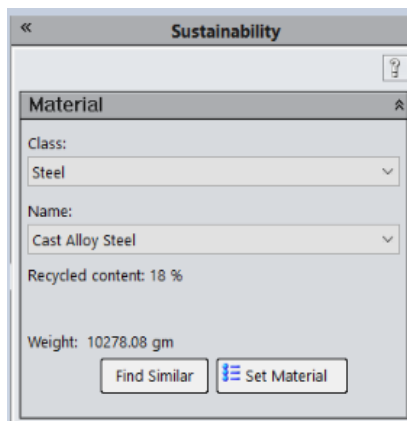
Slika 5. Parametri transporta i kraja životnog ciklusa.

Kako se deo izrađuje ekstrudiranjem (slika 6) za ovaj proizvod potrebno je 1,44 kWh električne energije uz 5,5% materijala koji se baca tj. Deponuje.

The screenshot shows the 'Manufacturing' section of a software interface. It includes a 'Region' dropdown set to 'North America', a world map, and various manufacturing parameters: 'Built to last' set to 1.00 Hour, 'Process' set to 'Extrusion', 'Electricity' consumption at 0.14 kWh/gm (Total electricity: 1.44 kWh), 'Natural Gas' consumption at 1137.30 BTU/gm (Total natural gas: 11689.26 BTU), and 'Waste' at 5.50%. It also shows 'No Paint' and a surface area of 3.01E+5 mm^2.

Slika 6. Specifikacija određenih parametara proizvodnog procesa.

Parametri izbora materijala prikazani su slikom 7 gde se primećuje da je izabrana legura čelika i potvrđuje se da je teško reciklirati legirane materijale.

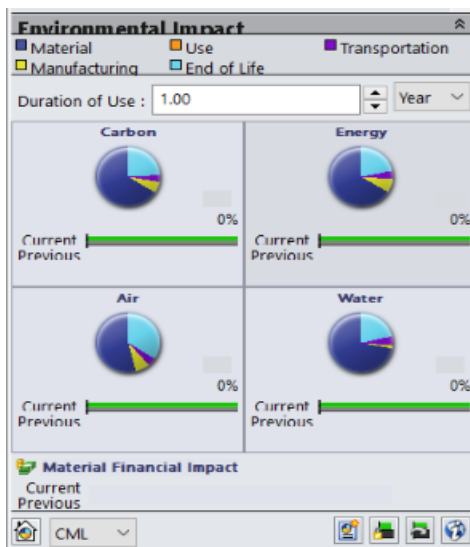


Slika 7. Izbor materijala.

S obzirom da svaki proizvod ima određeni uticaj na životnu sredinu, primenom ove analize, moguće je odrediti koliki bi uticaj na životnu sredinu imao ovaj proizvod kroz povećanje koncentracije CO<sub>2</sub> i ostalih gasova sa efektom staklene bašte, potrošnju energije, zagađenje vazduha i vode, i to u okviru pet kategorija:

1. Materijal – uključeni su svi koraci od kopanja rude do dobijanja gotovog materijala od kog se izrađuje proizvod, uključujući energiju i ostale resurse, kao i transport, koji su deo ovakvog procesa.
2. i 3. Upotreba i transport- uticaj transporta na životnu sredinu, od mesta gde se proizvod izrađuje do mesta gde se upotrebljava; distanca između tih mesta i način transporta (drumski, železnički, vazdušni ili pomorski) određuje uticaj na životnu sredinu.
4. Proizvodnja – uticaj tehnološkog procesa izrade proizvoda na životnu sredinu, kroz npr. različite načine proizvodnje i potrošnje električne energije.
5. Kraj životnog ciklusa proizvoda – ova kategorija je u direktnoj vezi sa regionom gde se proizvod upotrebljava.

Uticaj na životnu sredinu se može analizirati po broju godina, meseca, dana ili sati upotrebe proizvoda. Rezultati analize se prikazuju grafički, sa procentualnim poređenjem prethodnog i sadašnjeg rešenja (Slika 8). Može se generisati i izveštaj gde su prikazani svi ulazni parametri i rezultati analize.



Slika 8. Ekološki uticaj proizvoda.

## 6. ZAKLJUČAK

Činjenica da se u svetu prekomerno troše prirodni resursi i da ljudske aktivnosti snažno ugrožavaju budućnost planete a time i sopstvene vrste, doprinela je povećanom interesovanju za razmatranje ekoloških problema i promociju održivog razvoja.

Potrošnja više od 150% biokapaciteta Zemlje naglašavaju potrebu za razmatranjem ekoloških aspekata proizvoda i njihovom ugradnjom u najranijim fazama razvoja proizvoda.

Softverski alati koji rade sa modelima proizvoda više nisu samo CAD alati koji prikazuju geometriju modela. Ugradnjom znanja o proizvodnim procesima, materijalima, kao i mogućnostima transporta, pakovanja ili marketinškog predstavljanja proizvoda, ovi savremeni paketi postaju sveobuhvatni apalti koji prate životni ciklus proizvoda.

Ovakve mogućnosti softveraskih paketa prikazane u radu pokazuju kako izbor materijala ili njegova zamena utiče na ostale (povezane) aktivnosti životnog ciklusa proizvoda, sa krajnjim efektom ilustrovanja ukupnog ugljeničnog otiska za određeni scenario (material, njegova obrada, transport i sl.).

Zbog toga, ovakvi alati pružaju odličnu mogućnost pri proceni uticaja na životnu sredinu, pre nego proizvod počne sa životom. Time se određene sirovine i materijali mogu na vreme zameniti drugim materijalima ili se bolje koristiti resursi poput energije. Takođe, ovakav koncept obezbeđuje uvid u mogućnost reparacije ili ponovne upotrebe proizvoda, kao i da promoviše reciklažu i njen značaj.

Upotrebom savremenih softvera u razvoju proizvoda može se odmah videti kakav efekta proizvod ima na životnu sredinu. Upotreba ovakvih alata predstavlja novi pravac u razmišljanju pri dizajnu proizvoda.

## LITERATURA

- [1] N. Zrnčić, M. Đorđević, *Dizajn i ekologija: održivi razvoj proizvoda*, Mašinski fakultet, Beograd, 2012.
- [2] M. Ristić, *Projektovanje proizvoda sa aspekta tehnološkičnosti*, Magistarski rad, Univerzitet u Nišu – Mašinski fakultet, Niš, 2012.
- [3] “*Naša zajednička budućnost*”, Izveštaj Svetske komisija za životnu sredinu i razvoj, 1987.
- [4] *ISO 14040:1997 – 5 faza životnog ciklusa proizvoda*
- [5] J. Fiksel, *Design for Environment – A Guide to Sustainable Product Development*, The McGraw-Hill Companies, Inc., 2009.
- [6] M. Hauschild, J. Jeswiet, L. Alting, From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives, *CIRP Annals*, Vol. 54, Issue 2, 2005, pp. 1-21.
- [7] M. Ristić, B. Cvetanović, M. Pavlović, The Importance of Ecodesign in the Development of Ecologically Acceptable Products, *4<sup>th</sup> International Symposium on Corrosion and Material Protection, Environmental Protection and Protection Against Fire. Proceedings*, Bar, Montenegro, pp. 221-232.

## BEZBEDNOST RUDARA U RUDNIKU "LECE" SAFETY OF MINERS IN MIND "LECE"

Anica Milošević, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

**Sadržaj** - U ovom radu je vršena analiza bezbednosti i zdravlja na radu u rudniku „Lece“. Na osnovu izvršene analize zaključak je da u ovom rudniku postoji veliki rizik po bezbednost rudara u procesu rada, pri čemu je utvrđeno da radno mesto rudar predstavlja radno mesto sa povećanim rizikom.

**Ključne reči:** Bezbednost, Rudar, Rizik

**Abstract** - In this paper an analysis of occupational health and safety was carried out at the mine "Lece". Based on the analysis, the conclusion is that in this mine there is a great risk to the safety of miners in the process of work, and it has been established that the mining workplace is a workplace with an increased risk.

**Key words:** Safety, Miner, Risk

### 1. UVOD

Opasnosti i štetnosti kojima su izloženi radnici u rudniku „Lece“ zavise od uticaja radne sredine, tehnološkog procesa, kao i specifičnog radnog procesa vezanog za pojedinca. S obzirom na tehnologiju rada i prisustvo velikog broja raznih rudarskih mašina i opreme, automatizaciju procesa, velikog broja obrtnih delova, a sve u prostoru povećane zaprašenosti, nedovoljne svetlosti u zatvorenom prostoru uz smenski rad, kao i rad na otvorenom, povećan je rizik kod većeg broja radnih mesta. Rudarske mašine, bageri i pogonske stanice, transporteri na kopu se napajaju visokim naponom kao i ventilator koji ispušta vazduh u jamu, to sve zajedno predstavlja dodatnu opasnost sa aspekta bezbednosti i zdravlja na radu, kao i opasnosti od požara i havarijskih stanja.

U skladu sa procesom rada, značajan je broj i vrsta opasnosti kojima su izloženi radnici u rudarstvu. Opasnosti mogu biti:

- Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem opreme za rad,
- Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta,
- Opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije.

Štetnosti mogu biti:

- Štetnosti koje nastaju ili se pojavljuju u procesu rada,
- Štetnosti koje proističu iz psihičkih i psihofizioloških napora koji se uzročno vezuju za radno mesto i poslove koje zaposleni obavlja,
- Štetnosti vezane za organizaciju rada.

Bezbednost i zaštita radnika na radu imaju značajan uticaj kako na produktivnost rada, tako posredno i neposredno i na

troškove poslovanja. Zadovoljan, zdrav i motivisan radnik, onaj za koga poslodavac brine, daje najbolje rezultate rada i ne odsustvuje sa posla. Briga o radniku kao i uklanjanje opasnosti i smanjenje štetnosti na minimum, sprečavanje bolovanja i odsustvovanja zbog povreda i bolesti.[1]

### 2. RADNO MESTO RUDAR U RUDNIKU "LECE"

Na ovom radnom mestu u rudniku je zaposleno 8 muškaraca, koji imaju osnovno obrazovanje i položenispit za rudara. Rad se odvija u 3 smene. Rudari su obučeni za bezbedan i zdrav rad kao i zaštitu od požara, u skladu sa Zakonom o bezbednosti i zdravlja na radu. [1] Radni prostor je jama, što podrazumeva rad u zatvorenom, skućenom i slabo osvetljenom prostoru. Opremu za rad koju rudar koristi jeste bušeća garnitura i pajser.



Slika 1. Ulaz rudara u rudnik "Lece"

### 3. OPIS POSLOVA NA RADNOM MESTU RUDAR

Rudar dobija radne zadatke i za svoj rad je direktno odgovoran nadzorniku smene i poslovođi jame. Na početku smene prisustvuje prozivu radnika, dobija radne zadatke i upoznaje se sa uslovima rada na svom radnom mestu. Prima usmena i

pismena naređenja od nadzornika smene i sa grupom radnika radi na realizaciji dobijenih zadataka. Proverava u kakvom se stanju nalazi radilište i da li postoje uslovi za normalan rad. Proverava stanje provetrenosti radilišta. Pored toga preduzima radnje na otklanjanju nedostataka i stvaranju uslova za normalan rad. Vršiti podgrađivanje prostorije pomoću drvene, železne građe i betoniranjem. [6]



**Slika 2.** Rudari u rudniku „Lece“.

Rudar mora poznavati puteve za povlačenje, odnosno način spasavanja od potencijalne opasnosti. Pre svake upotrebe sa pomoćnikom kontroliše ispravnost mašine, podmazanost, dovod energije, creva pod pritiskom i dr.,, organizuje rad na otkopanom radilištu, brine da proizvodni proces na radilištu i delovima radilišta obavlja prema izdatim tehničkim uputstvima i propisima. Odgovoran je za pravilno i sigurno rukovanje rudarskom opremom, proverava da li u otpucanom materijalu ima zaostalih eksplozivnih sredstava. Po završetku radova, mašinu odlaže na sigurno i bezbedno mesto, sa pomoćnikom čisti mašinu od nečistoća i materijala, postavlja pragove i šine i vrši njihovo spajanje prilikom postavljanja koloseka. Po potrebi produžava vatrene cevi za separatno provetravanje radilišta i postavlja rešetke i brane. O stanju na radilištu i pristupnim putevima obaveštava nadzornika smene i otklanjanju svih nepravilnosti. Vodi dnevnik rada o mašini na kojoj je radio i upisuje podatke o stanju mašine i broju određenih sati. Pored dnevnika rada usmeno obaveštava nadzornika i kopača i u narednoj smeni o stanju na radilištu, prolaznim putevima i mašinama sa kojima je radio. Odgovoran je za pridržavanje propisanih mera zaštite na radu za sebe i svoje pomoćnike. Obavlja i druge poslove po naređenju neposrednih rukovodioca. Rad obavlja koristeći predviđena lična zaštitna sredstva i opremu, pomaže paliocu na poslovima dopreme eksplozivnih sredstva i punjenja minskih bušotina. Prilikom rada na podgrađivanju jamskih prostorija, postavljanju koloseka ili izvođenju nekih drugih zanatskih radova na radnom mestu u svemu se pridržava i primenjuje mere zaštite naložene pismenim i usmenim uputstvom od strane tehničkog rukovodioca jame, poslovođe i nadzornika. Na kraju smene po povratku sa radilišta podnosi izveštaj nadzorniku smene o urađenom na radilištu, eventualno prisutnim problemima i neispravnostima i stanju sigurnosti. Radne zadatke izvršava uz upotrebu sledećih sredstava za rad i to ručnog i polumehanizovanog alata sa oštrim ivicama i sečivima, elektro-mašinskim sredstvima i uređajima, mašinama čija je pogonska energija komprimovani vazduh.

U periodu od 2015.-2017. godine na ovom radnom mestu evidentirano je 10 povreda na radu, od kojih su 8 lakših, jedna teška, dok je jedna povreda sa smrtnim ishodom. [6]

Lekarski pregled za rudare u rudniku „Lece“ obavlja se na 12 meseci. Do sada nije bilo profesionalnih oboljenja, a evindetiran je jedan invalid rada.

#### **4. PREPOZNAVANJE I GRUPISANJE OPASNOSTI I ŠTETNOSTI SA MERAMA ZA NJIHOVO OTKLANJANJE ILI SMANJENJE**

##### **4.1 Mehaničke opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem opreme za rad**

- Nedovoljna bezbednost zbog rotirajućih i pokretnih delova,
- Slobodno kretanje delova ili materijala,
- Unutrašnji transport i kretanje radnih mašina ili vozila kao i pomeranje opreme za rad,
- Opasna sredstva za rad, koje mogu proizvesti eksplozije ili požar,
- Nemogućnost ili ograničenost pravovremenog uklanjanja sa mesta rada, izloženost zatvaranju, mehaničkom udaru.
- Drugi faktori koji mogu da se pojave kao mehanički izvori opasnosti.

##### **4.2 Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta**

- Opasne površine, podovi, gazišta, dodirne površine koje imaju oštre ivice, rubove, šiljke, grube površine izbočene delove,
- Rad na visini ili dubini,
- Rad u skućenom, ograničenom i opasnom prostoru,
- Mogućnost klizanja, spoticanja,
- Fizička nestabilnost radnog mesta,
- Smetnje usled obavezne upotrebe sredstava ili opreme za ličnu zaštitu na radu,
- Neodgovarajuće ili neprilagođene metode rada,
- Druge opasnosti koje se mogu pojaviti u vezi sa karakteristikama radnog mesta i načinom rada.

##### **4.3 Opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije**

- Moguć direktan dodir sa instalacijom i opremom pod naponom,
- Direktan dodir sa električnom energijom,
- Opasnost od toplotnog dejstva koje razvijaju električne opreme i instalacije kao što je pregrevanje, požar, eksplozija, električni luk ili varničenje,
- Opasnost usled udara groma i posledica atmosferskog pražnjenja,
- Od elektrostatičkog naelektrisanja,
- Druge opasnosti koje se mogu pojaviti usled korišćenja električne energije.

#### 4.4 Prepoznavanje i grupisanje štetnosti, procenjivanje rizika od oboljevanja i oštećenja zdravlja i mere za otklanjanje rizika

Štetnosti koje nastaju ili se pojavljuju u procesu rada mogu biti:

Hemijske: prašine i dimovi, prilikom izloženosti zaposlenog rudara koncentracijama prisutnim hemijskim štetnosti kao što su isparenja izduvnih gasova motora sa unutrašnjim sagorevanjem, zatim izloženost gasova nakon miniranja (ugljenmonoksid, oksidi azota i sl.) kao i prašina koja izaziva iritaciju disajnih puteva, vrtoglavice i nesvestica što je veoma česta posledica u ovakvim radnim uslovima. Izloženost rudara u ovakvim uslovima je osmočasovna (8h).

Primenjene su mere bezbednosti preko redovnog ispitivanja uslova radne okoline.

Korišćenjem Kinny metode za procenu rizika, uzimajući u obzir sve opasnosti i štetnosti koje su u vezi sa ovim radnim mestom, utvrđeno je da je radno mesto rudar sa povećanim rizikom (61), pa je povodom toga potrebno preduzeti mere za smanjenje i otklanjanje rizika.

Mere za smanjenje i otklanjanje rizika mogu biti:

- Stalna kontrola kvaliteta vazduha uz poboljšanje sistema ventilacije,
- Redovno servisiranje rudarske mehanizacije,
- Tehničkim i organizacionim merama svesti koncentracije hemijskih štetnosti na dopuštenu vrednost,
- Radnicima obezbediti odgovarajuća sredstva za ličnu zaštitu respiratornih organa.

Fizičke štetnosti: Buka i vibracija: Nivo buke veći od dozvoljenog ima za posledicu narušavanje zdravlja, oštećenje sluha, dekoncentraciju radnika, smanjenu moć zapažanja, opadanje produktivnosti i povećanu mogućnost povređivanja, što predstavlja ozbiljne posledice koje se odražavaju na zdravlje rudara. Dok obavlja poslove bušenja pneumatskim čekićem stalno je izložen štetnom dejstvu vibracije koje izazivaju razna oboljenja zglobova, mišića i kostiju, a može imati i pojačan rad srca kao i povećani krvni pritisak koji izaziva neurovegetativna oboljenja. Vibracije koje su prisutne u rudarstvu imaju ozbiljne posledice koje deluju na radnika. Izloženost buke i vibracije je osmočasovna, kao i radno vreme jedne smene. Zbog povećanog rizika, neophodno je propisati mere za smanjenje ili otklanjanje rizika za radno mesto rudara u oblasti fizičke štetnosti kao što su buka i vibracije i to na sledeći način:

- Povećanje kvaliteta mehanizacije uposlene u eksploataciji i pripremnim radovima,
- Obavezno korišćenje lične zaštite opreme radnika korišćenjem naušnica ili antifona.
- Pri osposobljavanju za bezbedan rad posebnu pažnju treba posvetiti pravilnom načinu korišćenja pneumatskog čekića kako bi se vibracije apsorbivale mišićnim omotačem šake I podlaktice.

Biološke štetnosti: infekcije, izlaganje mikroorganizmima i alergentima.

Mikroklima: Pri obavljanju radnih zadataka zbog lošeg kvaliteta vazduha (prisustvo otrovnih gasova), povišene tem-

perature i vlage koji utiču na sposobnost i potrebe radnika može doći do umora, zamora i frustracija. Primenjene mere bezbednosti na ovom radnom mestu za mikroklimu je provetranje ventilacionim sistemima, a mera za smanjenje ili otklanjanja rizika bi bilo redovno održavanje Sistema za provetranje. Procena rizika za mikroklimu je umeren rizik.

Neodgovarajuća i nedovoljna osvetljenost: Pri kretanju po hodnicima, stepeništu, pomoćnim prostorijama i izlazima za evakuaciju, zbog neadekvatnog osvetljenja i prisustva senki, moguć je vizuelni stres i oštećenje zdravlja. Primenjene mere bezbednosti na radnom mestu su obezbeđene i to adekvatnim osvetljenjem sa propisanim rasporedom svetiljki.

Mere za smanjenje i otklanjanje rizika:

- Redovno vršiti zamenu oštećenih svetiljki,
- Sva predviđena sijalična mesta moraju redovno biti popunjavana sijalicama, svetlost treba da bude ujednačena i raspoređena tako da se nijedan deo predmeta rada ne nalazi u senci, odnosno da nema velike razlike u intenzitetu osvetljavanja predmeta rada i okoline.

Štetni klimatski uslovi: Izloženost nepovoljnim klimatskim uslovima u zavisnosti od doba godine, promena ambijenta, efekat toplo-hladno, moguća su oboljenja na ovom radnom mestu.

Štetnosti koje proističu iz psihičkih i psihofizioloških napora ili telesna naprezanja : Pri kretanju i obavljanju poslova na svom radnom mestu rudar svojim aktivnostima dovodi svoje telo u razne napete položaje, pri tome je moguć zamor, moguć su bolovi u leđima, rukama, nogama kao i zamor očiju.

Primenjene mere bezbednosti: organizacija radnog vremena.

Mere za smanjenje ili otklanjanje rizika: Potrebno je obezbediti najmanje još jednog radnika za teže terete, ili omogućiti ručne dizalice za podizanje tereta.

Nefiziološki položaj tela: Poslovi se obavljaju stojeći uz dosta kretanja i stajanja, zbog takve ergonomije moguć je zamor mišića nogu, zamor kičme, a nije isključena i mogućnost povreda usled okliznuća zbog klizavih površina, udari o opremu zbog slabe osvetljenosti u pojedinim radnim prostorima.

Psihološka opterećenja kao što je monotonija ili stres: Na radnom mestu rudar moguće su stresne situacije u slučaju kvara na bušećim kolima, lošeg funkcionisanja i koordinisanja u toku rada.

Rad u podzemnom objektu može izazvati stanje neodređenog straha ili osećanja teskobnosti bez mogućnosti orjentisanja o dobu dana (neprijatnost, nemir) uz konstantan rad pri veštačkom osvetljenju, moguća su oštećenja zdravlja.

Primenjene mere bezbednosti za psihičke i psihofiziološke napore na radnom mestu rudara u rudniku „Lece“.

Rudar ima uputstvo za održavanje izvozne mašine i uputstva za bezbedan rad, kao i redovan servis i pregled bušećih kola i periodični lekarski pregled. Potrebno je redovno vršiti periodični lekarski pregled kao preventivne u cilju smanjenja i otklanjanja rizika.

Odgovornost u toku rada se podrazumeva na ovom radnom mestu i to: povećana odgovornost za ispravnost opreme i instalacija, kao i kvalitet i pravovremenost obavljenih radova. Zbog toga su moguće stresne situacije.

Primenjene su mere bezbednosti u vidu stručnih nalaza o pregledu i ispitivanju oruđa za rad i redovni servis i pregled opreme. Odgovornost u primanju i prenošenju informacija u procesu rada zbog saradnje sa pretpostavljenima i zaposlenima u cilju obavljanja posla moguće su stresne situacije.

Korišćenjem odgovarajućih znanja i sposobnosti u toku radnog procesa, kao i primena mera bezbednosti, za bezbedan rad mogu dovesti do boljih uslova rada.

Pravila ponašanja nalažu da svi radnici imaju odgovornost za poštovanje propisanih postupaka i procedura kao i vođenja evidencije o dešavanjima u toku smene. Mere koje su primenjene su propisani obrasci i evidencija. U slučaju povećanog ntenziteta u radu može doći do smanjenja radnog potencijala i narušavanja psihofizičke ravnoteže.

Štetnosti vezane za organizaciju rada povezani su sa prekovremenim radom ili radom u smenama kao i skraćenim radnim vremenom, noćnim radom, pripravnosti u slučaju intervencije... Kada je u pitanju smenski rad moguće su promene smena i zbog toga je zaposleni izložen poremećaju ritma, poremećaju ravnoteže između rada i zadovoljenja socijalnih potreba, kao i poremećaju redovnosti.

Ostale štetnosti koje se pojavljuju na radnom mestu su štetnosti koje prouzrokuju druga lica, kao što su učestvovanje u saobraćaju, udes izazvan od strane drugog učesnika u saobraćaju, kontuzije, teške telesne povrede... Istovremeni rad dva ili više radnika pri podizanju vagoneta koji su iskliznuli sa koloseka, nepažnje od strane drugog zaposlenog, moguće su povrede sa ozbiljnim posledicama.

Mere koje bi trebalo primeniti za smanjenje i otklanjanje rizika pri osposobljavanju zaposlenih posebnu pažnju treba posvetiti pravilnom zahvatanju, podizanju i ručnom prenošenju tereta i koordinaciji pri podizanju ili spuštanju i prenošenju tereta. [4] Na osnovu analize radnog mesta i procene uticajnih faktora radne okoline na zdravlje radnika u rudniku "Lece", propisana lična zaštitna sredstva koja je potrebno koristiti za ličnu zaštitu radnika su:

- Zaštitni šlem,
- Zaštitne rukavice,
- Gumene čizme,
- Zaštitne cipele,
- Zaštitni prsluk,
- Kišna kabanica,
- Radno odelo,
- Naušnice,
- Zaštitna maska.



Slika 3. Rudnik „Lece“.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovu dostupnih podataka o rudarstvu u Srbiji kao i u rudniku „Lece“ može se reći da je bezbednost i zdravlje radnika na niskom nivou. Zastarela tehnologija kao i neodgovorno ponašanje radnika u rudarskim radovima je velika opasnost koja pretili rudarima. Rudarstvo u Srbiji je bio značajan pokretač razvoja privrede zemlje tokom čitavog prošlog veka. Rudarstvo može predstavljati pokretačku snagu za industriju, pa time biti i veoma značajno za ekonomiju zemlje u celini. U Srbiji je bezbednost na radu u rudarskoj industriji na niskom nivou u svim fazama, od istraživanja do eksploatacije i prerade mineralnih sirovina.

Radno mesto rudar, utvrđeno je kao radno mesto sa povećanim rizikom. Tim povodom je neophodno preduzeti mere kako bi se rizik smanjio. Neophodna je primena donetih propisa, mere predviđene zakonom države, različite akcije sindikata, granskih udruženja, ovlašćenih firmi, promovisanje principa bezbednosti i zdravlja na radu, zatim propaganda putem medija, savetovanja, seminari, projekti, edukacije firme i zaposlenih iz ove oblasti.

Put do konačnog cilja je dug i zato akcija promovisanja i primene principa bezbednosti na radu treba započeti što pre.

## LITERATURA

- [1] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, (Sl. glasnik RS br. 101/05 i br. 91/2015).
- [2] Opšte uputstvo za bezbedan i zdrav rad, rudnik, septembar 2014.
- [3] „Rudarstvo 2010“ Savremene tehnologije u rudarstvu i zaštita životne sredine Tara, maj, 2010.
- [4] Glavni rudarski projekat eksploatacije rude u rudniku "Lece", RDS Grupa Bor, 2013.
- [5] Stručni nalaz broj 66062702 o izvršenim ispitivanjima uslova radne okoline, Beograd, februar 2018.
- [6] Koncer "FARMAKOM MB" Šabac Rudnik „LECE“ DOO Šabac.



## MEHANO-HEMIJSKA MODIFIKACIJA ČESTICA RECIKLIRANOG GUMENOG PRAHA

### MECHANICAL-CHEMICAL MODIFICATION OF PARTICLES OF RECYCLED RUBBER POWDER

Petar S. Đekić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Biljana Milutinović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - Iskorišćenjem otpada kao izvora sirovina, osim što se smanjuje zagađenje, štede se i prirodni i energetske resursi. Zbog toga se danas veliki naponi ulažu u traženju mogućnosti da se što veće količine otpadnog materijala iskoriste za proizvodnju novih materijala. Guma, za čiju proizvodnju se troše veliki broj prirodnih resursa, nastaje postupkom vulkanizacije, reakcijom između kaučuka, sumpora i drugih ingredijenata. Proizvodi od gume su mnogobrojni i koriste se gotovo u svim granama industrije i domaćinstva. Nakon prestanka upotrebe, javlja se problem njihovog zbrinjavanja, a jedan od načina rešavanja problema otpadne gume je reciklaža. Rešenje ovog problema potraženo je u primeni recikliranog gumenog praha u novim smešama. Međutim uočeno je da sa primenom praha dolazi do negativne promene svojstava smeše. Kako bi ovaj problem bio rešen pristupilo se modifikaciji čestica recikliranog gumenog praha. U ovom radu biće prikazan osnovni princip i hemizam mehano-hemijske modifikacije čestica recikliranog gumenog praha.

**Glavne reči:** Otpad, Reciklirani gumeni prah, Modifikacija čestice.

**Abstract** - Using of the waste as a source of raw materials, beside of pollution reduction, natural and energy resources are also saved. Therefore, today's great efforts are investing in the possibility of using as much of the waste material as possible for the production of new materials. The tire, for the production of which a large number of natural resources are consumed, is generated by the vulcanization process, the reaction between the rubber, sulfur and other ingredients. Rubber products are numerous and are used in almost all industries and households. After cessation of use, the problem of their disposal is reported, and one of the ways to solve the problem of waste rubber is recycling. Solving this problem has been sought in the application of recycled rubber powder in new mixtures. However, it has been observed that with the application of the powder there is a negative change in the properties of the mixture. In order to solve this problem, the recycled rubber powder particles were modified. In this paper the basic principle and hemisphication of mechanical-chemical modification of particles of recycled rubber powder will be presented

**Key words:** Waste, Recycled rubber powder. Particle modification.

#### 1. UVOD

U današnje vreme, sa sve intenzivnijim razvojem tehnologije i industrije, kao jedan od najvećih problema prepoznaje se zagađenje životne sredine, tj. stvaranje sve veće količine otpada, smanjenje životnog prostora, prirodnih i energetskih resursa. Jedan od načina da se ovi problemi reše je i iskorišćenje otpada kao izvora sirovina i energije. Danas se ulažu veliki naponi u traženju mogućnosti da se što veće količine otpadnog materijala iskoriste za proizvodnju novih materijala i proizvoda, čime se štede prirodni i energetske resursi.

Guma, u čiji sastav ulazi veliki broj prirodnih resursa, nastaje postupkom vulkanizacije, nepovratnom hemijskom

reakcijom između kaučuka, sumpora i drugih ingredijenata pri čemu dolazi do trodimenzionalnog umrežavanja polimernih lanaca. Smeša (sirova, gumena, nevulkanizirana) predstavlja smešu kaučuka (prirodnog (NR), sintetičkog (SBR) i ostalih vrsta kaučuka), sredstava za aktivaciju, ubrzavanje i vulkanizaciju, aktivnih i neaktivnih punila, omekšivača i specijalnih dodataka.

Postoje mnogo proizvoda od gume koji se koriste u gotovo svim granama industrije i svakodnevnom životu (auto-gume, transportne trake, gumena creva, gumo-tehnička roba, obuća, itd.). Najzastupljeniji proizvod od gume je auto-guma. Godišnje se u svetu proizvede nešto više od 1 milijarde auto-guma pri čemu 60% čine putničke, 30% teretne i autobuske, a ostatak su auto-gume za razne građevinske i poljoprivredne



mašine, avione, itd. [1], a samo u R. Srbiji se proizvede oko 132.195 t raznih gumenih proizvoda [2]. Prosečna auto-guma za putnička vozila ima težinu oko 8 kg, od toga 1,2 kg prirodnog kaučuka; 2,3 kg sintetičkog kaučuka; 2,4 kg raznih aditiva i 2,1 kg sintetičkog platna i čeličnog jezgra [3].

Auto-guma zbog velike zastupljenosti, relativno kratkog perioda upotrebe (vek auto-gume za putnička vozila je 3-5 godina [4]) i velikih dimenzija (1 t auto-guma za putnička vozila zauzima najmanje 6 m<sup>3</sup> životnog prostora) [5] nakon prestanka upotrebe, predstavlja veliki problem.

U početku je problem otpadne gume rešavan deponovanjem, ali zbog potrebe za velikom površinom u dugom vremenskom periodu (period raspada otpadne gume u proseku je 80 – 100 godina), mogućnosti pojave požara, i značajnog zagađenja životne sredine, od ovog koncepta se odustalo. Kako je sintetički kaučuk derivat nafte, rešenje problema otpadne gume dalje je traženo u njenom iskorišćenju kao izvora energije. Međutim, spaljivanjem otpadne gume zagađuje se životna sredina i umanjuje se mogućnost da bude korišćena kao izvor sirovina. Zbog toga je rešenje problema velike količine otpadne gume pronađeno u njenom recikliranju. U tu svrhu, do sada su razvijene različite metode reciklaže otpadne gume: usitnjavanje-proizvodnja recikliranog gumenog praha, devulkanizacija, regeneracija i postupak dobijanja hemikalija. Bez obzira na veliki broj metoda za reciklažu otpadne gume, koji su do sada razvijeni u svetu, još uvek postoji problem nalaženja mogućnosti veće primene recikliranog gumenog praha (RGP) u proizvodnji novih proizvoda, zbog negativnog uticaja koji RGP ima na svojstva proizvoda od gume.

Do sada je izveden veliki broj naučnih i komercijalnih istraživanja u oblasti primene RGP, kao punila u:

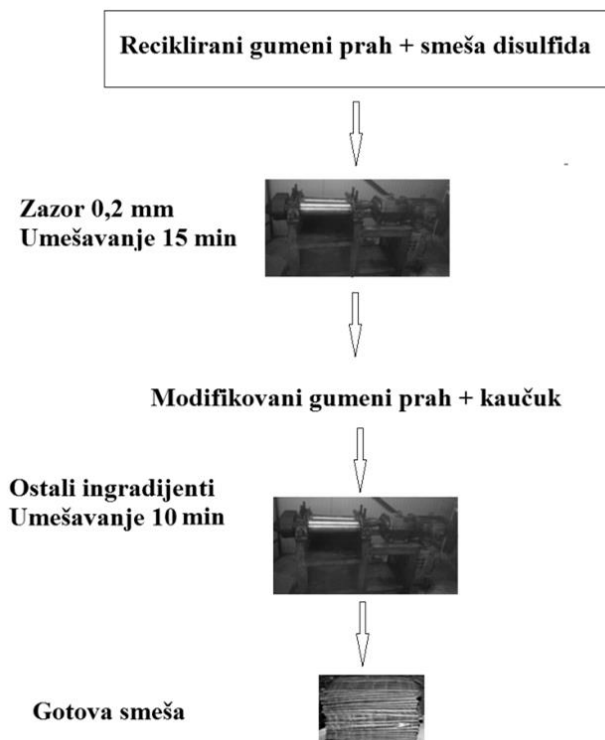
- gumi,
- različitim polimernim materijalima (PP, HDPE, LDPE, PET) i
- različitim građevinskim materijalima (beton, malter, asfat, razni tipovi ispune itd.).

Najveći broj istraživanja zasnivao se na primeni različitog udela RGP u gumama sa različitim tipovima kaučuka (prirodnog i raznih tipova sintetičkog kaučuka) i praćenju uticaja na fizičko-mehanička svojstva gume. Istraživan je takođe i uticaj raznih tipova RGP, kao i veličine čestica na svojstva smeša i gume. Zajednički zaključak svih ovih istraživanja je da se do 5% RGP može koristiti u proizvodnji auto-guma a da ne dođe do značajnih promena mehaničkih svojstava gume, (otpornosti na habanje i kontaktnog trenja, koje je važnopr pri kočenju)[6]. Takođe je uočeno da sa povećanjem udela RGP dolazi do pada prekidno-elastičnih svojstava, jer ne dolazi do stvaranja jačih veza između čestica RGP i kaučuka/elastomera.

U novije vreme se, u cilju povećanja udela RGP pristupa modifikaciji površinskog sloja čestice i same čestice RGP. Brojna istraživanja u svetu i kod nas pokazuju da uticaj modifikovanog RGP na statička i dinamička svojstva i strukturu gume, kao i njegove primene u raznim tipovima gume nije dovoljno istražen, pa će u ovom radu biti prikazan osnovni princip mehano-hemijske modifikacije.

## 2. MEHANO-HEMIJSKA MODIFIKACIJA

Osnovni princip mehano-hemijske modifikacije se zasniva na propuštanju kroz dvovaljak odgovarajuće smeše RGP i disulfida, pri zazoru dvovaljka od 0,2 mm. Ovaj postupak propuštanja u praksi traje do 15 minuta. Nakon modifikacije dodaju se ostali ingradijenti smeše i formira se smeša koja se umešava 10 minuta. Šematski princip postupka mehano-hemijske modifikacije prikazan je na slici 1 [7].



Slika 1. Šema postupka modifikacije RGP [7]

## 3. HEMIZAM MODIFIKACIJE

Prilikom tretiranja RGP na dvovaljku pri zazoru manjem od prečnika najmanje čestice RGP, dolazi do razaranja samih čestica. Unutar i po površini čestica RGP javljaju se smičuće sile prilikom kojih dolazi do pucanja ne samo sumpornih veza (S<sub>x</sub>, C-S-S-C, C-S-C) nego i kaučukove matrice, samih polimernih lanaca odnosno ugljeničnih veza (C-C). [7]

Ovakvom modifikacijom nastaju slobodni radikali koji imaju sposobnost da se rekombinuju. Kako bi se ova pojava sprečila, dodaju se disulfidi koji se prilikom modifikacije raspadaju i vezuju nastale radikale. Šematski prikaz hemizama ovakvog tipa modifikacije prikazan je na slici 2. [7]



Slika 2. Hemizam modifikacije. [7]

### 3. ZAKLJUČAK

Pored značajnih napora koji se ulažu za rešavanje problema otpadne gume u smislu razvoja različitih tretmana za iskorišćenje otpadne gume kao izvora sirovina, još uvek nije nađeno rešenje za iskorišćenje većih količina RGP pri proizvodnji guma i proizvoda od gume.

Razlog ovome leži u negativnom uticaju RGP na zatezna svojstva (zatezna čvrstoća, prekidno izduženje, modul) i otpornost na ugaono cepanje, kod proizvoda visokih performansi (auto-gume) koji su ujedno i najmasovniji proizvod od gume. Zbog toga su današnja istraživanja usmerena u iznalaženje metoda modifikacije površine i same čestice RGP koji omogućava primenu što većeg udela RGP u gumi, a da to ne izazove značajnu promenu svojstava.

Postupak modifikacije koji je prikazan i opisan u ovom radu daje dobre rezultate kod primene u srednje kvalitetnim gumenim smešama. I takođe predstavlja put za dalja slična istraživanja u ovoj oblasti.

### LITERATURA

- [1] Dick, J. S, Rader C.P., *Raw Materials Supply Chain for Rubber Products*. Munich, Germany : Hanser Publications; , 2014.
- [2] Mihajlović, Aleksandra *Tržište kaučuka i proizvoda od gume u Srbiji u 2014.*. Bilten IGP, 2014, strp. 65.
- [3] Sienkiewicz, M., Kucinska-Lipka, J., Janik, H., Balas, A. *Progress in used tyres management in the European Union: a review*. 2012, Waste Management, strp. 1742-1751.
- [4] James E. M., Burak E., Frederick R. E., *Science and Technology of Rubber (Third Edition)*. s.l. : Elsevier, 2007.
- [5] Djekić, P, Temeljkovski, D Nusev, S, *Izbor optimalnog procesa reciklaže otpadnih pneumatika.*, Istraživanja i projektovanja za privredu, 2010, strp. 65-72.
- [6] Forrest, M. *Recycling and Re-use of waste rubber*. Shawbury : A Simthers raprs technology Ltd., 2014.
- [7] Petar S. Đekić, *Uticaj recikliranog gumenog praha na svojstva i strukturu gumenih smeša. Doktorska teza*, Niš, 2017.

## SISTEMSKA ANALIZA RIZIKA OD POPLAVA FLOOD RISK SYSTEMS ANALYSIS

Natalija Tošić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Nemanja Petrović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Jelena Bijeljić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - U ovom radu predstavljen je rizik od nastanka poplava kao i pristupi za upravljanje rizikom od nastanka poplava. Da bi se sistem u potpunosti sagledao predstavljeni su i indikatori procene rizika od poplava. Metodologija procene rizika prikazana je kroz dva modela: kanadski i evropski, pri čemu su opisane faze sprovođenja upravljanja rizikom od poplava. Rad pruža uvid u sistem upravljanja poplavama u Republici Srbiji, kao i u posledice nastanka poplava. Cilj rada jeste da se prikaže relevantnost primene metodologije procene rizika od poplava, posebno one koja je proverena i naučno nužna, koja bi otvorila mogućnost bolje zaštite i unapređenja stanja životne sredine.

**Ključne reči:** Poplave. Upravljanje rizikom. Mere zaštite.

**Abstract** - This paper presents the flood risk as well as approaches to manage the risk of floods. To fully see the system, indicators of flood risk assessment have also been presented. The risk assessment methodology is presented in two models: Canadian and European, describing the phases of the implementation of flood risk management. The paper provides an insight into the flood management system in the Republic of Serbia, as well as the consequences of the occurrence of floods. The aim of the paper is to demonstrate the relevance of the application of flood risk assessment methodology, especially those that are verified and scientifically necessary, which would open the possibility of better protection and improvement of the environment state.

**Key words:** Flood. Risk management. Protection measures.

### 1. UVOD

Iskustva Republike Srbije, koja se tokom proteklih godina suočila sa brojnim katastrofama koje su za posledicu imale ljudske žrtve, patnju i materijalnu štetu, potvrđuju činjenicu da vanredne situacije poput elementarnih nepogoda i tehničko-tehnoloških akcidenata, narušavaju bezbednost i opstanak čitavih naselja, pa i regiona [1]

Prema dosadašnjim saznanjima postoje različiti pristupi u modelovanju procesa upravljanja rizikom od nastanka poplava. Metodologija postupaka uglavnom se svode na zajednički cilj, a to je: kako smanjiti postojeće ili izbeći potencijalne rizike. [2].

Pojam upravljanja rizikom u životnoj sredini predstavlja optimalni izbor preventivnog delovanja koje daje minimalni rizik [3].

Poplava je prirodna pojava koja označava neuobičajno visok vodostaj u rekama i jezerima, zbog koga se voda iz rečnog korita ili jezerske zavale preliva preko obale i plavi okolno područje [4]. Postoji više pristupa u definisanju pojmova procene i upravljanja rizikom od nastanka poplava u životnoj sredini. Tako, prema nekim autorima, upravljanje rizikom podrazumeva aktivnost koja obuhvata donošenje odluka kako i na koji način sprovesti određene akcije radi zaštite životne sredine, a što se prvenstveno zasniva na rezultatima procene rizika i sagledava se u ostvarivanju određenih ciljeva [5].

Upravljanje rizikom drugi definišu kao složenu i izuzetno specifičnu aktivnost koja zahteva multidisciplinarn pristup, i predstavlja kompleksan skup mera postupaka i aktivnosti koje imaju za cilj smanjenje verovatnoće nastanka rizika i mogućih posledica, radi stvaranja uslova pod kojima rizik može biti sveden na prihvatljiv nivo [6], [2].

Dalja organizacija rada je predstavljena kroz procenu rizika od nastanka poplava, indikatore procene rizika, metodologiju procene rizika od nastanka poplava, sistem upravljanja rizicima od poplava u Republici Srbiji i na kraju kroz mere zaštite od poplava.

### 2. PROCENA RIZIK OD NASTANKA POPLAVA

Rizik od poplava predstavlja verovatnoću pojave štete na ugroženom području. Komponente rizika su dakle, verovatnoća pojave (kao indikator uzroka) i materijalna šteta (kao indikator posledice) [7].

Proceni rizika od poplava pridaje se sve veća pažnja zbog važnosti upravljanja poplavama. U istoriji su s vremena na vreme pristupili rešavanju rizika od poplava: tako što se od jednostavne adaptacije kao što su izgradnja kuća na višem nivou ili korišćenje čamaca kako bi se ljudi izvukli, do inženjerskih pristupa rizičnom području, kao što je izgradnja nasipa kako bi se rešio rizik od poplava ograničavajući kapacitete reke.

Od nedavno, mere za upravljanje poplavama prešle su na alternativne mere kao što je zadržavanje sliva (namerno poplavljanje jedne određene oblasti kako bi se smanjio rizik od poplava na nizvodne oblasti). Integrisano upravljanje poplavama ima za cilj ublažavanje rizika od poplava kombinovanjem različitih vrsta mera upravljanja poplavama [8].

Analiza potencijalnog rizika od poplava predstavlja jednu od najvažnijih stručnih aktivnosti u okviru mera zaštite od poplava. Ova mera je usmerena ne samo u pravcu efikasnog i održivog upravljanja poplavama, već i razvoju opšte svesti o tome da je rizik od plavljenja neizbežan i da poznato načelo „živeti sa poplavama“ nije puka fraza, već realan koncept koji mora biti prihvaćen u javnosti.

### 3. INDIKATORI PROCENE RIZIKA

Nekoliko studija je diskutovalo o definisanju različitih kategorija indikatora koje ukazuju na kvantitativnu procenu otpornosti koja se sastoji od sledećih četiri međusobno povezanih dimenzija: tehničke, organizacione, socijalne i ekonomske.

I pored poteškoća prilikom kategorizovanja indikatora, stvorila se jedinstvena podela u dve klase [9]:

1) Fizički indikatori- koji se direktno odnose na karakteristike izloženih sredstava, odnosno infrastrukture (uključujući i saobraćajnu infrastrukturu) i zgrada (uključujući konstrukcijske elemente, stanovništvo i faktori vezani za životnu sredinu)

2) Društveni indikatori, koji uključuju demografiju, svest, socioekonomske, i institucionalne faktore.

Obzirom da fizički indikatori obuhvataju infrastrukturu i njenu direktnu izloženost poplavama, u tabeli 1. prikazuje se spisak određenog broja indikatora/entiteta (zemljišni pokrivač), koji su izloženi riziku od poplava na poplavljenoj površini.

Tabela 1. Izloženost riziku od poplava [10]

Zemljišni pokrivač	Pov. (km <sup>2</sup> )
<b>Industrijske ili komercijalne jedinice</b>	3,24
<b>Aerodromi</b>	1,00
<b>Mesta eksploatacije mineralnih sirovina</b>	0,25
<b>Nenavodnjavano obradivo zemljište</b>	844,21
<b>Vinogradi</b>	
<b>Plantaže voćnjaka i zrnatog voća</b>	0,26
<b>Pašnjaci</b>	98,02
<b>Kompleks kultivisanih parcela</b>	52,35
<b>Pretežno poljoprivredna zemljišta s većim područjima prirodne vegetacije</b>	16,63
<b>Listopadne šume</b>	10,17
<b>Prirodni travnjaci</b>	14,87
<b>Prelazno područje šume i makije</b>	27,75
<b>Kopnene močvare</b>	10,37
<b>Vodotoci</b>	6,74
<b>Vodene površine</b>	20,92
<b>UKUPNA POVRŠINA</b>	<b>1145,39</b>

Socijalna ugroženost se u manjoj meri proučava od fizičkih indikatora zbog nedostatka empirijskih podataka koji

su na raspolaganju za kvantifikovanje socijalne ugroženosti, posebno na detaljnijim nivoima domaćinstva. Kao rezultat toga, socijalna ugroženost se često izražava tako što se koriste indikatori ranjivosti kao što su uzrast, etnička pripadnost i nivo socijalne zaštite zajednica i zemalja.

### 4. METODOLOGIJA PROCENE RIZIKA OD NASTANKA POPLAVA

Procena rizika je proces koji se koristi za sistematično evaluiranje i organizaciju podataka i informacija, radi boljeg razumevanja i predviđanja odnosa između uzročnika i ekoloških efekata, na način koji je koristan za upravljanje životnom sredinom. Treba imati u vidu da se i sprovođenjem adekvatnog upravljanja i procene rizika ne obezbeđuje garancija da se mogu izbeći rizici, kao i da će svi ovi procesi biti uspešno sprovedeni [2].

Jedan od najprihvatljivijih modela upravljanja rizikom od poplava podrazumeva sprovođenje tri faze:

- identifikaciju rizika,
- procenu rizika i
- kontrolu rizika.

Identifikacija rizika, kao prva od tri međuzavisne faze u procesu upravljanja za cilj ima da utvrdi moguće pojavljiva-nje rizika ili da prepozna već postojeći rizik.

Procena rizika od poplava je suštinska faza procesa upravljanja. Može se reći da je to proces: sakupljanja, organizovanja, analiziranja i prezentovanja naučnih podataka radi donošenja odluka kojima se obezbeđuje zaštita i poboljšanje ekološkog stanja nekog prostora.

I kao treća i završna faza upravljanja rizikom je kontrola rizika koja predstavlja skup metoda kojima se obezbeđuje smanjivanje, minimiziranje, otklanjanje ili prihvatanje rizika [11].

#### 4.1. Kanadski model

Procena ekološkog rizika prema datoj metodologiji obuhvata ispitivanje rizika koji proističu konkretno iz prirodnih događaja (poplava, ekstremnih vremenskih prilika, itd.), tehnoloških procesa i proizvoda, agensa (hemijskih, bioloških, radioloških, itd.) i industrijske aktivnosti koje mogu predstavljati pretnje ekosistema, biljnom i životinjskom svetu i ljudima.

Kanadski model (koncept) daje sledeće faze [2]:

- prva faza procene je sistematski proces kojim procenitelj nastoji da utvrdi da li određeno mesto može biti predmet procene,
- druga faza je sistematski proces kojim procenitelj nastoji da okarakterise nivo rizika,
- treća faza se koristi da se potvrdi ili opovrgne nalaz prve faze, prikupljanje informacija i korektivne mere ili da se uspostave osnovni uslovi za zaštitu životne sredine.

Ukupni okvir procene razvijen po kanadskom modelu (standardu) naglašava značaj komunikacije tokom procene rizika. To se ogleda na način u kojoj meri su akteri uključeni tokom procesa, od identifikacije i prioriteta, do procene i upravljanja rizikom, i kasnije kroz monitoring i evaluaciju i implementaciju mera.

## 4.2. Evropski model

Da bi se razumelo šta se podrazumeva pod procenom rizika, koristeći se ovom metodologijom, važno je upoznati se sa konceptima dva pojma: hazarda i rizika.

Hazard je inherentni (bitan) potencijal da nešto nanese štetu. Hazardi mogu da sadrže materije, mašine, oblike energije, odnosno tokove koji se vrše izvan procesa rada [12]. Rizik je verovatnoća da će se šteta zaista dogoditi u toku rada ili će se tako nešto dogoditi nakon izlaganja opasnosti.

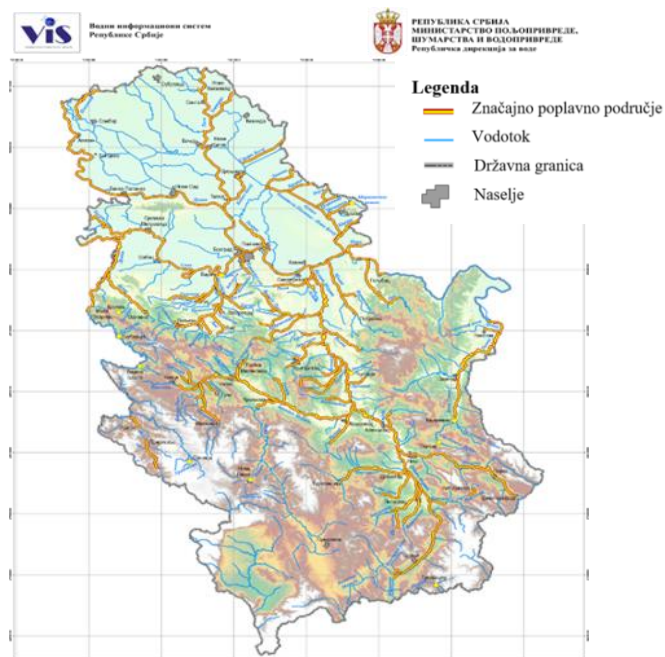
Evropski koncept procene rizika od poplava sadrži određene faze u sprovođenju. To su [2]:

- 1) Identifikacija hazarda
- 2) Identifikacija posledica
- 3) Procena obima posledica
- 4) Procena verovatnoće posledica
- 5) Ocena rizika

Na kraju procesa procene rizika postojeće kontrole treba da obezbede dalje mere koje se moraju koristiti za smanjenje ili eliminisanje identifikovanih rizika. Završna faza procene je od značaja, jer podrazumeva da se rizik razmatra i postavi u kontekst ekoloških standarda i drugih kriterijuma definisanih zakonima ili drugim pravilima koja imaju dobru praksu.

## 5. SISTEM UPRAVLJANJA RIZICIMA OD POPLAVA U REPUBLICI SRBIJI

U Republici Srbiji preliminarna procena rizika od poplava obuhvata analizu raspoloživih podataka o karakteristikama i štetnim posledicama poplava iz prošlosti, kao i procenu mogućih štetnih posledica poplava koje se mogu javiti u budućnosti, uz korišćenje podataka o topografiji, hidrografiji, načinu korišćenja zemljišta, naseljenim mestima, granicama vodnih područja, melioracionih područja i slivova, administrativnim granicama [13]. U periodu 1965-2011. godine identifikovano je preko 70 značajnih poplava usled izlivanja iz korita manjih vodotoka, uglavnom na deonicama duž kojih ne postoje izgrađeni sistemi zaštite od poplava, ali i na zaštićenim delovima usled preliivanja ili rušenja zaštitnih objekata.



Slika 1. Značajna poplavna područja [13]

Prema izvršenoj preliminarnoj proceni rizika od poplava na osnovu navedenih podloga, određena su značajna poplavna područja za Republiku Srbiju koja su prikazana na slici 8.

Cilj i rezultat izrade preliminarne procene rizika od poplava, koja predstavlja prvi korak u izradi planova upravljanja rizicima od poplava, je određivanje značajnih poplavnih područja kao područja na kojima postoji ili bi se mogao pojaviti značajan rizik od poplava sa štetnim posledicama po zdravlje ljudi, životnu sredinu, privredne aktivnosti i kulturno nasleđe.

## 6. MERE ZAŠTITE OD POPLAVA U REPUBLICI SRBIJI

Mere zaštite od poplava kojima se utiče na smanjenje šteta, bilo preventivnim delovanjem, bilo dobrom organizacijom sprovođenja odbrane od poplava, obuhvataju mere za smanjenje poplava mogu se kategorizirati u pre-poplavne (ili preventivne) mere, hitne (ili operativne) mere, i post-poplavne (korektivne) mere [8].

U tabeli 2 se može videti kategorizacija mera u odnosu na stadijum poplave.

Tabela 2. Mere za smanjenje poplava u odnosu na stadijum poplava [8]

Mere	Preventivne mere	Hitne mere	Korektivne mere
<b>Strukturne mere</b>	Barijere, nasipi	Hitna popravka nasipa	Popravka, obnova i rekonstrukcija
<b>Nestrukturne mere</b>	Zoniranje zemljišta i zaštita od poplava	Sistem uzbune, evakuacija i spasavanje	Osiguranje, pomoć i rehabilitacija

Strukturne mere predstavljaju inženjerske radove za zaštitu akumulacija, nasipa, zidova za zaštitu od poplava, bazena za zadržavanje, kao i za poboljšanje kanala. Nestrukturne mere obično smanjuju štetu od poplava i mogu se primeniti na sve hidrološke zone. Ove mere uključuju planiranje korišćenja zemljišta i zoniranje, sistem predviđanja i upozorenja o poplavama, programe evakuacije i spašavanja i osiguranje od poplava.

Takođe, mere koje se još mogu naći u literaturi su regulativne i institucionalne mere, mere solidarnosti i informisanje i edukacija [14].

### 6.1 Preventivne i operativne mere

Ove vrste mera su usmerene na suzbijanje opasnosti od poplava i smanjenje štetnih posledica u svim fazama odbrane od poplava. Njihova bitna odlika mora biti organizovanost. Najznačajniju preventivnu meru predstavlja donošenje i sprovođenje planova i pravilnika za odbranu od poplava, u kojima se definišu obaveze i prava svih učesnika u odbrani od poplava.

Operativne mere zaštite od poplava obuhvataju [14]:

- Prognozu nailaska poplavnog talasa,
- Prenos informacija na teren,
- Obaveštavanje i uzbunjivanje nadležnih organa i stanovništva, u skladu sa unapred pripremljenim planom.

## 6.2 Regulativne i institucionalne mere

Ove mere su definisane zakonima, propisima, uredbama ili na drugi način, kojima se ostvaruje određena politika u pogledu korišćenja poplavom ugroženog područja.

Osnovne regulativne i institucionalne mere su [14]:

- zoniranje terena prema stepenu ugroženosti od poplava,
- propisi o nameni poplavom ugroženih terena i
- građevinski propisi.

## 6.3 Mere solidarnosti

Mere solidarnosti služe za ublažavanje posledica poplava imaju za cilj smanjenje šteta koje nastaju utoku i nakon poplava, zbog poremećaja društvenog i ekonomskog života. U ove mere delimično ulazi i osiguranje od posledica poplava, kao mera smišljene raspodele rizika od poplava povremenu i prostoru.

## 6.4. Informisanje i edukacija

Informisanje i edukacija stanovništva je neophodan preduslov za efikasno sprovođenje odbrane od poplava. Pored toga, potrebno je i dopunsko usavršavanje stručnih kadrova, uključenih u problematiku zaštite od poplava. Osnov budućeg razvoja zaštite od poplava je identifikacija društvene i individualne odgovornosti u vezi rizika od poplava.

## 6. ZAKLJUČAK

Poplave su jedne od većih katastrofa koje mogu da pogode jednu teritoriju. U različitim okolnostima, mogu uticati na različite elemente životne sredine: industrijske i rudarske objekte, zagađenje površinskih i podzemnih voda, zemljišta, kao i zagađenje ekosistema, biljnog i životinjskog sveta.

Postoji više pristupa u metodologiji procene rizika od poplava. Rad pruža uvid u dva najveća i najbitnija, a to su: evropski i kanadski pristup. Svaki od navedenih pristupa je svojstven, a zajedničko im je: da započinju sa procesom planiranja, da imaju više radnih faza procene i da se procena završava donošenjem zaključnih stavova o procenjenom riziku. Primena bilo koje metodologije procene ekološkog rizika, a posebno one koja je proverena i nužno naučna, otvara mogućnost bolje zaštite i unapređenja stanja životne sredine.

Ono na što treba obratiti pažnju u narednom periodu jeste istraživanje uticaja ljudskih faktora na nivo vodostaja ili sistematizacija novih, modernijih operativnih planova za suzbijanje poplava u Republici Srbiji, kao i strategija primene novih naprednih tehnologija za upozoravanje od poplava u Republici Srbiji.

## LITERATURA

- [1] V. Cvetković, Indikatori ljudske bezbednosti u Srbiji, Beograd: Fakultet civilne odbrane, 2004.
- [2] S. Bakrač, M. Vuruna i M. Milanović, „Metodologija upravljanja ekološkim rizikom i procene rizika,“ Vojnotehnički glasnik, t. LX, br. 2, 2012.
- [3] Z. Čvorović, Upravljanje rizicima u životnoj sredini, Beograd: Zadužbina Andrejević, 2005.
- [4] E. Centar, „poplave.org“, EXIT Centar, [Na mreži]. Available: <http://poplave.org/sta-su-poplave/>. [Poslednji pristup 26 October 2018].
- [5] I. Gržetić, Upravljanje rizikom i njegova procena, Beograd: Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 2001.
- [6] EPA, Framework for ecological risk assessment, Washington DC: Office of Water, 1992.
- [7] M. Jovanović, T. Andrijana i R. Marko, „Kartiranje rizika od poplava,“ Vodoprivreda, br. 41, pp. 31-45, 2009.
- [8] Y. Huang, „Appropriate modeling for integrated flood risk assessment,“ University of Twente, 2005
- [9] M. Vujošević, „Primena teorije pouzdanosti u analizi rizika,“ Zbornik radova sa konferencije Tehnički sistemi i sredstva zaštite od požara, eksplozija, havarija i provala, pp. 21-27, 1996.
- [10] Regionalni centar za društveno-ekonomski razvoj, Banat „Plan upravljanja rizicima od poplava,“ Program prekogranične saradnje Rumunija-Srbija, 2016.
- [11] S. Karović, „Upravljanje rizicima kao preduslov integrisanog menadžment sistema u organizaciji,“ Vojnotehnički glasnik, t. 58, br. 3, pp. 146-161, 2010.
- [12] M. Vujaklija, Leksikon stranih reči i izraza, Beograd, 1992.
- [13] Preliminarna procena rizika od poplava,“ Republika Srbija, [Na mreži]. Available: <http://www.rdvode.gov.rs/lat/uredjenje-vodotoka-pp-rizika-poplava.php>. [Poslednji pristup 14 October 2018].
- [14] M. Jovanović, „Odbarana od poplava,“ Beograd, 2010.

## UTICAJ CEMENTNIH VEZIVA NA ŽIVOTNU SREDINU THE IMPACT OF CEMENT BINDERS TO ENVIRONMENT

Jelena Bijeljić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - *Novčani gubici, nastali usled nedovoljnog poznavanja tržišne vrednosti reciklabilnih materijala dodatno se, nemerljivo mnogo puta, nepovratno uvećavaju kroz zagađivanje zemljišta i podzemnih voda nastalih usled trajnog deponovanja otpadnih materijala, koje se najčešće ne vrši u skladu sa propisima. Otpadne materije koje se svakodnevno stvaraju jedan je od najozbiljnijih ekoloških problema današnjice. Skupe tehnike za tretman otpada, a ne retko i nemogućnost njihove primene, dovode do toga da se milijarde tona otpadnog materijala deponuje bez ikakvog prethodnog iskorišćenja njegovog potencijala.*

**Ključne reči:** vezivni material, ugljen-dioksid.

**Abstract** - *Money losses caused by insufficient knowledge of the market value of recyclable materials are additionally irreversibly increased irreversibly through pollution of the soil and subsoil waters caused by the permanent disposal of waste materials, which is usually not done in accordance with the regulations. Waste materials that are created every day are one of the most serious environmental problems of now adays. Common techniques for the treatment of waste, and often the impossibility of their application, lead to billions of tonnes of waste material deposited without any previous exploitation of its potential.*

**Key words:** binder, carbon dioxide

### 1. UVOD

Otpadne materije koje se svakodnevno stvaraju jedan je od najozbiljnijih ekoloških problema današnjice. Skupe tehnike za tretman otpada, a neretko i nemogućnost njihove primene, dovode do toga da se milijarde tona otpadnog materijala deponuje bez ikakvog prethodnog iskorišćenja njegovog potencijala. Novčani gubici, nastali usled nedovoljnog poznavanja tržišne vrednosti reciklabilnih materijala dodatno se, nemerljivo mnogo puta, nepovratno uvećavaju kroz zagađivanje zemljišta i podzemnih voda nastalih usled trajnog deponovanja otpadnih materijala, koje se najčešće ne vrši u skladu sa propisima.

### 2. EKOLOŠKI ASPEKTI KORIŠĆENJA GRAĐEVINSKIH MATERIJALA

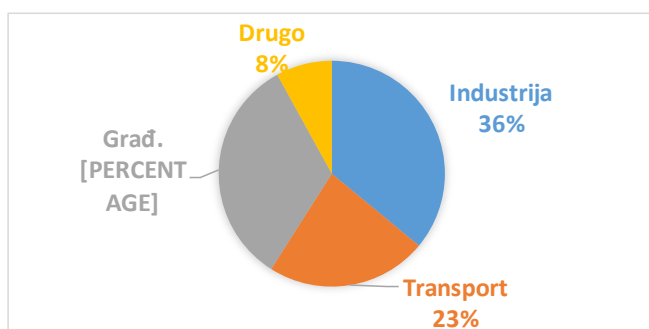
Emisija CO<sub>2</sub>, nastalog industrijskom proizvodnjom, najdominantnija je pri proizvodnji sirovina iz oblasti čelika, plastike, papira, aluminijuma i cementa sa konstantnom tendencijom porasta prerade, a samim tim zagađenja usled proizvodnje koja će do 2050. god. biti duplo veće. Na Sl. 1 prikazane su vrednosti trenutnih zagađenja nastalih usled potrošnje energije prilikom industrijskih procesa proizvodnje [1].

Neka od dosadašnjih kvantitativnih merenja zagađenosti životne sredine CO<sub>2</sub> dokazuju da najveći udeo u ovoj vrsti zagađenja uzrokuje građevinska industrija [2]. Kako je beton u celom Svetu jedan od najčešće primenljivijih materijala, drugi po upotrebi jedino nakon vode [3], neki od dostupnih statističkih podataka dokazuju da oko 40% ukupne antropo-

gene emisije efekata staklene bašte pripada upravo ovom kompozitnom materijalu [4][5]. Godišnja količina proizvedenog betona odgovaralo količini od 3,8 t betona po stanovniku ljudske populacije godišnje [6][7]. Proizvedena količina betona i tom prilikom nastala emisija CO<sub>2</sub> svakako nije jedini problem, već je to i činjenica da je građevinska industrija jedan od najvećih potrošača prirodnih resursa na Svetu [8]. Pojedini autori navode da se 5-7% ukupne emisije CO<sub>2</sub> stvara usled proizvodnje cementa, tradicionalne komponente kompozitnih mešavina, a koja je mineralno hidrauličko vezivo [1][9][10][11][12], dok drugi navode da je ukupno zagađenje ovom proizvodnjom u proseku 10% ukupne globalne emisije CO<sub>2</sub>, što se odnosi i na upotrebenu električne energije [13][14]. Cement kao važna komponenta u betonskim mešavinama ima svojstvo veziva u kompozitnim materijalu, pa je s toga neizbežan u njegovom sastavu. Generalno, prosečna betonska mešavina sadrži oko 11% portland cementa, 41% šljunka, 26% peska, 16% vode i uvučeni vazduh oko 6%. Proces proizvodnje cementa okvirno zahteva 9,6 EJ potrošnje energije, što je 85% ukupne energije potrebne za proizvodnju nemetalnih mineralnih sirovina, pa je s toga važan izvor emisije CO<sub>2</sub>. Proizvodnja cementa je rapidno rasla proteklih godina, pa je od 1970. godine (kada je bila 594 Mt) do 2005. godine porasla 3,96 puta i dostigla preko 2350 Mt, odnosno 4,4 puta do 2007 godine [15]. Hendrik G. van Oss navodi da je 2004. godine godišnja proizvodnja cementa bila oko 2 Gt, kao i da je bila nejednako raširena među 150 zemalja sveta. Proizvedena količina bila je dovoljna za spravljanje 14 do 18 Gt betona godišnje (uključujući i malter), što čini beton najobimnije korišćenim čvrstim mate-

rijalom. Trenutna godišnja proizvodnja cementa zadovoljava potrebe za proizvodnjom betona od 2,5 m<sup>3</sup> po glavi svakog stanovnika na planeti. Godišnja proizvodnja cementa izdvojena po kontinentima i regionima prikazana je na Slici 2 [16]. Razlog velikog povećanja proizvodnje portland cementa poslednjih godina je ubrzani razvoj zemalja u tranzitu [15]. Samo u 2011. godini proizvedeno je oko 3 Gt portland cementa, dok je svega 47% svetske proizvodnje cementa bazirano na teritoriji Narodne Republike Kine [17].

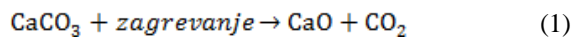
Cementna industrija je i pored emisije CO<sub>2</sub> i veliki potrošač energije, sa oko 2% udela u svetskoj potrošnji [18]. Nizom međukoraka u proizvodnji i dodavanjem prirodnih materijala za poboljšanje karakteristika, koji usled temperature aktivacije formiraju klinker [15].



Slika 1. Globalna emisija CO<sub>2</sub>

Sam postupak počinje prethodnim usitnjavanjem pažljivo odabranih sirovina u prethodno dobro kontrolisanoj razmeri. Tako pripremljene sirovine se dalje unose u peći. Iz krečnjaka se izdvaja CaO, a iz gline i drugih prisutnih sirovina SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Proces se dalje nastavlja tretiranjem sirovina temperaturom od oko 1450°C. Prethodno opisani procesi dovode do hemijskih i fizičkih promena koje transformišu početne sirovine u klinker. Hemijski procesi transformišu CaO i SiO<sub>2</sub> u Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, ključni sastojak cementa [19].

Termički proces zagrevanja krečnjaka na temperaturi od 900°C naziva se kalcinacija, što je značajan proces pri emisiji CO<sub>2</sub> i formiranja kalcijum oksida. Način formiranja ugljen-dioksida koji se emituje u ovom procesu predstavljen je u jednačini (1) [15]:



Pri procesu proizvodnje cementa postoji mogućnost primene nekoliko tipova peći, a samim tim i izbor postupaka. Mokri postupak često omogućava lakšu kontrolu hemijskih procesa, a dobijena sirovina je vlažna. Ovaj postupak zahteva 30% više vode koju je potrebno zagrejati pri postupku zagrevanja sirovine do temperature potrebne za proces kalcinacije. Suvi postupak je efikasniji, nema postupka isparavanja vode. Uopšteno, glavna razlika je u primenjenoj tehnologiji za spravljanje i u upotrebi vertikalnih ili rotacionih peći koje mogu biti dosta efikasnije [15].

Potrošnja energije razlikuje se u odnosu na različite tipove peći i primenjene tehnologije. Trenutna optimalna potrošnja goriva energenata pri primeni tehnologije suvog postupka proizvodnje cementa može biti drastično smanjena od trenutnih 2,9 – 3,0 GJ/t klinkera. Uopšteno, praktičnom primenom postupka količina energije je 5 – 10% veća usled razlike u sadržaju vlage u početnim sirovinama, kao i u kvalitetu i

karakteristikama energenata potrebnih za proces proizvodnje. U tabeli 1 prikazana je potrošnja energije primenom različitih proizvodnih tehnologija pri proizvodnji cementa [15].

Tabela 1. Potrošnja energije primenom različitih proizvodnih tehnologija pri proizvodnji cementa [15]

Proces	Potrošnja ener. (GJ/t klinkera)
Vertikalne rotacione peći	5,0
Mokri postupak	5,9 – 6,7
Dugi suvi proces	4,6
Jednociklično predzagrevanje	4,2
Dvociklično predzagrevanje	3,8
Četvorociklično predzagrevanje	3,3
Četvorociklično predzagrevanje + prekalcinacija	3,1
Petociklično predzagrevanje + prekalcinacija	3,0-3,1
Šestociklično predzagrevanje + prekalcinacija	2,9

### 3. ZAKLJUČAK

Vezivni materijali značajno utiču na emisiju ugljen dioksida i neophodno im je u što kraćem roku naći zamenu koja bi u pogledu svih karakteristika mogla da bude alternativa.

Za uspešnu održivost životne sredine trebalo bi da se teži minimiziranju i eliminisanju svih uticaja na životnu sredinu koji jesu ili bi mogli biti prouzrokovani štetnim uticajima građevinskih materijala. Neprestana težnja ka poboljšanju učinka u zaštiti životne sredine trebala bi da se sastoji iz narednih koraka:

- Identifikovanje svih aspekata životne sredine, što znači, identifikovanje svih aktivnosti i proizvoda koji bi mogli imati uticaja na životnu sredinu.
- Rad u skladu sa relevantnim zakonima, standardima i ostalim zahtevima, kao i definisanje i primenu internih pravila i propisa u skladu sa zahtevima sistema za upravljanje zaštitom životne sredine.
- Praćenje, merenje, smanjenje i sprečavanje ispuštanja zagađujućih materija u životnu sredinu, bilo da je u pitanju vazduh, voda ili zemljište.
- Očuvanje prirodnih resursa smanjenjem upotrebe tradicionalnih goriva i sirovina i zamenom odgovarajućim alternativnim gorivima i sirovinama.
- Integrisano upravljanje otpadom, sa posebnim akcentom na smanjenju stvaranja opasnog i ostalih vrsta otpada, ponovnoj upotrebi i recikliranju materijala (gde je to moguće) i odlaganju otpada na odgovoran i bezbedan način.
- Zaštitu i obnavljanje biodiverziteta na mestu izvođenja aktivnosti i u njegovom okruženju, kao i smanjenje negativnog vizuelnog uticaja na predele.



## LITERATURA

- [1] J.M.Allwood, J.M.Cullen, R.L.Milford; *Options for Achieving a 50% Cut in Industrial Carbon Emission by 2050*, Env. Sci. Technol. 2010, 44, pp. 1888-1894
- [2] A.P. Gursel, E.Masanet, A.Horvath, A.Stadel; *Life-cycle inventory analysis of concrete production: A critical review*, Cement & Concrete Composites, 2014, 51, pp. 38-48
- [3] G.Habert,J.B.E.Lacaillerie, N.Roussel *An environmental evaluation of geopolimer based concrete production: reviewing current research trends*, Journal of Cleaner Production, 2011, 19, pp.1229-1238
- [4] B.C. Lippiatt; *Building for environmental and economic sustainability technical manual and user guide*. Gaithersburg MD: National Institute of Standards and Technology, U.S. Department Of Commerce. Building and Fire Research Laboratory; 2007.
- [5] P.S. Vieira, A. Horvath; *Assessing the end-of-life impacts of buildings*, Environ Sci. Technol 2008;42:4663–9.
- [6] A.P.Gursel, E.Masanet, A.Horvath, A.Stadel; *Life-cycle inventory analysis of concrete production: A critical review*, Cement & Concrete Composites, 2014, 51, pp.38-48
- [7] IEA, WBCSD. *Cement Technology Roadmap 2009 – Carbon emissions reductions up to 2050*. Paris, France: International Energy Agency [IEA], World Business Council for Sustainable Development [WBCSD]; 2009.
- [8] P.K.Mehta; *Greening of the Concrete Industry for Sustainable Development*, ACI Concrete International, 2002, 24(7):pp.23-28
- [9] B.C. McLellan, R.P.Williams, J.Lay, A.van Riessen, G.D.Corder; *Costs and carbon emissions for geopolimer pastes in comparison to ordinary portland cement*, Journal of Cleaner Production, 2011, 19, pp. 1080-1090
- [10] IEA, *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion*, International Energy Agency, 2008, pp. 512
- [11] P.Friedlingstein, R.A. Houghton, G.Marland, J.Hackler, T.A.Boden, T.J. Conway; *Update on CO<sub>2</sub> emissions*, Nature Geoscience, 2010, 3(12), pp. 811-812.
- [12] UNSTATS, *Greenhouse Gas Emissions by Sector (Absolute Values)*, United Nations Statistical Division, 2010.
- [13] L.Barcelo, J.Kline, G.Walenta, E.Gartner; *Cement and carbon emissions*, Materials and Structures, 2013
- [14] G.Hammond, C.Jones; „Embodied carbon. *The inventory of carbon and energy (ICE)*, 2011
- [15] *Energy technology transitions for industry*, Strategies for the next revolution
- [16] G.V.O.Hendrik; *Background Facts and Issues Concerning Cement and Cement Data*, USGS
- [17] USGS. *Cement – mineral commodity summaries. Cement statistics and information – annual publications*, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey; 2011
- [18] N.A.Rooma; L. M. Boberg; D. J. Kim; G. Peter; *Combustion of large solid fuels in cement rotary kilns*, Technical University of Denmark, 2018

## UTICAJ NOĆNE VIDLJIVOSTI NA NASTANAK SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA UČEŠĆEM TRAKTORA

### IMPACT OF NIGHT VISIBILITY ON TRAFFIC ACCIDENTS WITH TRACTORS

Dejan Bogičević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Nikola Ilić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – U zvaničnim Statističkim izveštajima o saobraćajnim nezgodama uglavnom se prikazuje broj saobraćajnih nezgoda i njihove posledice po mesecima u toku godine, po danima u toku nedelje i po satima u toku dana. Ovakav način prikazivanja distribucije saobraćajnih nezgoda ima veliki nedostatak iz razloga što se zapostavlja uticaj doba dana, odnosno vidljivost u vreme nastanka saobraćajne nezgode. Imajući u vidu prethodno navedene nedostatke Statističkih izveštaja u ovom radu je prikazana metodologija izrade i prikaza vremenske distribucije saobraćajnih nezgoda, sa učešćem traktora, uzimajući u obzir uticaj noćne vidljivosti (doba dana) u vreme nastanka nezgode, s obzirom da je trajanje noćne vidljivosti različito po mesecima u toku godine.

**Ključne reči:** Saobraćajne nezgode, distribucija, noćna vidljivost, traktori.

**Abstract** - Official statistical reports on traffic accidents mainly display the number of traffic accidents and their consequences per month in a year, day in a week or hour in a day. Such fashion of displaying the distribution of traffic accidents has a great flaw since the impact of the time of the day, that is, visibility at the time of a traffic accident occurrence is neglected. Bearing in mind the previously mentioned flaws of statistical reports, this paper shows the methodology of making a design for time distribution of traffic accidents with tractors, taking into account the impact of night visibility (time of the day) at the time of an accident and bearing in mind that the duration of night visibility differs per month in a year.

**Key words:** Traffic accidents, distribution, visibility, tractors.

#### 1. UVOD

Dugogodišnje analize vremenske distribucije saobraćajnih nezgoda pokazuju da je raspored saobraćajnih nezgoda veoma različit u toku pojedinih vremenskih perioda, godišnjeg doba, meseca u godini, dana u nedelji i časa u toku dana. Na vremensku distribuciju saobraćajnih nezgoda utiče veći broj faktora kao što su privredne i ostale aktivnosti stanovništva, način i tempo života, organizacija i aktivnosti tokom slobodnog vremena, vremenski i klimatski uslovi, turistička sezona, poljoprivredni radovi i sl. U Izveštajima koji se publikuju na teritoriji R. Srbije od strane MUP-a Republike Srbije i Agencije za bezbednost saobraćaja, vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda prikazuje se kroz raspodelu saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica po mesecima u toku godine, po danima u toku nedelje po satima u toku dana [1].

Nesumnjivo je da ovakav prikaz i analiza saobraćajnih nezgoda pruža veliki broj informacija na osnovu kojih nadležni organi mogu usmeriti mere i aktivnosti u cilju smanjenja broja saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica. Međutim ovakav prikaz stanja bezbednosti saobraćaja, odnosno distribucije saobraćajnih nezgoda ima veliki nedostatak iz razloga što se u Statističkim izveštajima zapostavlja uticaj doba dana, odnosno vidljivost u vreme nastanka saobraćajne nezgode, kao jedan od najvažnijih uticajnih faktora.

U svojim Internim izveštajima MUP Republike Srbije vodi evidenciju u kojoj se evidentira uticaj doba dana na nastanak saobraćajnih nezgoda, na taj način što sve nezgode koje su se dogodile u periodu od 22:00 h do 06:00 h tretira kao saobraćajne nezgode koje su se dogodile u noćnim uslovima vožnje. Ovakav način evidencije uticaja doba dana na nastanak saobraćajnih nezgoda je neprihvatljiv iz jednostavnog razloga što se vremenski periodične dnevne i noćne vidljivosti značajno menjaju po mesecima u toku godine [9].

U okvirima ovog rada prikazana je nova metodologija utvrđivanja i prikaza uticaja doba dana na vremensku distribuciju saobraćajnih nezgoda, koja se zasniva na uporednoj analizi raspodele saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica po mesecima u toku godine i raspodele saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica po satima u toku dana.

#### 2. SPECIFIČNOSTI SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA UČEŠĆEM TRAKTORA

Na području gde je razvijena poljoprivreda, povećano je prisustvo traktora u saobraćaju, jer se agrotehničke operacije često izvode na parcelama koje su udaljene od ekonomskog dvorišta i zahtevaju izlazak traktora na javne puteve. Traktor u saobraćaju na javnim putevima, zbog svojih tehničko-eksploatacionih karakteristika male brzine kretanja, mogućnosti da vuče jednu ili dve prikolice, kao i da nosi ili vuče

priključna oruđa i mašine, predstavlja potencijalnu opasnost za nastanak saobraćajnih nezgoda. Jedan od glavnih izvora prihoda na teritoriji Juga Srbije jeste poljoprivredna proizvodnja. Zbog posedovanja velikih obradivih površina neophodna je upotreba traktora i mehanizacije u cilju lakše obrade poljoprivrednog zemljišta.

Veliki broj saobraćajnih nezgode se događa prilikom uključivanja traktora u saobraćaj iz dvorišta, atarskog puta, zatim prilikom vožnje u pravcu gde vozači traktora nepažnjom naglo, nepropisno i bez prethodne najave menjaju pravac kretanja, u želji da skrenu sa glavnog puta.

Vozač traktora mora dobro da poznaje karakteristike i mogućnosti traktora, s obzirom na udaljenost od drugog vozila, stanja puta, vidljivosti, atmosferskih prilika, stanja traktora, priključne mašine, prikolice i tereta.

Tehnička neispravnost traktora je veoma čest razlog zbog kojeg dolazi do saobraćajnih nezgoda. Vožnja traktora sa neispravnim svetlosnim uređajima predstavlja veliku opasnost na putevima, zato je i predviđeno Zakonom o bezbednosti saobraćaja na putevima predviđeno je da traktor u saobraćaju na putu ima uključeno žuto rotaciono ili trepćuće svetlo noću, u uslovima smanjene vidljivosti i kada ima priključke za izvođenje radova na najisturenijoj tački tih priključnih uređaja.

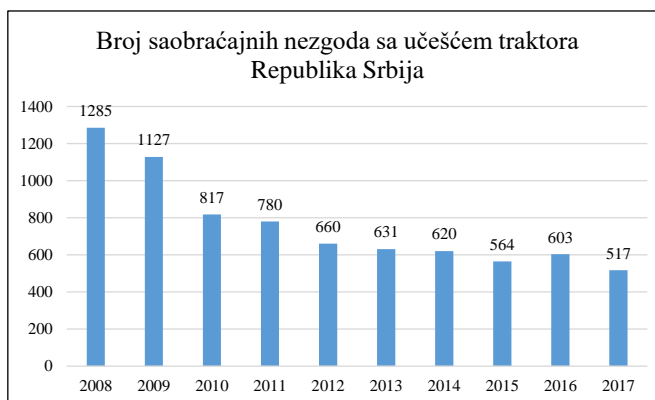
Nadalje, traktori se vrlo često koriste na raznim putevima (sa nagibom, na asfaltnim ili mekim i blatnjavim podlogama, kao i u blizini kanala, rupa i raznih prirodnih prepreka), gde često dolazi, zbog nestručnog upravljanja do prevrtanja traktora. Na kraju, vrlo često se dešava da vozači traktora prilikom izlaska sa atarskog puta na put sa savremenim kolovozom iznose blato na kolovoz čime direktno ugrožavaju ostale učesnike u saobraćaju.

U nastavku rada u tabeli 1 prikazan je broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora, prema posledicama, na području Republike Srbije za period od 2008. do 2017. godine.

**Tabela 1.** Broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području Republike Srbije.

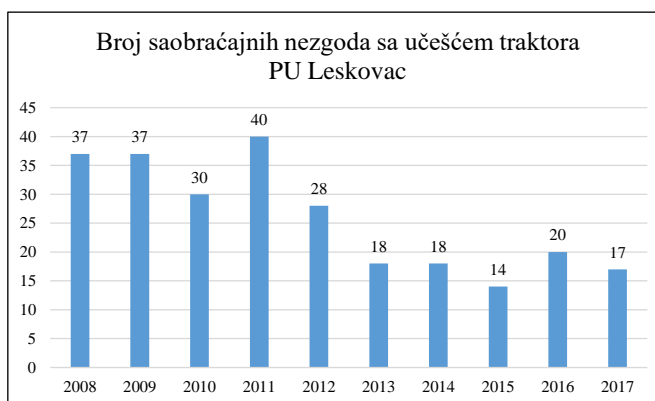
Godina	Kategorija vozila	SNPOG	SNPOV	SNNAS	SNMŠ	SNUK
2008	Traktor	55	467	522	763	1285
2009	Traktor	64	469	533	594	1127
2010	Traktor	47	355	402	415	817
2011	Traktor	63	354	417	363	780
2012	Traktor	65	329	394	266	660
2013	Traktor	48	313	361	270	631
2014	Traktor	46	310	356	264	620
2015	Traktor	36	272	308	256	564
2016	Traktor	49	291	340	263	603
2017	Traktor	35	267	302	215	517
UKUPNO	Traktor	508	3427	3935	3669	7604

Na osnovu tabele 1 konstruisan je grafik 1 koji prikazuje trend saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora, prema posledicama, na području Republike Srbije za navedeni period. Analizom grafika 1 jasno se uočava da je 2010. godine došlo do značajnog smanjenja broja saobraćajnih nezgoda u odnosu na 2009. godinu i da se trend smanjenja broja saobraćajnih nezgoda nastavio do 2016. godine kada se broj saobraćajnih nezgoda povećao u odnosu na 2015. godine.



**Grafik 1.** Trend saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području Republike Srbije.

Analizom grafika 2 koji prikazuje trend saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području PU Leskovac, uočava se da na navedenom području nije uspostavljen stabilan trend smanjenja broja saobraćajnih nezgoda. Pored toga primetno je da nakon stupanja na snagu odredbi ZOBS-a u vezi upotrebe žutog rotacionog ili trepćućeg svetla (nakon 2009. godine) nije došlo do smanjenja broja saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora.



**Grafik 2.** Trend saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području Policijske uprave Leskovac.

### 3. ČASOVNA RASPODELA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA SA UČEŠĆEM TRAKTORA

Za potrebe ovog rada najznačajnija je Časovna raspodela saobraćajnih nezgoda i posledica, odnosno raspodela saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica po satima u toku dana. Časovna raspodela je veoma važna zato što pokazuje broj nezgoda i veličinu stradanja po delovima dana, a posebno važni zaključci se mogu dobiti časovnom analizom stradanja različitih kategorija učesnika u saobraćaju i različitih svojstava učesnika u saobraćaju.

Na grafiku broj 3 prikazana je časovna raspodela ukupnog broja saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području Policijske uprave Leskovac za period od 2008. do 2017. godine. Kao što se sa dijagrama može uočiti, nakon 7 časova ujutru dolazi do povećanja broja saobraćajnih nezgoda i taj trend traje sve do 17 časova kada dostiže maksimalnu vrednost, nakon čega blago opada, a zatim posle ponoći osetno opada sve do 2 sata ujutru.



**Grafik 3.** Časovna raspodela SN sa učešćem traktora na području Policijske uprave Leskovac.

U nastavku ovog rada u tabeli 2 prikazana je časovna raspodela saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području PU Leskovac po satima u toku dana za period od 2008. do 2017. godine.

**Tabela 2.** Broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora po satima u toku dana na području R. Srbije i PU Leskovac.

SATI	R. SRBIJA		NOĆNI / DNEVNI USLOVI VIDLJIVOSTI		PU LESKOVAC		NOĆNI / DNEVNI USLOVI VIDLJIVOSTI			
	Broj	Procent	Broj	Procent	Broj	Procent	Broj	Procent		
00:00:00-00:59:00	54	0,7%	300	3,9%	1	0,4%	9	3,5%		
01:00:00-01:59:00	50	0,7%			1	0,4%				
02:00:00-02:59:00	24	0,3%			2	0,8%				
03:00:00-03:59:00	29	0,4%			0	0,0%				
04:00:00-04:59:00	57	0,7%			1	0,4%				
05:00:00-05:59:00	86	1,1%			4	1,6%				
06:00:00-06:59:00	124	1,6%	6994	92,0%	1	0,4%	234	91,4%		
07:00:00-07:59:00	145	1,9%			2	0,8%				
08:00:00-08:59:00	268	3,5%			4	1,6%				
09:00:00-09:59:00	322	4,2%			10	3,9%				
10:00:00-10:59:00	390	5,1%			12	4,7%				
11:00:00-11:59:00	426	5,6%			14	5,5%				
12:00:00-12:59:00	429	5,6%			16	6,3%				
13:00:00-13:59:00	503	6,6%			13	5,1%				
14:00:00-14:59:00	526	6,9%			22	8,6%				
15:00:00-15:59:00	532	7,0%			17	6,6%				
16:00:00-16:59:00	580	7,6%			23	9,0%				
17:00:00-17:59:00	681	9,0%			27	10,5%				
18:00:00-18:59:00	642	8,4%			22	8,6%				
19:00:00-19:59:00	582	7,7%			18	7,0%				
20:00:00-20:59:00	474	6,2%			16	6,3%				
21:00:00-21:59:00	370	4,9%			17	6,6%				
22:00:00-22:59:00	187	2,5%			9	3,5%			13	5,1%
23:00:00-23:59:00	123	1,6%			4	1,6%				
UKUPNO	7604	100,0%	7604	100,0%	256	100,0%	256	100,0%		

Uporednom analizom podataka prikazanih na grafiku 3 i tabeli 2 uočava se da nema znatnog odstupanja u časovnoj raspodeli saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području PU Leskovac u odnosu na područje R. Srbije.

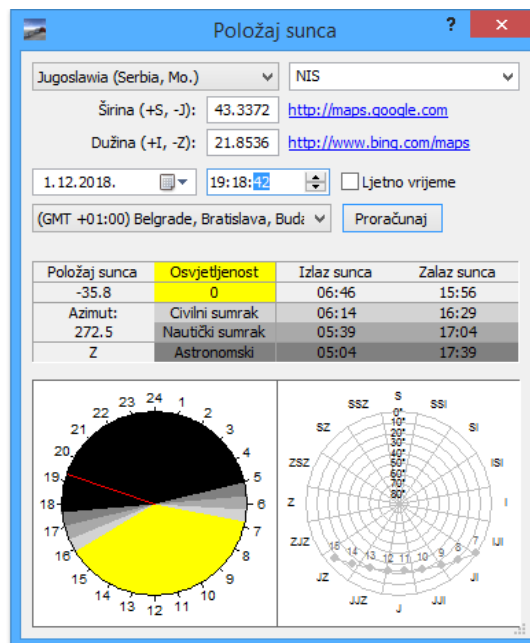
Ukoliko bi se pristupilo utvrđivanju uticaja doba dana na vremensku distribuciju saobraćajnih nezgoda po „aproksimativnoj“ metodologiji koju koristi MUP R. Srbije, došlo bi se do podataka da se na području PU Leskovac u dnevnim uslovima dogodilo 234 ili (91,4 %) saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora, a u noćnim uslovima 22 ili (8,6%) saobraćajnih nezgoda.

#### 4. UTICAJ DOBA DANA NA VREMENSKU DISTRIBUCIJU SAOBRAĆAJNIH NEZGODA – NOVI PRISTUP

Opšte je poznato da na području R. Srbije na različitim geografskim širinama i dužinama mrak ne nastaje naglo,

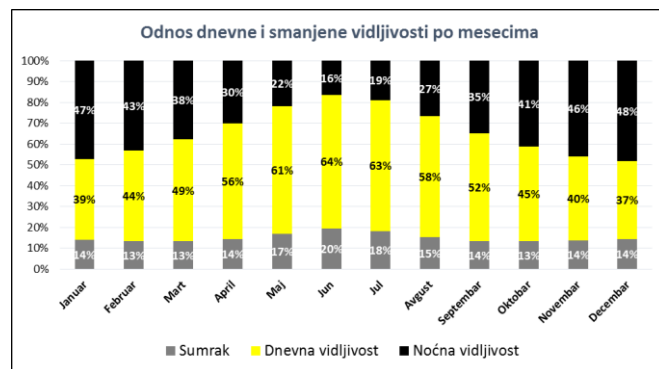
odmah nakon zalaska Sunca i da prelaz od svetlog doba dana do potpunoga noćnog mraka teče postepeno. Izlazak i zalazak Sunca trenuci su koji razdvajaju dan od noći. Podaci o tačnom izlasku i zalasku Sunca za saobraćaj su od posebnog značenja, jer određuju granicu vremena u kojima su različiti uslovi vidljivosti u saobraćaju. Zbog toga se pojavljuje potreba da podatke o vidljivosti, na što jednostavniji način, odredimo za razne dane i mesta na Zemljinoj površini.

Za određivanje tačnog vremena početka svitanja, izlaska i zalaska sunca i završetka večernjeg sumraka na određenom području postoji veći broj metoda. Za potrebe ovog rada korišćen je softver PC CRASH 10.2, odnosno opcija „Položaj Sunca“ kao što je to prikazano na slici 1.



**Slika 1.** Početak svitanja, izlaska i zalaska Sunca i završetka večernjeg sumraka prema softveru.

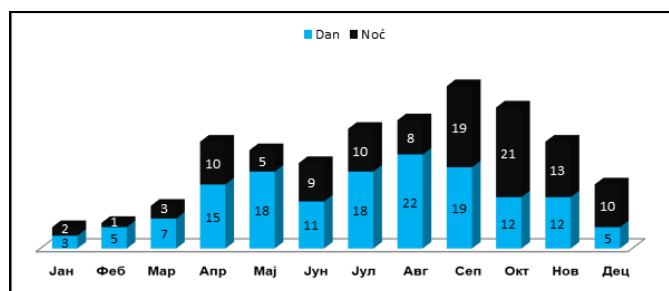
Analizom podataka prikazanih na slici 1 uočava se da u periodu od jednog meseca može biti razlike između trajanja dnevne i smanjenje vidljivosti na početku i na kraju meseca. Poređenjem vremena izlaska i zalaska sunca na početku i na kraju decembra, proizilazi da razlika u trajanju dnevne i smanjene vidljivosti iznosi nešto više od pola sata, tačnije 37 minuta. U cilju pojednostavljenja postupka, tokom sprovedenog istraživanja, za početak i završetak svitanja / sumraka, kao i za vreme izlaska / zalaska sunca korišćeni su podaci o vremenu za sredinu meseca, odnosno 15-ti dan u mesecu.



**Grafik 4.** Odnos trajanja svitanja, sumraka, noćne vidljivosti i dnevne vidljivosti po mesecima.

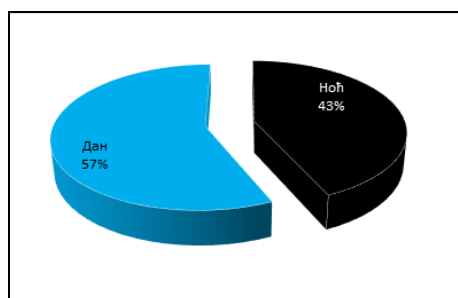
Kada se primenom navedenog softvera utvrde precizna vremena izlaska i zalaska Sunca za neki određeni datum i mesto konkretne saobraćajne nezgode, onda se lako može utvrditi vreme trajanja svakog od navedenih sumraka, kao što je to prikazano na grafiku 4.

Na osnovu časovne raspodele saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora na području PU Leskovac po satima u toku dana za period od 2008. do 2017. godine (tabela 2) i podataka o vremenu početka svitanja, izlaska i zalaska sunca i završetka večernjeg sumraka po mesecima (grafik 4) utvrđen je broj SN sa učešćem traktora prema dobu dana koji je prikazan na grafiku broj 5.



**Grafik 5.** Broj saobraćajnih nezgoda u dnevnim i noćnim uslovima sa učešćem traktora na području PU Leskovac.

Analizom grafika broj 5 jasno se uočava da se najveći broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora događa u mesecima kada se obavljaju poljoprivredni radovi, odnosno u periodu od aprila do novembra, a da se maksimalna vrednost dostiže u septembru.



**Grafik 6.** Procentualni odnos SN u dnevnim i noćnim uslovima sa učešćem traktora na području PU Leskovac.

Analiza podataka prikazanih na grafiku 6 pokazuje da se na području PU Leskovac u dnevnim uslovima dogodilo 147 ili (57 %) saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora, a u uslovima smanjene vidljivosti dogodilo se čak 111 ili (43%) saobraćajnih nezgoda. Ukoliko se ovi podaci uporede sa podacima koji su dobijeni prema metodologiji koju koristi MUP R. Srbije (tabela 2), dolazi se do zaključka da se primenom nove metode dolazi do podatka, da je broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora u uslovima smanjene vidljivosti pet puta veći.

## 5. ZAKLJUČAK

Dugogodišnje analize vremenske distribucije (rasporeda) saobraćajnih nezgoda pokazuju da je raspored saobraćajnih nezgoda veoma različit u toku pojedinih vremenskih perioda, godišnjeg doba, meseca u godini, dana u nedelji i časa u toku dana. Međutim ovakav prikaz stanja bezbednosti saobraćaja, odnosno distribucije saobraćajnih nezgoda ima veliki nedostatak iz razloga što se u takvim Izveštajima zapostavlja uti-

caj doba dana, odnosno vidljivost u vreme nastanka saobraćajne nezgode, kao jedan od najvažnijih faktora.

U svojim Internim izveštajima MUP Republike Srbije vodi evidenciju u kojoj se evidentira uticaj doba dana na nastanak saobraćajnih nezgoda, na taj način što sve nezgode koje su se dogodile u periodu od 22:00 h do 06:00 h tretira kao saobraćajne nezgode koje su se dogodile u noćnim uslovima vožnje. Međutim, ovakav način evidencije uticaj doba dana na nastanak saobraćajnih nezgoda je neprihvatljiv iz jednostavnog razloga što se vremenski periodi dnevne i noćne vidljivosti značajno menjaju po mesecima u toku godine.

Analiza rezultata istraživanja koji su dobijeni primenom predloženog modela pokazuje da se na području PU Leskovac u dnevnim uslovima događa 57 % saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora, a u uslovima smanjene vidljivosti dogodilo se čak 43% saobraćajnih nezgoda. Ukoliko se ovi podaci uporede sa podacima koji su dobijeni primenom metodologije koju koristi MUP R. Srbije, dolazi se do zaključka da je broj saobraćajnih nezgoda sa učešćem traktora u uslovima smanjene vidljivosti pet puta veći u odnosu na podatke dobijene metodologijom MUP-a R. Srbije.

Predloženi model za ocenu uticaja doba dana na stanja bezbednosti saobraćaja može se uspešno primeniti kako na manjim teritorijalnim jedinicama, tako i na širem području. Predloženi model omogućava sagledavanje stanja bezbednosti u saobraćaju kroz savremen i sveobuhvatni pristup, uz uvažavanje najznačajnijih uticajnih faktora. Nadalje, predloženi model povećava efikasnost svake policijske uprave, i na taj način ukazuje donosiocima odluke kada treba da usmere akcije u cilju smanjenja stradanja učesnika u saobraćaju u uslovima smanjene vidljivosti.

## LITERATURA

- [1] Agencija za bezbednost saobraćaja (ABS), (2018). Statistički izveštaj o stanju bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji u 2017. godini.
- [2] Agencija za bezbednost saobraćaja (ABS), (2016). Pregledni izveštaj: Uticaj doba dana na nastanak saobraćajnih nezgoda.
- [3] Bogičević, D, i dr, (2018). Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda sa učešćem pešaka na području niša sa posebnim osvrtom na doba dana, XIV International Symposium "ROAD ACCIDENTS PREVENTION 2018" Novi Sad, Serbia, 17th and 18th October 2018
- [4] Fors, C., Lundkvist S.-O. (2009). Night-time traffic in urban areas. VTI rapport 650A.
- [5] Gaca, S., Kiec M. (2013). Risk of accidents during darkness on roads with different technical standards, 16th Road Safety on Four Continents Conference.
- [6] Ilić, N. (2018). Uticaj traktora na bezbednost saobraćaja na području PU Leskovac sa posebnim osvrtom na nezgode u noćnim uslovima, Završni rad, VTŠ, Niš.
- [7] Inić, M. (1997). Bezbednost saobraćaja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [8] Lipovac, K. (2008). Bezbednost saobraćaja, JP Službeni List, Beograd.
- [9] Wanvik, P. O. (2009). Effects of road lighting - An analysis based on Dutch accident statistics 1987–2006, Accident Analysis & Prevention Vol. 41, pp. 123-128.

## УТИЦАЈ ЈАВНОГ ГРАДСКОГ ПРЕВОЗА НА ОКРУЖЕЊЕ THE IMPACT OF PUBLIC TRANSPORTATION ON ENVIRONMENT

Милан Станковић, *Висока техничка школа, Александра Медведева 20, Ниш.*  
Павле Гладовић, *Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад*  
Дејан Богићевић, *Висока техничка школа, Александра Медведева 20, Ниш.*

**Садржај** - У овом раду описана је улога и утицај јавног градског превоза на стварање приступачних услова за живот и рад становника у насељу или граду. 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 економски утицај, улогу у ванредним ситуацијама, као функцију у одређивању вредности имовине, основни је предмет истраживања у овом раду.

**Кључне речи:** Јавни градски превоз. Квалитет живота. Окружење. Одрживи развој.

**Abstract** - In this paper described the role and impact of public transport on the creation of accessibility living and working conditions in the settlement or town. 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 economic impact, role in emergencies, as a function in determining the value of property, is the basic subject of research in this paper.

**Key words:** Public transport. Quality of life. Environment. Sustainable development.

### 1. УВОД

Јавни градски путнички превоз (ЈГПП) је од кључног значаја за будућност једне нације. Јача привреду, бави се очувањем енергије и ресурса, смањује загушења, мање је глобално загревање и побољшан квалитет ваздуха и здравље, критична помоћ у ванредним ситуацијама и катастрофама, повећава вредност и развој непокретности, мобилност у малим урбаним и руралним заједницама, већи приступ за групе свих узраста и околности, нижи здравствени трошкови... – све ово доприноси бољем квалитету живота.

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.

Недавна анкета утврдила је да 92 % Канађана мисли да јавни градски путнички превоз чини њихову заједницу бољим местом за живот, док 73 % испитаника осећа директне користи [1]. Чак и тада, природне везе између јавног превоза и квалитета живота можда не могу бити одмах очигледне. Јавни превоз чини значајан допринос у свим друштвеним областима. Јавни превоз представља драгоцену алтернативу за употребу аутомобила за већину градског становништва.

У 2005. години, становници САД-а су остварили 9.7 милијарди путовања јавним превозом [2]. Од 1995. до

2005. године, путовања јавним превозом повећана су за 25 % [3].

Такође, јавни превоз је од изузетног 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.

На почетку рада представљен је утицај јавног превоза са аспекта економије односно, улагања у ЈГПП чиме се поспешује бољи живот становника и развој самог насеља. У наредном делу описана је значај јавног превоза у ванредним ситуацијама, у пружању помоћи у хитним случајевима. Четврто поглавље говори о промени вредности непокретности условљене постојањем система ЈГП-а. У последњем делу представљен је начин вредновања система ЈГПП-а на окружење.

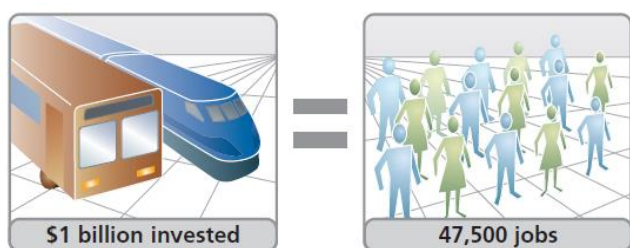
### 2. ЕКОНОМСКИ УТИЦАЈ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА

Постоји више економских утицаја јавног превоза у градским и приградским подручјима. Ови утицаји се могу свести на неколико главних области, укључујући запошљавање и пословне активности, мобилност, утицај трошкова корисника система, и утицаја на економски раст приградске заједнице.

Улагање у јавни превоз је добра инвестиција за повећање обима посла, генерално. Процењује се да сваких 10 милиона долара капиталног улагања у јавни превоз, даје 30 милиона долара у повећање обима посла продаје, и да се на сваких 10 милиона оперативних улагања у ЈГПП, враћа 32 милиона долара кроз повећање обима посла [4].

Већина Канађана се ослања на запосленост као главни извор прихода. Немогућност путовања на посао може створити препреке запосленима у приградским заједницама. Систем ЈГПП-а може довести до повећања запослености и локалних пословних активности [5]. Пословна активност се лако може пратити кроз приходе од нелокалних купаца, а повећање запослености се може мерити у односу на плате или запосленост по глави становника.

ЈГПП је такође добар за раднике и њихове фирме. Према [6] свака милијарда федералних инвестиција у саобраћајну инфраструктуру подржава и ствара 47.500 радних места (Слика 1). Могућност приступа образовању и различитим програмима обуке може драстично повећати дугорочне перспективе запошљавања грађана.



Слика 1. Улагање у јавни превоз ствара нова радна места [7]

Јавни превоз не само да помаже одрживост и стварање нових радних места, већ и омогућава људима да дођу до њих односно, врате се са посла. Компаније које се налазе у близини трасе линија јавног превоза, искуство говори, да је поузданији долазак радника и да су мања кашњења.

Приградски превоз је обично много јефтинији по путнику, у поређењу са другим начинима превоза, као што су такси услуге. Уштеда трошкова јавног превоза се може мерити и упоређивати са основном вредношћу, а доказано смањење трошкова може довести до здравог буџета и побољшања услуга.

Употреба јавног превоза смањује трошкове домаћинства и ослобађа се више прихода за друге потребе. Трошкови аутомобила су значајни јер за сваки зарађени долар, просечно домаћинство потроши 18 центи на превоз, од којих 94 % је за куповину, одржавање и управљање аутомобила [7].

### 3. УЛОГА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ПРУЖАЊУ ПОДРШКЕ У ВАНРЕДНИМ СИТУАЦИЈАМА

Мобилност, слобода и могућност да се путује, одувек је био важан део начина живота. Међутим, како је све више и више возила на путевима, ствара се саобраћајна гужва, што има за последицу смањење квалитета живота. Према извештају Texas Transportation Institute (ТТИ) о саобраћајном загушењу, у 85 градова у САД, загушења су изазвала 3.7 милијарди сати кашњења и 2.3 милијарде

литара губитка гориво у 2003. години. Студија је показала да је просечно годишње кашњење по путнику повећало са 16 сати 1982. године на 47 сати у 2003. години [8]. Без јавног превоза, кашњења би се повећала за 27 %.

ТТИ извештај је анализирао утицај јавног превоза у 85 градова, који су сврстани у веома велике, велике, средње и мале градове:

- *Веома велики градови (преко 3 мил. стан.):* У Њујорку, Њу Џерсију и Конектикату, спречена су додатна кашњења и уштеђено 52 милиона сати у времену путовања и 6 милијарди долара у трошковима горива.
- *Велики градови (1 - 3 мил. стан.):* Сијетл је оцењен као најбољи град у овој категорији. Градски превоз годишње уштеди путницима 6 милиона сати у времену путовања и 566 милиона долара трошкова горива.
- *Средњи градови (500.000 - 1 мил. стан.):* Солт Лејк Сити, оцењен је као најбољи град у овој категорији. Јавни превоз годишње уштеди путницима 1.3 милиона сати у времену путовања и 73 милиона у трошковима горива.
- *Мали градови (мање од 500.000 стан.):* Колорадо Спрингс оцењен је као најбољи град у малим срединама са јавним превозом, који уштеди путницима 189000 сати у времену путовања и 3.5 милиона у трошковима горива.

Доступност јавног превоза током ванредних ситуација је пресудна у одржавању основног приступа, мобилности и сигурности за појединце. У хитним случајевима, људима који никад нису користили градски превоз, ова услуга може буквално да значи питање живота или смрти.

Током земљотреса 1989. Лома Приета у Сан Франциску, Вау Бриџ је био затворен месец дана. Систем ЈГПП је обавио превоз путника и то 75 % више него када мост није био затворен - 35 %.

У августу 2005. год., ЈГПП југозападног Охаја, помогао је у евакуацији становника из кућа, школа и предузећа по откривању хемијског цурења из вагон цистерне.

Широм земље, аутобуси се користе као загрејана или климатизована склоништа и центри за третман хитних збрињавања на местима пожара или елементарних непогода.

Искуства у свету су бројнија и свеобухватнија. Данас се у свету развијају и унапређују методе анализе утицаја које посматрају однос система саобраћаја у целини (његове сегменте) и окружења. Ове методе оријентисање су на анализу, систематизацију и квантификацију утицаја, као и на прогнозирање могућих промена у окружењу који могу да буду последица различитих интервенција у систему саобраћаја.

### 4. СИСТЕМ ЈАВНОГ ПРЕВОЗА У ФУНКЦИЈИ ПОВЕЋАЊА ВРЕДНОСТИ ИМОВИНЕ

Становници широм света су препознали да је услуга јавног превоза у потпуности функционална, високог капацитета, од суштинског значаја за раст заједнице на на-

чин који повећава и промовише развој коришћења земљишта. И поред тога, заједнице које улажу у јавни превоз привући ће више посетилаца и купаца, трговинских предузећа и послодаваца, остварујући и високе економске приходе.

У Арлингтону, развој два метро коридора је концентрисан на 6 процената земљишта у пречнику, али даје скоро половину прихода од пореза на имовину [9].

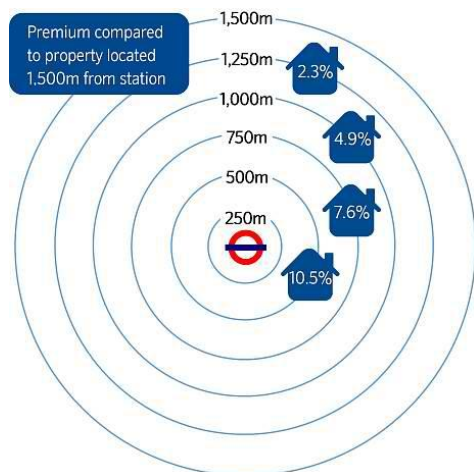
У Портланду, намена простор условљена је јавним превозом у оквиру оријентисаног развоја. Више од 6 милијарди долара је дошло услед добре пешачке доступности до стајалишта лаког шинског система од 1980. године.

Студија Универзитета у Северном Тексасу је показала да су између 1997. и 2001. пословни објекти који се налазе у близини DART (Dallas Area Rapid Transit) станице, повећале вредност од 24.7 %, док објекти који нису зависни од тог система железнице, повећање вредности је од само 11.5 %. Вредности стамбених објеката у близини станице порасла 32.1 % у поређењу са повећањем од само 19.5 % за стамбене објекте који нису у близини железничке станице. Укупна вредност нових инвестиција од 1999. до 2005. године била је више од 3.3 милијарде долара [10].



Слика 2. Јавни превоз повећава вредност имовине [7]

Према Urban Land Institute, стамбени објекти за продају у близини приградске железничке станице у Калифорнији доследно уживају премије; Према [9], у Сан Дијегу ови објекти имају 17 % већу вредност имовине (Слика 2).



Слика 3. Увећана вредност имовине која се налази на 1500 m од станице [11]

Nationwide Building Society је спровела истраживање о томе како близина подземне железнице или железничке станице утиче на вредност непокретности у Лондону. Утврђено је да је утицај највише изражен у Лондону, где на удаљености од 500 m од станице, привлачи 10.5 % цене у иначе идентичном својству као и 1500 m од станице (Слика 3). Ово је еквивалентно приближно 42000 £ засновано на вредности типичног лондонског дома [11].

## 5. 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 "традиционални суседско развијени." Ова насеља су проходна, веће густине, и имају приступ радним местима и садржајима.

Tu и Erpli (2013) су утврдили да би купци платили од 4.1 до 14.9 % више за становање у новим урбанистичким деловима [12]. У другој студији, аутори су открили да су домаћинства спремна да плате више за домове у насељима са боље повезаном уличном мрежом, мањим блоковима, пешачкој доступности комерцијалним садржајима и близина Лаког шинског система (LRT).

Како се наводи у [13] поступци планирања транспорта и вредновања утицаја на окружење спроводе се, у идеалном случају, као интегрални задаци који се узајамно прожимају и подржавају. 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 ЈПП-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.



Слика 4. Општи алгоритам методологије вредновања утицаја пројекта ЈПП-а на окружење, [13]



У методолошком смислу, утицаји које један пројекат јавног масовног превоза путника генерише ка окружењу сврстани су у три основне групе: Утицај на друштвену средину, на економију-привреду и на физичку средину [13]. Анализа утицаја односно његових компоненти започиње идентификацијом питања која су значајна за њихово вредновање, затим следи систематизација и класификација сваког утицаја (Слика 4).

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.

## 6. 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. Наравно да охрабрује чињеница преласка на немоторизовани режим, међутим, може се потврдити да такви режими најбоље одговарају за локална путовања и да такав моторизован саобраћај има важну улогу током путовања на већим раздаљинама. У многим (ако не и већини) земљама, постоји предрасуда против јавног превоза. 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] Canadian Urban Transit Association, *The Public Cares about Public Transit: VIP Makes an Impact*, Canadian Transit Forum, 2002.
- [2] Bureau of Transportation Statistics, *2005 Domestic Airline Passenger Traffic Up 4.1 Percent From 2004, Table 1: Domestic Airline Travel in 2005 and 2004*, T-100 Domestic Market and Segment. Washington. 2006.
- [3] American Public Transportation Association, *2006 Public Transportation Fact Book*. Washington. 2006.
- [4] Cambridge Systematics, *Public Transportation and the Nation's Economy: A Quantitative Analysis of Public Transportation's Economic Impact*. Washington. 1999.
- [5] Litman, T., *Measuring Transportation- Traffic, Mobility and Accessibility*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada. 2011.
- [6] Federal Highway Administration. *Introduction to JOBMOD*. Washington. 2002.
- [7] American Public Transportation Association. *Public Transportation: Benefits for the 21st Century*. Washington. 2007b.
- [8] Texas Transportation Institute, College Station, *2005 Urban Mobility Report*., Texas A&M University. 2005.
- [9] Urban Land Institute. *Ten Principles for Successful Development Around Transit*. Washington. 2003.
- [10] Weinstein, Bernard L. and Terry L. Clower. *The Estimated Value of New Investment Adjacent to DART LRT Stations: 1999-2005*. Denton, TX: University of North Texas. 2005.
- [11] Blackmore, N., *Want to live close to a station? That'll be an extra £42,000*. The Telegraph. 2014.
- [12] Tu i dr. *An Empirical Examination of Traditional Neighborhood Developments*, Real Estate Economics. 29(3): 485-501. 2001.
- [13] Depolo V., *Indukovana izgradnja i investicije u saobraćaju*, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Direkcija za građevinsko zemljište i izgradnju Beograda. 2006.

## FUNKCIONISANJE SISTEMA VIDEO PAUK U JKP PARKING SERVIS NIŠ FUNCTIONING OF THE VIDEO TOW TRUCK SYSTEM IN PARKING SERVICE COMPANY NIŠ

Dušan Radosavljević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Marjana Radosavljević, *JKP Parking Servis, Niš*

**Sadržaj** - *Problem nepropisno parkiranih vozila je čest problem većih gradova. Vozači neretko parkiraju svoje vozilo na zabranjenim mestima kako bi bili što bliže cilju ili kako bi izbegli naplatu i vremensko ograničenje. Tako parkirana vozila otežavaju normalno funkcionisanje dinamičkog saobraćaja i utiču na smanjenje bezbednosti saobraćaja. JKP Parking servis Niš se od februara 2008. godine bavi rešavanjem problema neregularnog parkiranja. Nepropisno parkirana vozila se uklanjaju po nalogu saobraćajnog policajca (ukoliko je vozilo parkirano tako da ometa saobraćaj ili je parkirano suprotno saobraćajnom znaku, u zoni raskrsnice, pešačkog prelaza, na kolskom ulazu i dr.) ili komunalnog inspektora (ukoliko je vozilo parkirano na zelenoj površini ili mestu namenjenom za osobe sa invaliditetom i dr.). Sistem je bio koncipiran tako da se u svakom vozilupauc, pored vozača i pratioca, moralo nalaziti i službeno lice po čijim nalogima su se uklanjala vozila. Promena zakonske regulative, dala je mogućnost da se od maja 2013 godine uvede nov sistem. Nov sistem, nakon primene, beleži pozitivne rezultate koji se mere u broju uklonjenih vozila po jednom pauc vozilu, smanjenju vremena potrebnog za uklanjanje jednog vozila kao i smanjenju broja potrebnih službenih lica.*

*Osnovni cilj ovog rada je da pokaže način funkcionisanja sistema video pauc kao i da prikaže pozitivne efekte uvođenja sistema video pauc u JKP Parking servis Niš.*

**Ključne reči:** video pauc, uklanjanje vozila, neregularno parkiranje.

**Abstract** - *The problem of irregularly parked vehicles is a common problem in bigger cities. The drivers often park their vehicles in restricted areas in order to be closer to the goal or to avoid billing and time limit. So parked vehicles hampering the normal functioning of dynamic traffic and have impact on the reduction of traffic safety. Parking service Company Nis from february 2008. deals with solving the problems of irregular parking. Ilegaly parked vehicles are removed by order of the traffic police (if the vehicle is parked so as to interfere with traffic or parked opposite to traffic sign, in the zone of intersection, pedestrian crossings, gateways, etc.) Or municipal inspector (if the vehicle is parked on the green area or a place intended for persons with disabilities, etc.). The system was designed so that every video tow truck, in addition to the driver and a companion truck had located and an official person whose orders were clear of the vehicle. Nis is applied in May 2013 and provides results that are measured in the number of vehicles removed by a tow truck, reducing the time required for the removal of a vehicle as well as a reduced number of officials. The main objective of this paper is to demonstrate the mode of operation of the video tow truck as well as to show the positive effects of the introduction of video tow truck in Parking service Company Nis.*

**Key words:** video tow truck, picked vehicles, irregular parking.

### 1. UVOD

U cilju rešavanja problema parkiranja gradovi u Republici Srbiji sprovode različite politike parkiranja. Najčešće je to uvođenje restriktivnog režima sa vremenskim ograničenjem i naplatom parkiranja. Uvođenjem režima parkiranja mogu se postići pozitivni efekti ukoliko se vozači pridržavaju propisa, pa je neophodno da se vrši kontrola i sankcionisanje prekršaja. Prekršaji u parkiranju mogu biti:

- prekršaji usled nepoštovanja definisanog režima parkiranja i
- prekršaji usled parkiranja na mestima gde parkiranje nije dozvoljeno.

Za sankcionisanje prekršaja nastalih zbog nepoštovanja režima parkiranja zadužena je služba kontrole u okviru preduzeća kome je poverena komunalna delatnost upravljanja parkiranjem. Za sankcionisanje prekršaja nastalih kao posledica parkiranja na mestima gde nije dozvoljeno zadužene su

saobraćajna policija, komunalna inspekcija i/ili komunalna policija.

Cilj ovog rada je da ukaže na značaj kontrole i sankcionisanja prekršaja u parkiranju. Predstavljen je sistem video-pauk kao jedna od mera sankcionisanja vozača i na primeru grada Niša i JKP Parking servis predstavljen je način funkcionisanja ovakvog sistema. Predstavljene su mere i rezultati mera koje je JKP Parking servis primenio kako bi povećao realizaciju broja uklonjenih vozila koja su parkirana na mestima gde parkiranje nije dozvoljeno.

## 2. POSTUPAK UKLANJANJA NEPROPISNO PARKIRANIH VOZILA PUTEM SISTEMA VIDEO PAUK

JKP Parking servis Niš se bavi rešavanjem problema parkiranja od maja 2007. godine. Problem sa nepropisno parkiranih vozila je rešavan uklonjenjem uz pomoć specijalnih vozila za uklanjanje (vozila-pauk predstavljaju specijalizovana vozila za uklanjanje), koja su delovala po nalogima saobraćajne ili komunalne inspekcije. Za ovakav rad je potrebno angažovanje većeg broja izvršilaca. Potrebno je da svaka posada vozila u svom sastavu ima saobraćajnog policajca ili komunalnog inspektora. Zbog manjeg broja zaposlenih u ovim službama ovakav vid angažovanja nije moguće obezbediti u toku čitavog dana, sedam dana u nedelji. Problem je naročito bio izražen u danima vikenda.

Problem u organizaciji angažovanja većeg broja saobraćajnih policajaca je prevaziđen maja 2013. godine uvođenjem sistema video pauk. Ovaj sistem omogućava da jedan saobraćajni policajac i/ili jedan komunalni inspektor, po smeni, iz dispečerskog centra izdaju naloge za uklanjanje nepropisno parkiranih vozila istovremeno za više posada specijalnih vozila koja se nalaze na radu. Primena sistema video pauk je pravno omogućena izmenom i dopunom Člana 296 Zakona o bezbednosti saobraćaja na putevima Republike Srbije. Stav tri ovog člana glasi: "Ukoliko policijski službenik ili nadležni inspekcijski organ u kontroli saobraćaja putem video nadzora ili foto zapisa utvrdi da je vozilo parkirano ili zaustavljeno suprotno odredbama ovog zakona, doneće rešenje u elektronskoj formi kojim će naložiti uklanjanje vozila u roku koji ne može biti kraći od 3 minuta. Rešenje u elektronskoj formi kojim se nalaže uklanjanje vozila dostavlja se elektronskim putem licu koje vrši uklanjanje vozila i koje postavlja obaveštenje o donetom rešenju u elektronskoj formi na vidnom mestu vozila, kojim obaveštava vozača da će vozilo biti uklonjeno na osnovu tog rešenja." [1]

Sistem video pauk propisuje tehnološki postupak uklanjanja vozila koji prolazi kroz tri faze:

- kreiranje zahteva
- obrada zahteva u dispečerskom centru i
- postavljanje naloga, rešenja i uklanjanje vozila

**Postupak kreiranja zahteva** započinje kada posada vozila-pauk (vozač i pratilac) naiđu na nepropisno parkirano vozilo. Kreiranje zahteva predstavlja unošenje neophodnih podataka o vozilu koje je parkirano na mestu gde parkiranje nije dozvoljeno (registarska oznaka i marka vozila, ulica i broj u kojoj se nalazi vozilo, opis prekršaja i fotografije vozila u prekršaju). Ovi podaci se unose u prenosive digitalne uređaje za rad na terenu (Personal Digital Assistant, u daljem tekstu PDA). Rad na kreiranju zahteva olakšava aplikacija za uklanjanje vozila. Aplikacija je osmišljena sa ciljem da se proces

kompletno automatizuje i da se mogućnost nastajanja grešaka svede na minimum. Kreiranje zahteva podrazumeva ispunjavanjem polja iz padajućeg menija (marka vozila, naziv ulice, opis prekršaja). Dodatni ručni unos zahtevaju polja za registarsku oznaku vozila i broj objekta ispred kojeg je evidentiran prekršaj (slika 1). Nakon unosa zahtev se, putem GPRS mreže, šalje u dispečerski centar. Dok se kreirani zahtev šalje dispečerskom centru i čeka odgovor, pratilac nastavlja sa fotografisanjem vozila (vozilo se fotografiše iz više uglova, fotografišu se sva oštećenja na vozilu i dr.)



Slika 1. Originalni signal. [2]

**Postupak obrade u dispečerskom centru** započinje kada zahtev bude primljen. Na osnovu sačinjene foto dokumentacije ovlašćeno službeno lice (saobraćajni policajac i/ili komunalni inspektor) u dispečerskom centru procenjuje da li je vozilo u prekršaju. Aplikacija koja se koristi u dispečerskom centru je takođe automatizovana, tako da se zahtev odobrava pritiskom na dva tastera, a odbija pritiskom na samo jedan taster, čime je mogućnost greške usled ljudskog faktora svedena na minimum. Ukoliko se potvrdi da je vozilo u prekršaju i prekršaj iz kreiranog zahteva pravilno definisan ovlašćeno službeno lice potvrdom „DA“ na aplikaciji potpisuje rešenje i prosleđuje nalog, odnosno zahtev se po automatizmu odobrava, a posadi vozila-pauk se izdaje nalog i šalje rešenje za uklanjanje vozila, takođe, putem PDA uređaja. Ukoliko ovlašćeno službeno lice proceni da vozilo nije načinilo prekršaj i da nema osnova za prihvatanje zahteva, aplikacija nudi odgovor „NE“ za odbijanje zahteva, aplikacija zahteva unošenje razloga za odbacivanje zahteva u rublici „Napomena“. Informacija o odbijanju zahteva putem PDA uređaja se prosleđuje do posade vozila-pauk.

**Postavljanje naloga, rešenja i uklanjanje vozila** se započinje kada posada vozila-pauk primi nalog i rešenje iz dispečerskog centra. Rešenje kojim se nalaže uklanjanje vozila odnosno blokiranje vozila sastoji se od štampanog obrasca rešenja koji ima svoj serijski broj, čiji je sastavni deo isečak koji se izdaje elektronskim putem, sa naznakom da je rešenje

punovažno bez potpisa i pečata. Isečak se izdaje elektronskim putem, štampa ga pratilac nakon prijema uz pomoć blutut štampača, a sadrži podatke o nalogodavcu, registarskoj oznaci vozila, marki vozila, mestu izvršenja prekršaja, podacima o ovlašćenom službenom licu i broju službene legitimacije, datumu i vremenu kada je vozilo zatečeno u prekršaju, oznaci mesta gde je zatečeno, oznaci člana zakona po kome je načinjen prekršaj i oznaci tačnog datuma i vremena kada je rešenje uručeno, odnosno postavljanjem na vozilu.

Nalog i rešenje se postavljaju na vetrobranskom staklu vozila u prekršaju. Nakon čega se sačini foto dokumentacija vozila sa jasno istaknutim rešenjem. Od trenutka kada je na vozilu postavljeno rešenje do trenutka kada se započinje sa fizičkim uklanjanjem vozila potrebno je da protekne tri minuta. Postupak uklanjanja vozila smatra se započetim kada je postavljeno rešenje, a smatra se završenim trenutkom podizanja najmanje jednog para točkova vozila od podloge, nakon čega nije moguće izvršiti prekid uklanjanja vozila po izdatom rešenju. Aktivnost podizanja vozila se takođe fotografije. Na fotografijama podizanja vozila potrebno je da se vide nalog i rešenje na prednjem vetrobranskom staklu. Vozilo se nakon uklanjanja vozilom-pauk odvozi do depoa gde se predaje na smeštaj.

### 3. ORGANIZACIJA RADA SLUŽBE RJ TRANSPORT

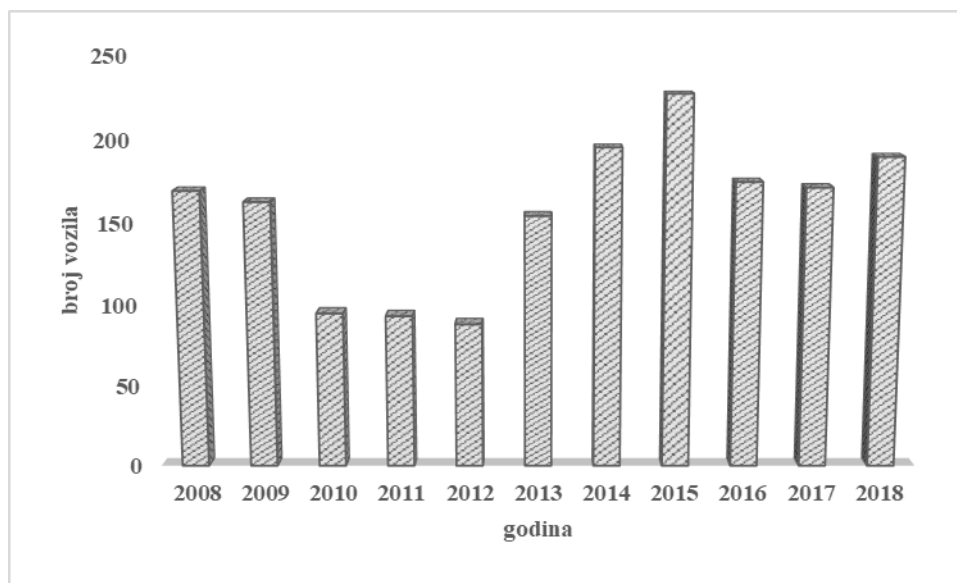
Uvođenje sistema video pauk zahtevalo je i novu organizaciju rada službe RJ Transport u čijoj se nadležnosti našao

ovaj sistem. RJ Transport u svom sastavu ima četiri specijalnih vozila (vozilo-pauk). U ovoj radnoj jedinici je zaposleno 10 vozača, 27 izvršilaca i jedan rukovodilac radne jedinice. Izvršioци imaju različita zanimanja od kojih je 16 pratilaca pauka, 3 vozača putničkog vozila, 4 portira, 4 inkasanta i dr). Svakog dana na radu se nalazi četiri vozila sa posadama. Pored šest posada vozila-pauk formirane su dve posade koje obilaze teren putničkim automobilom. Putnički automobil je takođe opremljen neophodnom opremom, a posada ima zadatak da evidentira prekršaje i da zahteva šalje dispečerskom centru. Kada se zahtev odobri i službeno lice pošalje rešenje i nalog na mestu prekršaja se upućuje vozilo-pauk kako bi uklonilo vozilo u prekršaju.

Ovakva organizacija u velikoj meri je ubrzala postupak uklanjanja vozila i skratila vreme koje vozilo pauka provede na lokaciji. Sve navedeno unapređuje rad u delovima grada i ulicama u kojima nije moguće duže zadržavanje vozila-pauk zbog ometanja funkcionisanja dinamičkog saobraćaja (jednosmerne ulice, ulice sa slepim završetkom i dr.), a u kojima je do uvođenja sistema video pauk bilo intervencija samo po pozivu građana.

### 4. EFEKTI UVOĐENJA SISTEMA VIDEO PAUK

Da bi ocenili opravdanost sistema video pauk neophodno je vrednovati efekte. Kao parametar za merenje efekata uzet je prosečan mesečni broj uklonjenih vozila po jednom vozilu-pauk slika 2.



Slika 2. Prosečan mesečni broj uklonjenih vozila po jednom vozilu-pauk

Sa grafikona se vidi da prosečan mesečni broj uklonjenih vozila za jedno pauk vozilo u 2015-oj. godini je za 35% veći od broja u 2010. godini.

Ovaj rezultat može se pripisati sistemu video pauk po više osnova:

- Izbačena je ranija mogućnost neizlaska vozila na teren zbog neangažovanja ovlašćenog službenog lica u vozilu.
- Povećana je mogućnost uklanjanja vozila sa lokacija koje nisu u potpunosti pristupačne za pauk vozilo (slanje zahteva iz putničkog vozila).

- Broj uklonjenih vozila po sistemu video pauk u velikoj meri zavisi od motivisanosti i aktivnosti posada koje obilaze teren, a čija je mesečna zarada proporcionalna rezultatima na terenu.

Povećanje efektivnosti rada uticalo je na smanjenje nepropisno parkiranih vozila u zonama u kojima pauk vozila najčešće deluju.

Smanjen je broj nepropisno parkiranih vozila na kolovozu, a što neposredno utiče na povećanje protoka saobraćaja, na povećanje brzine toka, smanjenje gustine saobraćaja, a što indirektno utiče na smanjenje emisije izduvnih gasova od vozila i povećanje zaštite životne sredine.

Takođe, smanjenje nepropisno parkiranih vozila utiče i na povećanje broja regularno parkiranih vozila [3], tj. povećanje iskorišćenosti kapaciteta za parkiranje što neposredno utiče na prihod JKP Parking servis. O svemu ovome govori i pad za 24% u 2016. godini u odnosu na 2015. godinu i taj trend se nastavlja i u 2017. godini. Što se tiče 2018. godine podaci su za prvih šest meseci tekuće godine, rezultati ukazuju da broj uklonjenih vozila veći u odnosu na prethodne dve godine, ali je svakako to pokazatelj samo za prvu polovinu godine.

Sa aspekta bezbednosti saobraćaja smanjen je broj nepropisno parkiranih vozila što neposredno utiče na povećanje bezbednosti svih učesnika u saobraćaju, a naročito ranjivih učesnika u saobraćaju (pešaci, biciklisti, osobe sa invaliditetom, stara lica, deca i dr.)

Pored ovih pozitivnih efekata kojima je sistem video pauk doprineo postoje i negativni efekti uvođenja ovog sistema, a odnosi se na bezbednost i zdravlje na radu posada vozila-pauk. Posade u putničkom automobilu koji postavljaju rešenja i naloge kao i posade vozila-pauk su često izloženi vređanju, a ne isključuje se fizički obračun sa vozačima čije je vozilo zatečeno u prekršaju. Uvođenjem sistema video pauka broj ovakvih napada se povećao jer ovlašćeno službeno lice nije u vozilu-pauk što ohrabruje nasilne vozače na protiv pravno ponašanje.

## 5. ZAKLJUČAK

Implementacijom sistema video pauk se pružila mogućnost angažovanja svih raspoloživih kapaciteta, na radu su sva tehnički ispravna vozila što nije bio slučaj u prethodnom periodu kada je broj vozila na radu direktno zavisio od broja

ovlašćenih službenih lica koja su morala biti stalno prisutna u vozilu.

Organizacija RJ Transport i primena sistema video pauk omogućila je evidentiranje prekršaja od strane posade koja obilazi teren putničkim automobilom čime je stvorena mogućnost i uklanjanja nepropisno parkiranih vozila sa zaturenih ili udaljenih lokacija na kojima su ranije vozila uklanjana isključivo po pozivu trećih lica.

Postupak primene uklanjanja nepropisno parkiranih vozila uz pomoć sistema video pauk je jasno definisan i ne iziskuje puno vremena za obuku zaposlenih kojima je namenjen. Oprema koja se koristi u vozilima pauka i dispečerskom centru je jednostavna za korišćenje. Broj angažovanih ovlašćenih službenih lica je smanjen na minimalan broj što je poboljšalo poslovne odnose sa Upravom saobraćane policije.

Navedene činjenice su rezultirale povećanjem broja uklonjenih vozila po jednom pauk vozilu, što dalje doprinosi povećanju komunalnog i saobraćajnog reda na ulicama Niša.

## LITERATURA

- [1] Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima Republike Srbije, "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 i 41/2018 - dr. zakon
- [2] Dimitrijević Dejan i dr., Sistem za evidenciju nepropisno parkiranih vozila i izdavanje rešenja za uklanjanje u elektronskoj formi, YU Info 2014.
- [3] Milosavljević, N. Parkiranje, Saobraćajni fakultet Beograd, 2010.

## PRIKAZ RAZVOJA MODELA ORGANIZACIJE TAKSI TRANSPORTA REVIEW OF MODEL DEVELOPMENT FOR ORGANIZATION OF TAXI TRANSPORT

Vladimir Popović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj:** *Taksi transport putnika je predmet stalnog i intenzivnog interesovanja stručnjaka, organa uprave gradova, prevoznika i korisnika svuda u Evropi i svetu. O tome govore brojni objavljeni naučni i stručni radovi, projekti, članci u specijalizovanim časopisima itd. Za probleme koji se javljaju u ovoj oblasti, nema "idealnih" modela rešenja već se traže sopstveni putevi u skladu sa lokalnim uslovima. Modeli su neizostavni alat za donosiocje odluka kada odlučuju o glavnim merama politike taksi usluga, kao što su veličina voznog parka, tarife ili operativni oblici usluga u gradu. U ovom radu biće prikazan istorijski razvoj osnovnih modela organizacije taksi transporta, kao i značaj i potreba za rasvojem novih savremenih modela koji odgovaraju postavljenim ciljevima Evropske komisije za transport.*

**Ključne reči:** *taksi, transport putnika, modeli, razvoj modela, organizacija*

**Abstract:** *Taxi passenger transport is the subject of constant and intense interest of experts, city administration authorities, carriers and users throughout Europe and the world. This is confirmed by numerous published scientific papers, projects, articles in specialized journals, etc. For problems that arise in this area, there are no "ideal" models of solutions, but their own paths are being sought in accordance with local conditions. Models are an indispensable tool for decision-makers when deciding on the main policy measures of taxi services, such as the size of the vehicle fleet, tariffs or service forms in the city. In this paper will be presented the historical development of basic models of taxi transport organization, as well as the importance and the need to develop new modern models that correspond to the set goals of the European Commission for transport.*

**Keywords:** *taxi, transport of passengers, models, model development, organization*

### 1. UVOD

Taksi transport putnika (TTP) se navodi kao podsistem Javnog Gradskog Prevoza Putnika (JGPP) (ili kako se nalazi u stranoj literaturi „Urbanog transporta putnika“) i često se u stručnoj literaturi pogrešno naziva *paratranzit*<sup>1</sup>, odnosno polujavni prevoz putnika ili prevoz putnika na iznajmljivanje. Ovakav prevoz putnika, podrazumeva transportnu uslugu koju obezbeđuje prevoznik i raspoloživ je za one korisnike, koji prihvataju uslove iz Ugovora o prevozu, tj. propisanu cenu koja može da zadovolji **različite stepene individualnih želja korisnika**.

Ono što je zajedničko za sve stručnjake koji se bave sistemima taksi transporta putnika, to je mišljenje da **taksi transport putnika pripada javnim uslugama**. Prema definiciji stručne grupe za Urbani transport putnika Evropske komisije: „*javna usluga ispunjava zadatke od zajedničkog interesa koje definiše javnost, a koje obezbeđuju organi javne*

*uprave odgovorni da se društveni zahtevi izraze preko definisanih specifikacija. Ona predstavlja uslugu raspoloživu za korisnike u prihvatljivim – razumnim okvirima pristupačnosti i cene*“.

U svetu, i ako je taksi transport putnika generalno priznat kao koncept, mali broj stručnjaka u potpunosti poznaje način funkcionisanja taksi industrije. Obim usluga sumiranih pod terminom „taksi“ različit je od zemlje do zemlje. Ove različitosti idu do tog nivoa, da su način organizacije i vrste usluga drugačije u različitim gradovima iste zemlje.

Jedna od najstarijih definicija taksija, koja datira još iz 17. veka, definiše taksi kao vozilo za iznajmljivanje sa vozačem, koje se koristi od strane jednog ili manje grupe putnika, najčešće za nedeljenu vožnju<sup>2</sup>. Kao takav, taksi transport putnika zauzima značajnu ulogu u pružanju prevoza u svim delovima sveta, nudeći odmah prepoznatljivu uslugu korisnicima. Ovaj vid (mod) transporta značajno doprinosi lokalnoj ekonomiji, pružajući pristup ka i od raznim socijalnim

<sup>1</sup> **Paratranzit** je suprotan institucionalnom transportu putnika (JGPP) koji je baziran na planiranoj transportnoj usluzi. Često je klasifikovan kao „neformalan“ ili čak „ilegalan“ transport, koji je organizovan na granici institucionalnog transportnog sistema, ponekada preuzimajući ulogu glavne komponente transportnog sistema putnika. (Ferro P. S., Paratranzit: a key element in a dual system, 2015. Agence Francaise Developpement)

<sup>2</sup> **Nedeljena vožnja** je vožnja gde grupa putnika putuje od tačke A do tačke B bez usputnih stajanja i izmene putnika.

aktivnostima, doprinosi razvoju turizma i pruža socijalno poželjnu pristupačnost građanima bez automobila kao i uslugu prilikom hitnih slučajeva. Sistem taksi transporta putnika je i privredni sistem (tržište) koji zapošljava veliki broj ljudi u urbanim sredinama i utiče značajno na kvalitet života gradske populacije.

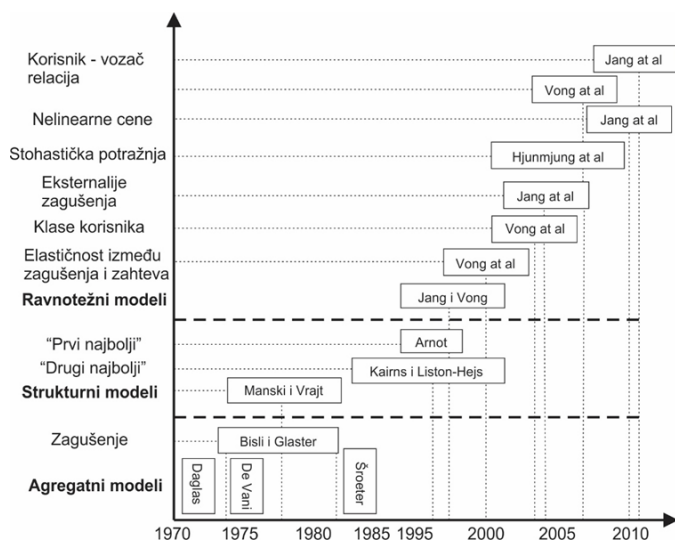
Mnogi stručni radovi su se bavili problemom organizacije taksi transporta u gradovima i mogućnostima primene različitih modela. Najveća nedoumica prilikom definisanja primene modela jeste odabir potpuno regulisanog ili deregulisanog sistema taksi transporta. U radu „Taxi industry regulation, deregulation and reregulation: the paradox of market failure“, profesor prava Paul Stephen Dempsey sagledava sa pravnog aspekta prednosti i mane navedenih modela taksi transporta u gradovima Amerike. Takođe, u radu „A review of the modeling of taxi services“ grupa autora daje pregled različitih modela planiranja i organizacije taksi transporta, sa posebnim osvrtom na trenutno stanje tržišta taksi transporta i uticaj regulacije i deregulacije na samo tržište. Autori rada „Economies of scale in the taxicab industry“, definišu značaj primene ekonomskog modela elastičnosti ponude i tražnje prilikom odabira konačnog modela koji će biti primenjen u određenom sistemu (gradu). Značaj taksi transporta za grad, kao jednog od nosećih vidova transporta u savremenim gradovima, kao i različita rešenja za različite sisteme koja su svedena na tipološki model, dali su autori Jørgen Aarhaug i Kåre Skollerud u radu „Taxi: different solutions in different segments“

U ovom radu, biće prikazan sistematizovan istorijski razvoj modela za organizaciju taksi transporta u gradovima, koji su se javljali u različitim razdobljima i različitim gradovima u svetu. Određeni modeli su se bazirali na pravnim regulativama, jedna grupa modela je izvedena iz ekonomskih zakonitosti, a u skorije vreme imamo pojavu hibridnih modela koji udružuju različite pristupe iz različitih oblasti nauka (kako iz tehničko tehnoloških tako i iz oblasti socijalnih nauka).

## 2. POSTOJEĆI MODELI TTP-A

Ranih 70-ih mnoga istraživanja su objavljena u vezi sa taksi sektorom. Dok su prva istraživanja bila povezana sa profitabilnošću sektora i nužnosti za regulacijom korišćenjem agregatnih modela, kasnija istraživanja primenjivala su realističnije modele u taksi sektoru: od najjednostavnijeg modela Wong-a razvijenog 1997 za malu taksi flotu, pa sve do najsofisticiranijeg modela Wong (2009) koji je bio u mogućnosti da simulira saobraćajne tokove, elastičnost tražnje, različite klase korisnika, eksterna zagušenja i nelinearne troškove, uzimajući u obzir različitosti tržišta (slika. 1.). Douglas je 1972. godine razvio prvi agregatni taksi model koristeći ekonomske odnose iz drugih sektora (dobara i usluga). Mnogi autori (de Vany 1975., Beesley 1973., Schroeter 1983.) su koristili predloženi agregatni model za razvoj svojih modela koje su testirali u različitim tržištima. Razvoj strukturnog modela je tekao duži vremenski period. Manski i Wright (1976.) su dali prve osnove ove vrste taksi modela, da bi krajem 20-tog veka Arnott (1996.) i Cairns sa Liston-Heyes (1996.) usavršili strukturni taksi model, dobijajući dosta realističnije rezultate u odnosu na svoje prethodnike. Najveći doprinos razvoju strukturnih modela dali su Yang i Wong (1997. – 2014.) razvojem preciznih modela, koji su u obzir uzimali prostornu distribuciju putovanja,

ponudu i potražnju, korišćenjem saobraćajnih modela. Primena savremenih tehnologija poput GPS-a, GPRS-a i GIS-a, takođe je razmatrana i simulirana u različitim modelima koji su testirani u različitim gradovima, dokazujući njihovu korist i opravdavajući njihovu upotrebu. Beesley (1973. 1983.) je proučavao podatke prikupljene u različitim gradovima UK, najviše iz Londona, dok je Schroeter (1983.) prvi koristio podatke prikupljene iz taksimetra u svom modelu (podaci su bili prikupljeni iz taksi kompanija u Mineapolisu). Schaller (2007.) je koristio intervju i upitnike na koje su davali odgovore vozači i vlasnici taksija kao i korisnici iz različitih gradova Evropske unije.



Slika 1. Evolutivni tok razvoja modela za organizaciju taksi transporta putnik u gradovima (J.M. Salanova, 2011:155)

### 2.1 Agregatni i Strukturni modeli

Daglas (1982) je začetnik prvih studija vezanih za taksi sektor. On je razmatrao taksi tržište u kome vozila mogu biti angažovana bilo gde na gradskim ulicama sa definisanim tarifama i slobodnim ulazom. On je zaključio da maksimalni prihod u ovoj industriji se pojavljuje u tački gde su zahtevi na granici sa maksimumom, karakterišući socijalni status kao efikasan, ali nepouzdan parametar u ovim studijama. Definicije koje su predložene od strane Daglasa (1975) kasnije su korišćene kao referentne definicije od strane ostalih autora. De Vani (1975) predložio je rešenje za različite tipove taksi tržišta: Monopol (gde su ulaz i tarife regulisani), Takmičarsko tržište (slobodni ulaz i regulisane tarife) i Tržište Medaljona. U slučaju tržišta Monopola program poslovanja taksi preduzeća koji je predložen od strane De Vanija (1975) je u cilju povećanja ukupnog prihoda. On je dokazao da je potražnja maksimalna u zavisnosti od ograničenja nultog profita. On se složio sa Daglasom (1972) u tome da efikasne cene minimalizuju učinak i zaključuje povećanje kod regulisane cene povećava kapacitet u Takmičarskom tržištu nego li u tržištu Monopola. Bizli (1973) i Bizli i Glejster (1983) su istraživali različita tržišta i njihove karakteristike u pokušaju da postave smernice za donošenje odluka korišćenjem modela za simuliranje relevantnih zaključaka odluka u taksi tržištu.

Arnot (1996) je analizirao uticaj nepredviđenih troškova na produktivnost, predlažući umanjenje ovih troškova prihvatanjem dužih vožnji. On je razvio strukturni model

uzimajući u obzir faktor potražnje i njegovu distribuciju na dvodimenzionalnoj mreži grada u cilju definisanja što kvalitetnije lokacije taksi stajališta. On je zaključio da je subvencionisanje neophodno ukoliko ne postoji obezbeđeno praćenje, organizacija i kontrola, i da su nepredviđeni troškovi pokriveni jedino kada su taksi vozila zauzeta. Čang i Huang (2003) proširili su istraživanja Dagleasa (1972) na optimizaciju upražnjenosti taksi vozila i tarifnu politiku. Čang i Ču (2009) su nastavili istraživanja koristeći generalisane modele sa maksimizacijom dobiti sa izbegavanjem ograničenja elastičnosti. Njihov model može da analizira i optimizuje upražnjenost vozila i nivo subvencija tarifa u okruženju „Prvi najbolji“ (First Best)<sup>3</sup>. Danijel (2003) definiše modele taksi tržišta u kome su tarife i ulazak na tržište regulisani. Ovi modeli su testirani uz pomoć podataka iz Šelerovih istraživanja (2007). On je pronašao neelastičnu vezu između praznih taksi vozila i zahteva korisnika, koristeći funkciju zahteva korisnika zavisnu od cene usluge i broja praznih taksi vozila. Fernandez et al (2006) posmatra i analizira karakteristike „krstarećeg taksi tržišta“<sup>4</sup>, dokazujući postojanje jedinstvene ravnoteže između dereguliranih taksi tržišta i njegovog odgovora na monopolističku ravnotežu. Oni su došli do zaključka da regulacija ulaska vozila na taksi tržište je suvišna ukoliko postoji regulacija tarifa, i da u tom slučaju (primena obe regulacije) može doći do pogoršanja stanja unutar samog tržišta. Oni su posmatrali sistem sa većim brojem manjih operatera, gde je povraćaj uloženi sredstava bio nemoguć kao ni ostvarivanje socijalnog minimuma (minimum zarade, penzionog i zdravstvenog osiguranja) i došli su do zaključka da je potrebu za regulacijom potrebno veoma pažljivo uzeti u obzir u zavisnosti od karakteristika samog (pojedinačnog) tržišta, vodeći se činjenicom da je razlika između „Drugog najboljeg“ (Second Best)<sup>7</sup> i nereguliranog slobodnog tržišta vezana za specifične ključne slučajeve. Masov i Kanbolat (2010) su razvili model za simulaciju ponašanja taksi vozila u „dispečerskom tržištu“, gde je svako vozilo postavljeno u virtuelni red koji je generisan u pojedinačnoj zoni grada koju karakterišu potrebe za taksi uslugom. Doneli su zaključak da taksi vozila čekanja na vožnju trebaju da realizuju na granicama zona, uz predlog formiranja super zona u cilju povećanja nivoa usluge.

## 2.2 Ravnotežni modeli

Gore navedene studije su detaljno ispitali oba vida regulacije i cenovnu i ulaznu u taksi tržištu, bazirajući njihove modele u agregatnoj tražnji i ponudi i testirajući ih na različitim tržištima (monopolistički i konkurentni). Glavne pretpostavke su odnosi između vremena čekanja i ukupnog broja praznih taksi vožnji, stalnih troškova po satu i procena potražnje zasnovana na tarifama i vremenu čekanja putnika. Neki od autora predstavljeni gore koristili su strukturne modele, ulazeći u kompleksniju simulaciju taksi tržišta. Ovi strukturni modeli uključuju rad Manskija i Wrajta (1976), koji je obezbedio specifični strukturni model jedne taksi stanice, i Amona (1996), koji je istražio „prvo najbolje rešenje“ imajući u vidu prostornu formu u distribuciji potražnje kupaca. Yang i Wong su predstavili seriju modela od 1997 – 2010 proučavajući taksi tržište u mreži Hong Kong. Njihovi prostorni modeli su više realni od agregatnih. Yang i Wong

(1998) predstavili su mrežu modela opisujući kako će se kretati prazni i zauzeti taksiji u urbanoj mreži istražujući poznate mušterije kojima je pružena usluga prevoza. Oni su pretpostavili stacionarne pokrete taksija i potražnju mušterija, bez elastičnosti tražnje, bez zagušenja, „sve ili ništa“ ponašanje na rutu i pokušaje da svaki taksi minimalizuje vreme putovanja prilikom tražnje novog klijenta. Pretpostavljali su da je očekivano vreme pretraživanja u svakoj zoni identično raspoređeno po Gumbel funkciji i da verovatnoća slobodnog taksija u zoni da sretno mušteriju u drugoj zoni prateći logit model, uzimajući parametar informacija za uzimanje u obzir iskustvo taksi vozača (stariji vozači će naći vožnju brže), dokazujući da sa boljim znanjem, manja vozna flota može imati bolje rezultate za oboje, za taksi vozača i mušterije. Zaključuju da vozni park taksija i informacije o taksistima moraju biti regulisani kako bi se postiglo bolje korišćenje taksija uz održavanje određenog nivoa usluga. Wong i Yang (1998) su poboljšali algoritam za garantovano pronalaženje korisnika u sistemima velikih razmera. Yang et al. (2000) je analizirao odnos ponude (dostupnost taksija) i potražnje (iskorišćenje taksija) na taksi tržištu, razvoj nelinearnog sistema potražnje putnika, korišćenje taksija i nivoa usluge. Predloženi model je zasnovan na konceptu teoriju redosleda i ravnoteže ponude i potražnje, koristeći broj licenci, tarife, prihode i izgubljenog vremena kao egzogene varijable, dok su potražnja, dostupnost taksija, korišćenje i vreme čekanje vozača endogene varijable. Oni procenjuju parametre njihovih modela koristeći podatke o istraživanju, prikazujući vrednost endogenih varijabli gore navedenih u odnosu na broj taksija i primenjene tarife. Wong et al. (2001) je dodao zagušenje mreže i elastičnosti potražnje. Procenjujući njihove rezultate oni se slažu sa Manskijem i Wrajtom (1976), Sroeterom (1983) i Arnotom (1996) u činjenici da će povećanje broja taksija biti korisno za oboje, mušterije i vozače, ali samo manjeg taksi parka jer je to nestabilna situacija, koja se retko pojavljuje na realnom taksi tržištu. Wong and Wong (2002) je razvio efikasniji algoritam rešenja i analizirao društveni višak taksi tržišta. Wong et al. (2004) je simulirao realan mod izbora sa različitim tipovima korisnika i modnim klasama. Yang et al. (2005) je istražio posledice eksternaliteta u različitim tržištima. Oni su pretpostavili da profitabilni „prvi-najbolji“ društveno optimalni uslov se pojavljuje u teškom i zagušenom taksi tržištu, gde ulaz dodatnih taksija na taksi tržište ima veliki efekat marginalnog zagušenja (i stoga ulaz treba da bude visoko kontrolisan na društvenom optimalnom nivou). Oni zaključuju da u konkurentnom tržištu „drugi najbolji“ kao rešenje vodi ka efikasnijem korišćenju taksija, uz povećanu potrebu za manjim voznim parkom i većom tarifom. Svi modeli koji su komentarisani gore koriste linearnu strukturu taksi tarife, čineći duže distance (od/do aerodroma) putovanja profitabilnije što kao negativan efekat stvara prekomerne ponude na aerodromima, gubljenje sati taksi usluga na redovima čekanja. Schaller (2007) je dokazao da slobodan ulazak na tržištu u USA i Kanadi ima za posledicu smanjenje nivoa usluge, jer će taksisti prihvatati samo najprofitabilnija putovanja. U cilju razdvajanja viška taksija sa aerodroma do drugog područja, i povećanja iskorišćenje taksi kapaciteta, kao i povećanje kvaliteta usluga, Yang et al. (2010a) uključuje

<sup>3</sup> First Best i Second Best su ekonomske teorije na kojima se baziraju strukturni modeli taksija

<sup>4</sup> „Cruising taxi market“ – Krstareće taksi tržište ima svojstvenu karakteristiku da su taksi vozila konstantno u pokretu, u potrazi za korisnikom usluge.



nelinearnu cenu taksi usluga u njihovim modelima. Oni su identifikovali pobjeda-pobjeda situaciju (višak za proizvođača i potrošača) kreiranu od strane Pareto-poboljšanja, razmeštajući taksi uslugu na celoj teritoriji grada (sistema). Hyunmyung et al. (2005) je dodao stohastičko ponašanje potražnje u razvoju stohastičnih modeliranja u dinamičnoj transportnoj mreži. Oni su simulirali proces učenja taksi vozača primenjujući evolutorni pristup dan za dan uveden od strane Horowitz (1984), Vythoulaks (1990) i Cascetta i Cantarella (1991). Oni su pored testiranja ponašanja taksi vozila na mreži uz indukovanu potražnju na osnovu empirijski prikupljenih podataka, istražili i efikasnost taksi informacionog sistema u smanjenju nepotrebnih putovanja, i dokazali da je korišćenje informacionog sistema jednako povećanju broja taksija za 20% u odnosu na kvalitet usluge (kao što je ukazano od strane Yang i Wong).

Ovde je bitno napomenuti, da su se ravnotežni modeli bazirali na modelima makroekonomske ravnoteže (aggregate supply – aggregate demand) koji postavljaju u ravnotežu agregatnu potražnju i agregatnu ponudu.

### 2.3 Ostali modeli

#### Model verovatnoće opsluge sistema

Kod ovog modela, kao parametri kvaliteta sistema kod optimizacije broja vozila u sistemu TTP u izabrani su:

- Verovatnoća pristupa u sistem izražena kao mogućnost da će korisnik u bilo kom trenutku vremena u toku dana (24 časa) imati na raspolaganju slobodno bar jedno taksi vozilo.
- Sa druge strane podsystem TTP, odn. broj taksi vozila, određen je tako da stepen iskorišćenja vozila u sistemu bude toliki da omogući rentabilno i profitabilno poslovanje uz traženi kvalitet usluge.

Ovi uslovi su respektovani kod svih proračuna i izrade svih nomograma za određivanje potrebnog broja vozila na radu u različitim uslovima broja i obima zahteva za uslugom. U modelu su primenjene metode masovnog opsluživanja: tip sistema masovnog opsluživanja (SMO) je poznat kao višekanalni SMO sa otkazima.

#### Regulatorni i analitički modeli

Analiza taksi tržišta se u značajnoj meri javlja iz zakonskog okruženja u kojem se pružaju usluge. Različiti oblici analize mogu biti povezani sa specifičnim oblastima tržišne kontrole i kreću se od pristupa (modela) koji identifikuju uporednu poziciju taksi vida transporta u odnosu na druge oblike transporta, do složenih modela snabdevanja. Složenost modela odražava složenost kontrola koja se primenjuju na tržištima, koja se razlikuju od lokacije do lokacije.

Značajan element taksi analize proizilazi iz potrebe da se utvrdi odgovarajući broj dozvola u gradovima koji su se odlučili ograničiti ih, ali se ona širi i na elemente vezane za osiguranje bezbednih vozila, kao i na postavljanje tarifa na osnovu izmerenih troškova.

“Taksi model” bi se mogao definisati kao alat koji se primenjuje za utvrđivanje optimalnih tržišnih uslova na koje treba uticati u cilju optimizacije kontrola tržišta. Ovde treba imati u vidu kvalitativnu, kvantitativnu i ekonomsku (KKE)

regulaciju pri čemu je, u Velikoj Britaniji, značajan akcenat na kvantitativnoj kontroli.

U Velikoj Britaniji, uobičajeni pristupi su proistekli iz razvoja modela snabdevanja koji naglašavaju uticaj promena u snabdevanju ukoliko taksi vid nije angažovan. Metod zastupljen u SAD-u proizilazi iz modela celokupne promene tražnje za taksi vidom transporta na osnovu koje se određuje potreba za taksi licencama. Osim modela koji se bave potrebom za većim ili manjim brojem taksi licenci, taksi se takođe može uključiti u šire analize zasnovane na saobraćaju pri određivanju izbora rute, kao i u socijalnim i ekonomskim modelima.

Postoje i posebni vidovi analiza koji se bave određivanjem operativnih troškova taksija i uključuju analitičke pristupe koji se primenjuju na tarife, kao i analize primenjene na operativne aspekte taksi snabdevanja uključujući taksi stajališta i kontrole.

Pojam “model” se odnosi na bilo koji proces kojim se primenjuju određeni propisi na lokalno pružanje taksi usluga. Termin se često koristi da označi dve stvari. Prvu, opis skupa faktora koji se odnose na primenu niza kontrola (regulatorni model); drugu, analitičke alate koji se koriste za određivanje načina organizacije taksi usluga.

Oba, i regulatorni i analitički modeli postoje u svim zemljama koje primenjuju kontrolu taksija.

**Tabela 1. Regulatorni i analitički modeli primenjeni u taksiju (Cooper et al, 2010:34)**

	Kvalitativna kontrola	Kvantitativna ograničenja	Ekonomska regulacija
Regulatorni Modeli	Bezbednost putnika u vozilu Udobnost vozila Izgled vozila	Broj licenci/ Sistem medaljona	Tarife Troškovi
Analitički Modeli	Testiranje vozila od strane nadležnog organa	Merenje i praćenje (nezadovoljene) potražnje	Troškovni modeli

### 3. TRENDOVI U RAZVOJU MODELA TTP-A

Trenutni trendovi, koji se mogu identifikovati u Velikoj Britaniji od deregulacije autobusa po Zakonu o transportu iz 1985. godine i u SAD-u nakon deregulacije tržišta i ponovnog regulisanja sedamdesetih i osamdesetih godina, imaju tendenciju da odražavaju dva alternativna izbora regulisanog ulaza na tržište ili s druge strane potpuno neregulisan ulaz na tržište.

Zakon o transportu iz 1985. godine uveden je u Velikoj Britaniji, prvenstveno za deregulaciju autobuskih službi u Engleskoj i Velsu, zajedno sa sličnim zakonima u Škotskoj. Zakon je takođe dozvolio (ali nije nametnuo) otvaranje taksi tržišta, dozvoljavajući licencnim organima izbor da uklone kvantitativna ograničenja. Dalje intervencije po ovom pitanju nastavljene su nakon 2003. godine sa izveštajem Ureda o fer trgovini (eng: OFT) (izveštaj broj 676 - OFT, 2003), koji je ukazao da ograničavanje ulaza na tržište ne odgovara potrebama javnosti. U svom izveštaju, OFT je zaključio da su postojeće strukture, u kojima postoje ograničenja ulaska, delovale protiv javnog interesa i, iako na pitanje kvaliteta može uticati neograničavanje, postojali su alternativni oblici regulacije koji su bili prikladniji od postojećih oblika kontrole.

Izveštaj OFT-a je doveo u prvi plan tekuće diskusije unutar licenciranih autoriteta započete Zakonom o transportu iz 1985. godine. Izveštaj je takođe fokusirao pažnju na primenjene analitičke modele, od kojih je većina bila usmerena na specifične zahteve utvrđene u aktu Lokalne uprave kao i aktu Građanske uprave. Oba akta zahtevaju od vlasti koje se zalažu za uvodjenje kvantitativnih ograničenja da pokažu da ne postoji značajna nezadovoljena tražnja što je u stvari bila osnova za kreiranje modela Značajno - nezadovoljene potražnje (u daljem tekstu SUD model - Significant Unmet Demand).

Specifična priroda zahteva rezultirala je nizom analitičkih pristupa koji su tražili da izmere značajnu nezadovoljenu potražnju (SUD). Pojavili su se brojni pristupi od kvalitativnih istraživanja potrošača do kvantitativnih merenja.

Iako izveštaj OFT-a (2003) nije uspeo da izazove potpun prelazak na deregulaciju u taksi industriji, njeni nalazi doveli su do paradigme ubrzavajući korak ka deregulaciji i usredsređujući pažnju na efikasnost tržišnih kontrola.

Taksi model tržišta pojavio se kao serija testova specifičnih za snabdevanje (u Velikoj Britaniji) i potražnju (u SAD) za taksijem. Modeli tržišta mogu se primeniti na bilo koji od oblasti regulacije (KKE) pri čemu bi trebalo uzeti u obzir više od jedne oblasti regulatorne kontrole, međutim trenutni modeli tržišta taksi imaju tendenciju da se koncentrišu na pojedine oblasti regulacije u izolaciji.

#### 4. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Razvoj modela organizacije taksi transporta je otpočeo 70-tih godina prošlog veka. Do danas, univerzalni model koji bi imao primenu u svim gradovima sveta, nije definisan. Međutim, zahvaljujući razvoju navedenih modela, njihovim testiranjem i primenom u različitim taksijem sistemima (različitim gradovima), danas imamo definisane osnovne elemente funkcionisanja ovog zasebnog sistema javnog prevoza putnika koji je do skora pogrešno sagledavan kao podsistem javnog gradskog prevoza putnika. Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da je potrebno **definisanje pouzdanog modela** planiranja i organizacije auto taksi transporta putnika, koji bi omogućio u kratkom vremenskom periodu tri osnovne funkcije upravljačima sistema: ispravno planiranje, kvalitetnu organizaciju i kontinuirano praćenje u funkciji reproduktivnosti sistema.

Na osnovu zahteva svih interesnih grupa i definisanja odnosa unutar tržišta, definisani su nivoi i kriterijumi po kojima sistem taksi prevoza treba da bude dimenzionisan:

1. Zadovoljenje zahteva za taksi uslugama uz ekonomsku cenu usluga
2. Definisanje nivoa kvaliteta usluge
3. Definisanje odnosa grada i operatera
4. Uticaj na unapređenje delatnosti
5. Taksi delatnost kao samo-reproduktivna i napredna delatnost

Osnovni parametri u cilju ostvarivanja reproduktivne sposobnosti sistema taksi transporta putnika su prihodi i troškovi navedenog sistema, broj zahteva u sistemu u toku dana, nedelje, meseca i godine kao i vreme opsluge. Pored navedenog, uzimajući u obzir osnovne principe tržišta u vidu elastičnosti ponude i tražnje a u funkciji kvaliteta za reproduktivnom sposobnošću, definišu se početni parametri za razvoj savremenog modela organizacije taksi transporta u gradovima.

#### LITERATURA

- [1] Aarhaug J., Skollerud K., "Taxi: different solutions in different segments", *Transportation Research Procedia* vol. 1, 2014.
- [2] Beesley M. E., „Regulation of taxis“, *Royal economic society. The economic journal*. Vol. 83, No. 329 Mart 1973.
- [3] Cooper J., Mundy R. and Nelson J., „Taxi! : urban economies and the social and transport impacts of the taxicab. (Transport and society)“, *Ashgate Publishing Limited, ISBN 9780754676287, 2010.*
- [4] Dempsey P. S., "Taxi Industry Regulation, Deregulation & Reregulation: the Paradox of Market Failure", *Transportation law journal*, Vol. 24:73, strane 74-116, 1996.
- [5] Moore T., Balaker T., "Do Economist Reach a Conclusion on Taxi Deregulation", *Econ journal watch*, Volume 3. No.1, 2006.

## ANALIZA S-N MODELA ZA PREDVIĐANJE ZAMORNOG VEKA TRAJANJA ANALYSIS OF S-N MODELS FOR FATIGUE LIFE PREDICTION

Nenad Stojković, Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.

**Sadržaj** – S-N krive predstavljaju jedan od najstandardnijih alata za procenu zamornog veka trajanja materijala i konstrukcija. Definišu se na osnovu eksperimentalnim podataka dobijenih ispitivanjem uzoraka izloženih cikličnom opterećenju do loma. Izražene su matematičkim modelima čiji se parametri dobijaju fitovanjem prema eksperimentalnim podacima. U ovom radu su, analizirane razlike u predviđanju veka trajanja primenom u literaturi najčešće korišćenih modela S-N krivih i metoda za dobijanje njihovih parametara.

**Ključne reči:** S-N modeli. Zamor materijala. Numeričke metode.

**Abstract** - S-N curves are one of the most widely spreaded tools for the prediction of fatigue life of materials and structures. They are defined from the data obtained by repeated experimental testing of the fatigue life of samples subjected to cyclic loading. The parameters of mathematical models of S-N curves are usually obtained by fitting them to experimental data. This paper shows the analysis of the differences in fatigue life predictions obtained by using the most common S-N models from the literature and different methods for the determination of their parameters.

**Key words:** S-N models. Fatigue. Numerical methods.

### 1. UVOD

U inženjerskoj praksi, većina tipova konstrukcija su izložene opterećenjima promenljivog karaktera. Ono se često predstavlja kao ciklično promenljivo opterećenje koje sa određenom učestalošću deluje na konstrukciju. Usled dejstva ovakvog opterećenja dolazi do pojave zamora materijala, odnosno konstrukcijskih elemenata. Zamor materijala je pojava njegovog postepenog razaranja usled dugotrajnog dejstva promenljivog opterećenja, koje po svom intenzitetu uobičajeno ne dovodi do prekoračenja napona tečenja. Otkazi usled zamora, u velikoj meri se razlikuju od otkaza koji nastaju pod dejstvom statičkog opterećenja. Do njih dolazi pri manjim silama u odnosu na otkaze pri statičkom opterećenju. Stoga je za konstrukcije koje su izložene zamoru veoma važno proceniti broj ciklusa opterećenja koje mogu izdržati pre loma, odnosno zamorni vek trajanja, pri nivoima opterećenja koji se javljaju u toku eksploatacije.

Procena veka trajanja konstrukcija (spojeva), odnosno broja ciklusa do loma pri određenom nivou opterećenja je najčešće podeljena područje niskocikličnog zamora i područje visokocikličnog zamora. Razlika između ova dva područja je u tome što se kod niskocikličnog analizira ponašanje elemenata konstrukcija kod kojih je u značajnoj meri zastupljeno elastoplastično stanje napona, dok je kod visokocikličnog dominantno elastično stanje napona. Iako se pod niskocikličnim zamorom najčešće podrazumeva zamor kod koga do loma dolazi nakon  $\leq 10^4$  ciklusa opterećenja, precizno definisana granica između niskocikličnog i visokocikličnog zamora ne postoji.

Najčešće korišćeno sredstvo za predviđanje zamornog veka trajanja konstrukcija i njihovih elemenata pod dejstvom cikličnog opterećenja konstantne ili promenljive amplitude su S-N krive. One se dobijaju ispitivanjem određenog broja uzoraka pri različitim nivoima opterećenja, sa definisanom konstantnom učestalošću i odnosom minimalne i maksimalne sile u ciklusu. Nivo opterećenja je najčešće definisan maksimalnom silom ili naponom ili njihovom amplitudom. Uzorci se ispituju do loma, pri čemu se beleži broj ciklusa pri kom se on dogodio (zamorni vek trajanja). Ukoliko pri određenom nivou opterećenja ne dolazi do loma nakon unapred određenog broja ciklusa, maksimalna sila tog nivoa opterećenja se naziva dinamička čvrstoća. Tako dobijeni eksperimentalni podaci se aproksimiraju određenom krivom, koja najčešće predstavlja linearnu zavisnost između nivoa opterećenja ili njegovog logaritma i logaritma broja ciklusa do loma. U različitim istraživanjima je pokazano da se zavisnost veka trajanja od nivoa opterećenja može predstaviti različitim funkcijama [1–3]. Sa druge strane, za određivanje parametara ovih funkcija se mogu upotrebiti različite metode. Pri analizi eksperimentalnih podataka se moraju dobro poznavati svi ovi modeli i metode, jer se u nekim slučajevima mogu dobiti nerealna predviđanja veka trajanja, pogotovo u području niskocikličnog zamora.

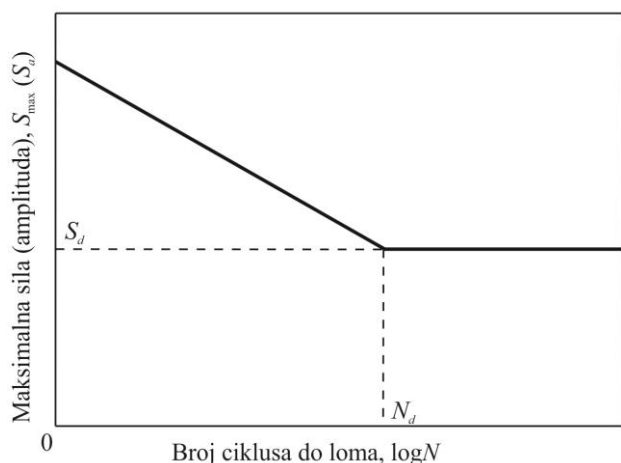
U ovom radu su, na primeru skupa eksperimentalnih podataka dobijenih ispitivanjem uzoraka spravljenih od kompozitnog materijala i izloženih cikličnom opterećenju do loma, analizirane razlike u predviđanju veka trajanja primenom u literaturi najčešće korišćenih modela i metoda za dobijanje njihovih parametara.

Rad je organizovan u četiri poglavlja. Nakon uvoda, u drugom poglavlju su kratko predstavljeni primenjeni matematički modeli i metode za određivanje njihovih parametara na osnovu eksperimentalnih podataka. U trećem poglavlju je prikazana primena ovih modela i metoda na primeru eksperimentalnih podataka iz literature i diskusija razlika u predviđanju veka trajanja opisanih matematičkih modela i metoda. Četvrto poglavlje je zaključak.

## 2. MODELI I METODE

### 2.1 Matematički modeli s-n krivih

Eksperimentalni podaci o veku trajanja pri dejstvu cikličnog opterećenja se po pravilu prikazuju na grafikonima koji kao apscisu imaju broj ciklusa do loma (odnosno njegov logaritam), dok je na ordinati prikazana nivo opterećenja ili njegov logaritam (Slika 1). Pristup predstavljanja eksperimentalnih podataka na ovaj način i predviđanja veka trajanja pomoću S-N krivih je, sredinom XIX veka, predložio Veler (Wöhler), ispitujući uzroke čestih lomova osovina železničkih lokomotiva [1]. Zbog toga se S-N krive u literaturi često nazivaju i Velerovim dijagramima.



Slika 1. Tipična S-N kriva

Kako je već napomenuto, u zavisnosti od karakteristika eksperimentalnih rezultata kriva zavisnosti veka trajanja od intenziteta opterećenja može imati različite oblike. Linearna zavisnost logaritma veka trajanja i maksimalne sile može se opisati sledećom jednačinom:

$$\log N = a + bS \quad (1)$$

gde je  $N$  vek trajanja (broj ciklusa do loma),  $S$  parametar opterećenja (maksimalna sila, ili amplituda), dok su  $a$  i  $b$  parametri modela koji se određuju fitovanjem prema eksperimentalnim podacima.

Ukoliko dobijeni rezultati pokazuju linearnu zavisnost na grafiku logaritma veka trajanja – logaritma maksimalne sile, S-N kriva može biti predstavljena sledećom jednačinom:

$$\log N = a + b \log S \quad (2)$$

ili, napisano u stepenom (power law) obliku:

$$N = cS^b \quad (3)$$

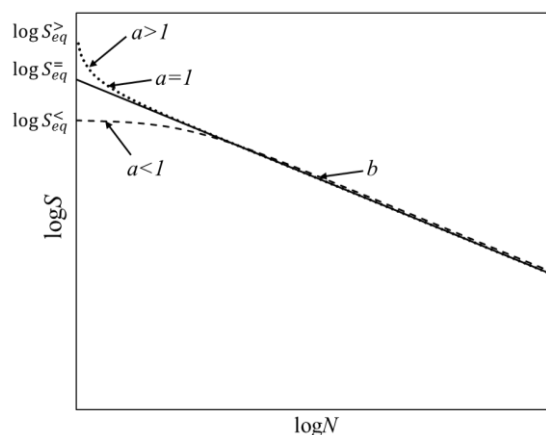
gde je  $c = 10^a$ .

S-N model, predstavljen jednačinom (3), poznatiji je pod nazivom Baskinov model (Basquin,[2]).

Za razliku od modela predstavljenih jednačinama (1-3), čiji se parametri primenom regresione analize (metodom najmanjih kvadrata) ili nekom drugom jednostavnom metodom mogu odrediti direktno iz eksperimentalnih podataka, Sendeckij (Sendeckyj) je u [3] razvio model čiji se parametri dobijaju posebnim postupkom, koji predviđanje veka trajanja zasniva na modelu degradacije čvrstoće. S-N kriva je predstavljena sledećom jednačinom:

$$S_{\max} = \frac{1}{S_u} (1 - a + aN)^{-b}, \quad (4)$$

gde je  $S_u$  statička čvrstoća,  $a$  i  $b$  parametri koji se dobijaju postupkom predloženim od strane Sendeckija [3]. Oni predstavljaju nagib linearnog dela, parametar oblika početnog dela krive i presečnu tačku sa Y osom, odnosno silu pri kojoj lom nastaje nakon jednog ciklusa opterećenja na logN-logS dijagramu (Slika 2).

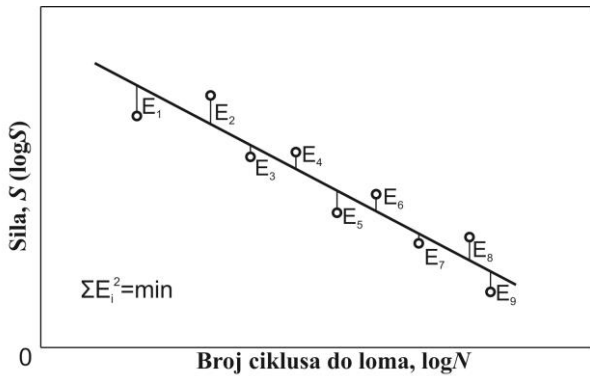


Slika 2. Sendeckijeva S-N kriva

### 2.2 Metode određivanja parametara s-n modela

Eksperimentalne rezultate ispitivanja zamornog veka trajanja po pravilu karakteriše veliko rasipanje. S obzirom na njihov probabilistički karakter i uobičajenu ograničenost broja ispitanih uzoraka, veoma je važno ovladati različitim tehnikama i metodama određivanja parametara S-N modela da bi se dobile krive sa određenom statističkom značajnošću. Ove metode se po pravilu zasnivaju na nekoj od determinističkih jednačina, ali podrazumevaju da se veličine koje u njima figurišu, kao što su vek trajanja ili ekvivalentna statička čvrstoća (u slučaju modela Sendeckija) mogu predstaviti određenim statističkim raspodelama. One se u najvećem broju slučajeva predstavljaju normalnom ili dvoparametarskom Weibulovom (Weibull) raspodelom.

Najčešće korišćen pristup određivanju parametara krive u okviru regresione analize je metoda najmanjih kvadrata. Princip funkcionisanja ove metode je ilustrovan na slici 3. Za pretpostavljene parametre nekog od modela, kriva dobija određeni oblik. Kao mera odstupanja odabranog empirijskog modela od eksperimentalnih podataka uzima se suma kvadrata odstupanja eksperimentalnih i proračunskih podataka (engl. sum of squared errors SSE). Optimalne vrednosti parametara modela su one za koje SSE ima minimalnu vrednost. U [4] je prikazan postupak za direktno određivanje parametara S-N modela (1) koji daju minimalnu vrednost SSE.



Slika 3. Princip metode najmanjih kvadrata.

Metoda Sendeckija se od prethodne metode razlikuje po dva osnova:

- 1) Njome se uvodi pretpostavka da se statička i dinamička čvrstoća, kao i vek trajanja mogu predstaviti dvo-parametarskom Weibulovom raspodelom.
- 2) Parametri modela se ne određuju direktno iz eksperimentalnih podataka, već se kvantitativno ocenjuju na osnovu skupa ekvivalentnih statičkih čvrstoća, sračunatih iz eksperimentalnih podataka. Pri tome se u proračun ekvivalentne statičke čvrstoće uvodi tzv. „SLERA“ princip (Stress Level Equal Rank Assumption), kojim se pretpostavlja da je vek trajanja pojedinačnog uzorka proporcionalan njegovoj statičkoj čvrstoći.

Kao što je već pomenuto, ova metoda je zasnovana na principu degradacije čvrstoće, koji je Sendeckij prikazao jednačinom:

$$S_R = S_{\max} \left[ \left( \frac{S_{ekv}}{S_{\max}} \right)^{-\frac{1}{b}} - a(n-1) \right]^{-b}, \quad (5)$$

gde je  $S_R$  preostala čvrstoća uzorka nakon  $n$  ciklusa opterećenja,  $S_{\max}$  maksimalna sila,  $S_{ekv}$  ekvivalentna čvrstoća, a  $a$  i  $b$  su parametri modela. Do loma dolazi kada je  $S_R = S_{\max}$ , odnosno  $n=N$ . Prema SLERA principu, veku trajanja i nivou opterećenja svakog uzorka odgovara jedinstvena vrednost ekvivalentne čvrstoće, koju je Sendeckij izrazio jednačinom:

$$S_{ekv} = S_{\max} [1 - a + aN]^{-b}. \quad (6)$$

Pomoću proizvoljno odabranih parametara  $a$  i  $b$  moguće je odrediti ekvivalentnu čvrstoću svakog polomljenog uzorka. Za tako dobijeni skup ekvivalentnih čvrstoća moguće je odrediti parametar oblika i parametar skaliranja Weibulove raspodele. Parametri  $a$  i  $b$ , kojima odgovara najveća vrednost parametra oblika Weibulove raspodele ekvivalentnih čvrstoća, predstavljaju realne parametre Sendeckijevog modela. Pri tome je statička čvrstoća jednaka odgovarajućem parametru skaliranja.

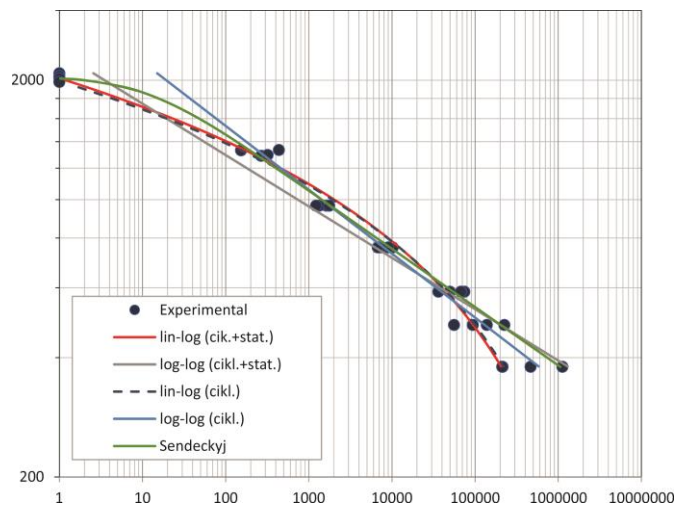
### 3. PRIMENA S-N MODELA NA PREDVIĐANJE VEKA TRAJANJA I DISKUSIJA REZULTATA

Za analizu rezultata predviđanja veka trajanja u ovom radu su korišćeni eksperimentalni podaci objavljeni u [5]. Oni predstavljaju rezultate ispitivanja kompozitnih epruveta izlažanjem cikličnom opterećenju do loma. Uzorci su spravljani od GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) kompozita sa

orijentacijom vlakana  $[0/\pm 45_2/0]_T$ , što predstavlja tipičan materijal koji se koristi za izradu elisa vetrogeneratora. Set podataka se sastojao iz rezultata ispitivanja statičke čvrstoće i veka trajanja u pet nivoa opterećenja. Pri tome, u svakom nivou opterećenja je ispitano po četiri uzorka. Rezultati ispitivanja su prikazani na slici 4.

S obzirom da su eksperimentalni podaci sadržali i rezultate statičkog ispitivanja, isti su iskorišćeni u analizi. Na taj način je povećan ukupan broj eksperimentalnih podataka, što je može dovesti do tačnijeg određivanja parametara modela. Sa druge strane pomoću statičkih čvrstoća uzoraka može se proveriti tačnost Sendeckijevog modela, jer u njegovom modelu ekvivalentna čvrstoća predstavlja nivo opterećenja kod kojega do loma dolazi nakon jednog ciklusa.

Treba napomenuti da je upotreba statičkih čvrstoća pri određivanju parametara osporavana od strane nekih autora [6]. Zapravo, njihova upotreba može dovesti do netačnih vrednosti nagiba krivih u području visokocikličnog zamora, pogotovo ako su podaci dobijeni ispitivanjem sa znatno nižim brzinama nanošenja sile ili deformacije. Sa druge strane, njihovo isključivanje može dovesti do određenih grešaka u predviđanju u području niskocikličnog zamora [7]. Takođe, još jedna nedoumica kod uključivanja statičkih čvrstoća pri određivanju parametara modela je činjenica da je u eksperimentu uzorak zapravo bio izložen  $1/4$  ciklusa opterećenja, a ne celom ciklusu, kako se pri analizi pretpostavlja. Stoga su u slučajevima kada je za određivanje parametara modela primenjena regresiona analiza isti određivani sa i bez uključivanja podataka o statičkoj čvrstoći. U slučaju Sendeckijevog modela, parametri su određeni samo sa uključivanjem statičkih čvrstoća u analizu. Određivanje parametara modela fitovanjem prema eksperimentalnim sprovedeno je u programu MATLAB. Za te potrebe su napisani kodovi prema algoritmima i postupcima proračuna prikazanim u [4,8]. Prema sračunatim parametrima modela definisane su S-N krive i prikazane na slici 4.



Slika 4. Poređenje eksperimentalnih rezultata i S-N krivih.

S-N krive su označene prema njihovom karakteru. Kriva sa oznakom „lin-log“ predstavlja linearnu zavisnost opterećenja i logaritma veka trajanja, definisanu jednačinom (1), dok log-log krivu karakteriše linearna zavisnost logaritma opterećenja i logaritma veka trajanja, koja je predstavljena jednačinama (2) i (3).

Na osnovu poređenja S-N krivih sa eksperimentalnim podacima i na prvi pogled se može primetiti da primenjeni modeli ne predviđaju podjednako dobro zamorni vek trajanja u visokocikličnoj i niskocikličnoj oblasti. U visokocikličnoj oblasti najbolje rezultate pokazuje kriva definisana log-log modelom čiji su parametri dobijeni primenom isključivo eksperimentalnih rezultata ispitivanja cikličnim opterećenjem. Ista kriva relativno dobro predstavlja vek trajanja i u niskocikličnoj oblasti. Međutim pri izuzetno visokim nivoima opterećenja, bliskim statičkoj čvrstoći, ovom krivom se dobijaju izuzetno nekonzervativna predviđanja, koja u praksi nikako ne mogu biti tačna. Korišćenjem statičkih čvrstoća za dobijanje parametara istog modela poboljšavaju se predviđanja u području najviših nivoa opterećenja, ali se u velikoj meri pogoršavaju predviđanja u ostalim oblastima. Ovako dobijena kriva je konzervativnija od svih ostalih u oblasti nivoa opterećenja kod kojih do loma dolazi između  $10^1$  i  $10^4$  ciklusa, dok u visokocikličnoj oblasti zajedno sa Sendeckijevom krivom daje najnekonzervativnija predviđanja. Za krive definisane lin-log modelom se može zaključiti da generalno ne odgovaraju eksperimentalnim podacima korišćenim u ovoj analizi. Njihova predviđanja su u krajnjim oblastima najnekonzervativnija, dok su u središnjem delu, između nivoa opterećenja koji rezultuju vekom trajanja između 500 i 3000 ciklusa, nekonzervativnija od svih ostalih modela. Takođe, može se primetiti da je uključivanje podataka o statičkoj čvrstoći pri određivanju parametara ovog modela rezultovalo gotovo neprimetnom promenom oblika krive. Sendeckijev model, kako je već napomenuto, u oblasti visokocikličnog zamora daje najnekonzervativnija predviđanja, premda se u oblasti ispod veka trajanja od 6000 ciklusa ona dobro poklapa sa eksperimentalnim podacima. Sa druge strane, u oblasti niskocikličnog zamora je ova kriva pokazala izuzetno poklapanje sa eksperimentalnim podacima.

Na osnovu analize definisanih S-N krivih, za eksperimentalne rezultate korišćene u ovom radu se može zaključiti da u području niskocikličnog zamora oni mogu biti najbolje opisani Sendeckijevim modelom (j-na 4). Sa druge strane, u području visokocikličnog zamora najbolja predviđanja daje kriva definisana log-log modelom (j-ne 2 i 3) pri čijem određivanju parametara nisu korišćeni podaci o statičkoj čvrstoći.

#### 4. ZAKLJUČAK

Predviđanje veka trajanja konstrukcija na osnovu eksperimentalnih rezultata dobijenih ispitivanjem izlaganjem cikličnom opterećenju do loma može biti zahtevan zadatak. Analiza eksperimentalnih podataka zahteva veoma dobro

poznavanje matematičkih modela i metoda i za određivanje njihovih parametara. U radu je pokazano da razlike u predviđanjima primenom različitih modela mogu biti relativno velike, kao i da isti modeli ne predviđaju sa istim uspehom vek trajanja u oblasti niskocikličnog i visokocikličnog zamora. Štaviše, analiza ukazuje da bi u nekim slučajevima, radi poboljšanja tačnosti predviđanja, bilo korisno kombinovati različite modele za ove dve oblasti.

#### LITERATURA

- [1] Wöhler, A., "Über die Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl (On Strength Tests of Iron and Steel)," *Zeitschrift Für Bauwesen*, Vol. 20, pp. 73–106, 1870.
- [2] Basquin, O.H., "The exponential law of endurance tests," *Proceedings - American Society for Testing Materials*, Vol. 10, pp. 625–30, 1919.
- [3] Sendeckyj, G.P., "Fitting Models to Composite Materials Fatigue Data". In: Chamis CC, editor. *Test Methods Des. Allow. Fibrous Compos. ASTM STP 734*, American Society for Testing and Materials, p. 245–260, 1981.
- [4] Sivák, P., Ostertagová, E., "Evaluation of Fatigue Tests by Means of Mathematical Statistics," *Procedia Engineering*, Vol.48, pp. 636–42, 2012.
- [5] Philippidis, T.P., Vassilopoulos, A.P., "Complex stress state effect on fatigue life of GRP laminates," Part I , experimental Vol.24; 2002: pp. 813–23.
- [6] Vassilopoulos, A.P., Nijssen, R.P.L., "Fatigue life prediction of composite materials under realistic loading conditions (variable amplitude loading)," *Fatigue life Predict. Compos. Compos.*, pp. 293–333 Woodhead Publishing Ltd., Oxford, 2010.
- [7] Sarfaraz, R., Vassilopoulos, A.P., Keller, T., "A hybrid S – N formulation for fatigue life modeling of composite materials and structures," *Composites: Part A*, Vol.43, pp. 445–53, 2012.
- [8] 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, pp. 81–91, 2018.

## ZNAČAJ OTVORENIH PROSTORA ZA SOCIJALNE INTERAKCIJE U SUSEDSTVU THE IMPORTANCE OF OPEN SPACE FOR SOCIAL INTERACTIONS IN NEIGHBORHOOD

Aleksandra Marinković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu dat je pregled stavova relevantnih teoretičara i praktičara arhitektonskog i urbanističkog projektovanja koji su u periodu od početka do druge polovine XX v. istraživali potencijalne načine za stvaranje kvalitetnih međususedskih odnosa na nivou zgrade, bloka i susedstva. Dat je kritički osvrt na dva dominantna modela stanovanja koji su se razvili u ovom periodu.

**Ključne reči:** zajednica, stanovanje, otvoreni prostor

**Abstract** - This paper is an overview of the standings of relevant theoreticians and practitioners in the field of architectural and urban design, those who, from the beginning to the second half of the twentieth century, investigated the potential ways for creating quality social relations at the level of the building, block and neighborhood. There is also, a critical overview of the two dominant models of housing that developed in this period.

**Key words:** community, housing, open space

### 1. UVOD

Istraživanje različitih oblika stanovanja usmereno je i ka nalaženju najprimerenijeg okruženja za raznovrsne forme porodičnog života i osetljive grupe stanovnika - decu, stare i socijalno ugrožene. Jedan od najčešće upotrebljivanih pojmova je „zajednica“ i potreba da se u stambenom okruženju omoguće prostorno-fizički i eko-socio-ekonomski uslovi za unapređenje kvaliteta života, koji se ogledaju u zdravoj prirodnoj sredini, besplatnoj rekreaciji i prilikama za socijalizaciju.

U ovom radu su metodom sinteze prikazana stanovišta relevantnih teoretičara i praktičara iz oblasti arhitektonskog i urbanističkog projektovanja u periodu od početka do druge polovine XX v. Dat je kritički prikaz dva dominantna modela stanovanja koji su se razvili u ovom periodu. Sumirani su stavovi autora koji su kroz sociološka i psihološka teoretska razmatranja i kroz analizu praktičnih projektnih rešenja pojedinih delova stambenih zgrada i relevantnih područja građenih u ovom periodu istraživali potencijalne načine za stvaranje kvalitetnih međususedskih odnosa na nivou zgrade, bloka i susedstva.

Zajednica predstavlja skup stanovnika koji aktivno praktikuju lokalno prihvaćene (zajedničke) vrednosti. Smisao zajednice ogleda se u načinu na koji su članovi uzajamno zavisni, dele iskustva i neformalno razrešavaju probleme, grupe stanovnika međusobno se povezuju u koherentne celine privržene specifičnim definisanim i prihvaćenim vrednostima. Mamford [1] opisuje zajednice kao intimna susedstva, gde su stanovnici stalno jedni pred drugima „licem u lice“, i u kojima nastaju „spontane, instiktualne veze“. Segal [2] smatra da željeni karakter područja i njegova lo-

kacija znače više od veličine i broja stanovnika, te da se koncept zajednice može primeniti na bilo koju veličinu populacije. Moris i Mogli govore o zajedništvu kao socijalnoj povezanosti na nivou stambenog područja koje čine stambene grupe od 8-12 porodica [3]. Kod stambene grupe najznačajnija je lična satisfakcija stanovnika u pogledu suseda sa kojima dele najbliže okruženje, individualne karakteristike pojedinaca 50-ih dolaze do izražaja i sociologija stanovanja prelazi u psihologiju stanovanja, koja je od 60-ih u usponu.

### 2. SOCIOLOGIJA STANOVANJA

Još od završetka I sv. rata sociologija stanovanja predstavlja izazov arhitektama, a od 1950-ih oni preuzimaju i uloge urbanista i sociologa, u razmatranju optimalnih načina za projektovanje stambenih područja koja će odgovarati realnim potrebama stanovnika. Arhitektae koriste sopstvenu terminologiju i definišu termine koji se periodično uvode i napuštaju, u skladu sa poslednjim teoretskim idejama i trendovima u projektovanju. Trendovi koji su do tada uzeli maha, iako uvedeni s namerom da stvore demokratsko okruženje i slobodu u upotrebi javnih prostora, doveli su do desocijalizacije stanovnika. Potreba za većim gustinama i za negovanjem „duha zajedništva“ dovode do oštrog otpora prema izgradnji svojstvenoj Moderni. Istovremeno, privatnost se zadržava kao poželjni kvalitet stambenih jedinica i kristališe se stav da se društvenost može podsticati tek kad se postigne željeni nivo privatnosti. Sredinom 50-ih, Smitsonovi (Alison i Peter Smitson, arhitektae i teoretičari koji se vezuju za pokret Novog Brutalizma) unose novi ton u teoretsku misao i praktičnu izradu projekata [4], sa ciljem da ublaži socijalne probleme stanovanja. Zalažu se za primenu aspekata projektovanja starih naselja, ne pukim kopiranjem već upotrebom elemenata lokacije koji ne moraju biti usko vezani za urban-

ističko projektovanje, pa čak ni samo za projektovanje, kao što su: vitalnost uličnog života i spontanost dečije igre na ulici. U saglasju su sa tadašnjim rezultatima socioloških istraživanja – da u starim tipovima stanovanja treba tražiti modele društvenosti; i da je sa povećanom pokretljivošću stanovnika i učestalom upotrebom personalnih vozila samostalna zajednica teoretski neodrživa, te da veličina i obim modernih urbanih područja poništavaju svako prirodno grupisanje iznad nivoa porodice. Osnovna karakteristika zajednice je njena sagledivost a male, spontano nastale grupacije unutar zajednica i susedsko povezivanje stoje nasuprot tada postojeće funkcionalne organizacije prostora. Smitsonovi smatraju zadatkom urbaniste da stvori prostorne uslove za nastanak zajednice - socijalni entitet može biti posledica projektantskih odluka: sociološki pristup popravlja a projektantski stvara forme koje aktivno utiču na ponašanje korisnika pa se mehaničko-funkcionalna geometrija građenih formi mora zamieniti kompleksnim i vitalnim prostornim grupacijama [4].

Vrednost privatnih otvorenih prostora i način da se privatnost u otvorenom prostoru obezbedi stanarima višespratnih zgrada (grupa zgrada, blokova i traktova) ispitivana je tokom 50-ih i 60-ih godina prošlog veka uvođenjem elemenata individualnog stanovanja kao što su: zajednički prilazi i ulazni delovi za što manji broj stanova, položaj objekata takav da se ne vide susedni balkoni, otvoreni prostor ispred ulaza – galerijski tip zgrada. U blokovima višespratnih zgrada postizanje balansa između socijalizacije i privatnosti je teoretski i praktični izazov, jer ovaj tip izgradnje po definiciji ima velike gustine stanovanja a forma slodobnostojeće zgrade implicira potrebu za privatnošću, budući da samo nekolicina stanova na svakoj etaži deli zajedničke hodnike. Zato je iznenađujuće da kasnih 30-ih pojedine arhitekta i reformatori stanovanja povezuju kolektivno stanovanje sa kvalitetnim životom i zajedništvom, tvrdeći da visoke zgrade u blokovima mogu da predstavljaju usko povezane društvene zajednice. Ranih posleratnih godina Britanski projektanti propagiraju ideju da je galerijski pristup pogodan za socijalizaciju, dok se u Holandiji isti ovaj vid projektovanja predstavlja kao osnova za veću privatnost u stanovanju [6]. Očekivana mesta za susrete predstavljaju ulazi u zgrade i stanove, njih Lubetkin smatra fokalnim tačkama [5]. Banham naglašava važnost komunikacija i tačaka u mreži vertikalnih stepeništa i liftova i horizontalnih koridora na kojima se one ukrštaju [6]. Dugačke galerije i hodnici u traktovima zgrada srednjih visina u to vreme predstavljaju prednost, jer se duž njih može sresti znatno veći broj suseda nego u hodnicima slodobnostojećih zgrada. Pešačke galerije na zgradama moderne, pored toga što su mesta na kojima se stanari mogu sresti služe i za povezivanje stanova i etaža različitih zgrada u blokovima, a minimalna širina im je prilagođena širini najmanjih tradicionalnih ulica. Lasdun govori o „urbanom tkivu“ zasnovanom na velikim gustinama i grupisanju kao jedinici prirodnog udruživanja pomoću koje se formira slika integrisane zajednice. Tvrdi da je stvorio vertikalne ulice po uzoru na staroengleske i da su pristupni balkoni dimenzija tradicionalnih prednjih bašti u njegovim projektima 15-ospratnica primenjeni zarad pružanja veće privatnosti, jer je mali broj stanara zgrade usmeren na iste pristupne puteve [6]. Lin pak analizira kao kontrastni primer pojavu „ničije zemlje“ u lobijima i hodnicima slodobnostojećih višespratnica koji, po njegovim rečima, nemaju funkciju ni ostvarenja privatnosti ni formiranja zajednice [6].

Međutim, do 1965. g. trendovi u projektovanju polujavnih prostora se menjaju i udaljavaju od pravolinijskih formi pešačkih koridora, kojima je zameran nedostatak fokalnih tačaka na dugačkim rastojanjima, što je uobičajena karakteristika ulica na tlu. Akcenat na istraživanju načina za unapređenje modela višespratnog stanovanja trajao je od njegovog prihvatanja početkom četrdesetih pa sve do prepoznavanja karakteristika novog modela stanovanja, niske spratnosti – velike gustine, kao primerenijeg za ostvarenje privatnosti i za nastanak zajedništva u novim stambenim područjima, bez prethodno postojećih međususedskih odnosa.

### 3. DVA DOMINANTNA MODELA STANOVANJA U PRVOJ POLOVINI XX VEKA

Posle II sv. rata u SAD nastaje ekspanzija izgradnje individualnih stambenih objekata, inicijalno da bi se rešilo stambeno pitanje vojnika koji su se vratili s fronta i zasnovali porodice a vremenom i kao odraz finansijske stabilnosti srednje klase [7]. Površina tipične stambene jedinice i privatne parcele se tokom narednih decenija eksponencijalno uvećava što dovodi do velikih proširenja urbanih područja i povećanja distanci unutar njih. Dostupnost automobila i niske cene goriva uzrok su izbora personalnih vozila kao najzastupljenijeg vida transporta. Ovo dovodi do prostornog širenja suburbija i izgradnje naizgled idiličnih kuća sa okućnicama u kompleksnim zavijucima „slepih“ ulica koje formiraju sprolove, što za posledicu ima prostorne, zdravstvene i socijalne probleme stanovanja. Predimenzionisana naselja individualnih zgrada planirana su kao monofunkcionalna, sa mestimičnim uslužno-komercijalnim i obrazovnim objektima. Dominacija personalnih vozila kao odabranog prevoznog sredstva manifestuje se na planiranje ulica bez obaveznih trotoara, pešačkih i biciklističkih staza. Uslovljenost kretanja automobilom usled dugačkih rastojanja od stanova do škola, radnih mesta i svih važnijih tačaka ima za rezultat da stanovnici značajan deo dana provedu u vozilu, što dovodi do smanjene fizičke aktivnosti čija je posledica povećan procenat gojaznosti, dijabetesa, srčanih i drugih oboljenja kod dece i odraslih stanovnika. Svakodnevno vreme provedeno u vožnji umanjuje ukupno vreme u toku dana potrošeno na aktivnosti koje unapređuju kvalitet života: vreme provedeno s porodicom, odmor i rekreaciju, druženje sa prijateljima. Ovo je posebno izraženo kod ženskog dela populacije na koje često pada obaveza vožnje i brige o deci i starijim članovima porodice. Nije beznačajan ni trošak goriva i cena posedovanja više vozila koja opterećuje porodični budžet, kao ni posledice koje gasovi automobila ostavljaju na prirodu i stanovništvo u blizini auto-puteva.

Stambena izgradnja višespratnih kula posle II sv. rata eskalira na globalnom nivou kao praktično rešenje za socijalno stanovanje, paralelno u državama kapitalističkog i komunističkog društvenog uređenja. Kolektivno stanovanje u višespratnicama prihvaćeno je kao najdemokratskiji vid stanovanja u socijalističkim državama, gde se čine veliki napori da se obezbedi jednakost i subvencionira ispunjenje osnovnih ljudskih potreba, od kojih je stanovanje jedna od najvažnijih. Dok su u državama kapitalističkog uređenja ponosni što i siromašnim građanima mogu da priušte stanovanje prema savremenim standardima. U vreme prvih izgrađenih kula, 30-ih godina, teoretičari i stručna javnost ubeđeni su u potencijal visoke spratnosti i velike gustine da



raznovrsnom ponudom stambenih jedinica zadovolji potrebe najrazličitijih tipova porodica a da prostrane otvorene površine između zgrada budu generator socijalnog života. Međutim, naseljavanje visokih stambenih zgrada, iako ekonomično, nosilo je niz praktičnih, projektnih i socio-psiholoških problema za stanovnike. Arhitektonsko–estetski gledano ovo su zgrade od prefabrikovanih elemenata bez lokalnih obeležja, poređane sukcesivno na određenom rastojanju u nastojanju da se formira tkivo novih gradova. Onda kada jesu povezane, to je učinjeno potpunom diferencijacijom pešačkog i motornog pristupa zgradama putem pasarela i galerija, u prizemnoj ili na svakoj od etaža objekata [6]. Pored pogodnosti kao što je pružanje veće privatnosti stanovima na višim etažama neželjena posledica ovog pristupa je znatno produžavanje pešačkih distanci prilikom ulaza u zgrade i stanove. Ovakav vid planiranja ima praktične i psiho-socijalne posledice – često dovodi do izolacije pojedinaca usled nepostojanja dubljih međususedskih odnosa, zbog velikog broja stanovnika po zgradi i njihovog čestog smenjivanja, što utiče na izostanak identifikacije stanovnika sa mestom. Sa funkcionalnog aspekta: korisnicima se uskraćuje direktan kontakt sa prirodnim okruženjem; bezbednost dece se dovodi u pitanje usled redukovano broja dečijih igrališta, upitnog osiguranja prozorskih otvora i balkona na višim etažama, nemogućnosti nadzora igrališta iz svih stanova i sl. Dodatno, nedovoljno kontrolisan i osvetljen ulaz i potencijal za skrivanje u zajedničkim komunikacijama utiče na povećan stepen kriminalnih aktivnosti i smanjenu bezbednost stambenih jedinica. Povećan je i rizik od izbijanja požara i njegovih posledica usled visine zgrada i vremena potrebnog za evakuaciju. Pored toga, tu su i problemi sa jačinom udara vetra na višim etažama, bukom iz okolnih stanova, neuviđajnim košijama, lošom izolacijom, vlagom, održavanjem, insektima, glodarima i opštim kvalitetom gradnje. I možda najveći nedostatak ovog tipa stanovanja upravo su prostrane površine otvorenog prostora između zgrada, ozelenjene, sa sporadičnim stablima, malim brojem pristupnih staza i bez precizno određene namene. Dobijene su uvođenjem izdašnih rastojanja između zgrada kako bi svaka prostorija u stambenim jedinicama bila osvetljena i osunčana, da bi balkonski prostori imali izvesnu privatnost, ali i kako bi se afirmisali socijalizacija i nastanak zajednice. U praksi te slobodne površine ostaju neiskorišćeni prostor, bez značajnih upotrebnih i dekorativnih karakteristika i sadržaja, čiji su delovi vremenom često pretvoreni u nepregledne parking prostore. Široki i prostrani otvoreni prostor, dimenzionisan prema predviđenom broju stanovnika, predat je stanarima na raspolaganje u jednom komadu, „na dohvat ruke“ okolo mestimično poređanih zgrada, ali bez ikakvih naznaka i smernica o načinu i mogućnostima njegove upotrebe.

Kriza u međususedskim odnosima podjednako je prisutna u stambenim područjima Moderne i u suburbanim sprovovima, dok se ne poriče postojanje jedinstvenih susedstava, povezanih jakim vezama i zajedničkim interesima, u ranijim periodima. Sociolozi 50–ih upozoravaju da mešanje socijalnih slojeva u praktičnim projektnim rešenjima ne daje rezultate iz teoretskih postavki, jer imaju različite nivoe društvenih sposobnosti: socijalni život homogenih radničkih stambenih područja je znatno kvalitetniji od onog u razuđenim suburbijama, radnici su društveniji dok je srednjoj klasi važnija privatnost. Kuper ukazuje da je neophodna težnja ka

postizanju socijalnog balansa u stambenim područjima bez obzira na poželjnost takvog pristupa u očima stanovnika. Američki reformator stanovanja [8]. Bauer kaže da „korisnik želi da u projektu vidi društveno korisne odluke koje je projektant uneo u izradu rešenja“ [9]. Glas upozorava da se društvena povezanost stanovnika područja ne može uzeti kao jedini kriterijum za procenu vrednosti socijalne strukture područja, ona smatra da su važniji kriterijumi koji se odnose na lična dostignuća, na kvalitet života pojedinca [10]. Ipak, postoji konsenzus teoretičara u stavu da savremeni planer ne može da stvori zajednicu „od nule“, da je vreme važan faktor i da susedskim odnosima treba vreme da „sazru“.

#### 4. ZNAČAJ OTVORENOG PROSTORA ZA MEĐU-SUSEDSKE INTERAKCIJE

Tretman *otvorenog prostora* u okviru stambenih područja posebno ulazi u žižu teoretskih i praktičnih interesovanja početkom XX veka, kada projektanti pored zgrada počinju detaljnije da projektno razrađuju i površine između njih. Tako, Žiber govori o povezanosti otvorenih prostora kao načinu za podsticanje međususedskog zajedništva i navodi da uočavanjem relacija među objektima prostor između njih i sam postaje element [11]. Projektovanje zajedničkih otvorenih prostora usko je povezano sa projektovanjem stambenih jedinica, pa urbanističke i arhitektonske preference u pogledu stambenih prostora utiču na formu i organizaciju prostora između zgrada – od otvorenih širokih travnatih javnih prostora kod područja sa višeporodičnim zgradama visoke spratnosti, do polujavnih zajedničkih prostora u formi unutrašnjih dvorišta ili patija kod blokova zgrada niže spratnosti.

Primenom blokovskog i polublokovskog sistema izgradnje i definisanjem površine blokova po meri pešaka, što postaje jedan od osnovnih principa u aktuelnim urbanističkim konceptima, unutarblokovski prostori se, od početka 70-ih godina prošlog veka do danas, redefinišu i pozicioniraju kao zasebne, zgradama i drugim fizičkim strukturama zaklonjene površine, sa specifično formiranim sadržajima i usmerenim vizurama. Početkom 60-ih godina prošlog veka, projektanti i teoretičari vode se idejom da fizičke forme mogu da u velikoj meri odrede i kanališu način ophođenja i ponašanja u prostoru, kao i da se kvalitet područja, između ostalog, ogleda u postojanju otvorenih površina koje su od pogleda javnosti delimično zaklonjene fizičkim i vizuelnim barijerama. Ovakav otklon je značajno promenio pristup planiranju i projektovanju stambenih područja. Unutarblokovski prostor, važan i prepoznatljiv element tradicionalnog urbanizma, doživljava svoju renesansu i ponovo postaje dominantan tip otvorenog prostora sa snažnim integrišućim dejstvom na mikro urbanom nivou. Vođeni stavom da se privatnost otvorenog prostora povećava adekvatnim projektnim rešenjem, projektanti uz stambene jedinice ponovo uvode privatne otvorene prostore na nivou terena u vidu vrtova, bašti i dvorišta. Takođe, na većinu postojećih teorija o potpunoj diferencijaciji pešačkog i motornog saobraćaja počinje da se gleda sa negodovanjem [5], a u teoretskim razmatranjima sazreva stav da motorni saobraćaj treba usporiti i približiti stambenim jedinicama putem redefinisavanja uloge i značaja ulice, u smislu da ona ponovo postaje mesto socijalnih kontakata i dešavanja a ne samo puka saobraćajnica [12].

Primetan je i otklon od fizičkih karakteristika prostora definisanih određenim odlukama stručnjaka (pre svega

arhitekata i gradskih planera) ka oblikovanju prostora zasnovanom na aktivnostima očekivanih korisnika. Prethodno polarizovani teoretski pristupi – urbanističko-arhitektonski i sociološki, krajem 60-ih i početkom 70-ih godina prošlog veka se usmeravaju ka istim sistemima vrednosti, sa uporištem u kulturi i tradiciji, sa fokusom na elemente fizičke strukture naselja iz ranijih perioda i na odlike aktivnog društvenog života u njima [6]. U obe oblasti primetna je tranzicija od top-down ka bottom-up pristupu – od opsežnih sveobuhvatnih planova ka projektovanju malih površina stambenih područja i neposrednog okruženja zgrada; od demografskih i statističkih podataka do studija neposrednih odnosa i spontanosti aktivnosti u svakodnevnim situacijama na zajedničkim površinama [6].

Psihologija stanovanja, koja se u ovo doba intenzivno izučava kao važan deo urbanističkog i arhitektonskog tretmana stanovanja [4], iznedrila je i nove terminološke odrednice kojima se definiše značenje pojedinih elemenata: a) termini *fokalna tačka* i *čvorište* imaju značenje fokusnih prostora za grupisanje i okupljanje; u osnovi predstavljaju mesta ukrštanja unutar mreže otvorenih prostora koja može biti formirana planski ili spontano, od strane korisnika; b) termin *kommunikacija* upotrebljava se sa značenjem pokretljivosti, pored osnovnog značenja – uspostavljanje kontakata, druženje, udruživanje; c) forme i elementi fizičke strukture povezuju se sa terminima *simboli*, *znakovi*, *slike* i *mesta*, a u funkciji su identifikacije stanovnika sa domom, zajednicom i gradom. Kritičko razmišljanje Smitsonovih prilikom izgradnje projekata stambenih zgrada sredinom 50-ih godina prošlog veka i težnja da proniknu u srž sociopsihološkog značaja života u urbanim stambenim područjima, uticali su na aktivno sagledavanje i uključivanje ove komponente u proces urbanističkog planiranja i projektovanja stambenih područja, posebno otvorenih prostora u okviru njih. Velker [13] sumira doprinos Smitsonovih objašnjavajući značaj pojmova koje su oni uveli u teoriju urbanističkog planiranja, pre svega pojmova kao što su *grupisanje*, *mobilnost*, *rast* i *promena*, *identitet*. Kristofer Aleksandar se pak bavi granicom između privatnog i javnog prostora [14], i terminima „*intimacy and intricacy*“ (primenljivim u oba slučaja) bliže objašnjava termine „*privatnosti*“ (intimnost i prikrivenost) i „*zajednice*“ (bliskost i složenost). Mnoga istraživanja i diskusije u akademskim i profesionalnim krugovima uticale su da se baš u periodu geneze i pozicioniranja stanovanja niske spratnosti – velike gustine kao alternativnog modela organizacije stanovanja iskristalise stav da se kvalitetno urbanističko i arhitektonsko rešenje stambenog područja zasniva i na primeni otvorenih prostora koje karakteriše adekvatan stepen *intimnosti*, *kompaktnosti*, *koncentrisanosti* i *kompleksnosti*. Navedeni principi projektovanja otvorenih prostora su i danas aktuelni u urbanističkoj teoriji i praksi, a javljaju se kao imperativ u planskom i projektnom tretmanu stanovanja niske spratnosti – velike gustine.

## 5. ZAKLJUČAK

Život zajednice podstiče se i neguje projektnim rešenjima a istražuje kroz razmatranje i kritike tih rešenja. Kada kreativne ideje projektanata postanu stvarnost i sveprisutno okruženje, nedostaci izvedenih otvorenih prostora postaju evidentni a nedovoljno promišljeni delovi projektnih rešenja prerastaju u prepreke sa kojima se stanovnici svakodnevno sreću. Otvorene prostore sa karakteristikama onih u tradi-

cionalnim stambenim područjima projektanti sve češće prihvataju kao poželjno rešenje za širok opseg problema savremenog stanovanja jer poseduju: pristupni prostor za aktivnosti na otvorenom, uključujući prostor za igru dece; prostor za smeštanje vozila; dvorišta za privatne aktivnosti ali i za druženje. I upravo otvoreni prostori sa takvim karakteristikama, njihova vitalnost i prilagodljivost fizičkim i socijalnim uslovima na lokaciji, smatraju se vrednošću koja utiče na zbližavanje stanovnika.

## LITERATURA

- [1] L. Mumford, "The Neighborhood and the Neighborhood Unit." *Town Planning Review*, pp. 256-270. 1954
- [2] W. Segal, *Home and the Environment*, Leonard Hill, 1948.
- [3] R. N. Morris & J. Moge, *The Sociology of Housing*, 1965, p. 171.
- [4] A. Smithson, and P. Smithson. *Urban structuring: studies of Alison and Peter Smithson*. London: Studio Vista, 1967.
- [5] P. Coe, *Lubetkin and Teaton: Architecture and social commitment : a critical study*, Arts Council of Great Britain and the University of Bristol, 1981.
- [6] M. Glendinning and S. Muthesius, *Tower Block, Modern Public Housing in England, Scotland, Wales, and Northern Ireland*. New Haven, Connecticut: Yale University Press. 1993.
- [7] K. T. Jackson, *Crabgrass Frontier: The Suburbanization of the United States*. New York: Oxford University Press, 1985.
- [8] L. Kuper, *Living in Towns*. London: Cresset Press, 1953.
- [9] C. Bauer, *Social Questions in Housing and Town Planning*. London: University of London Press, 1952.
- [10] R. Glass, *The Social Background of a Plan: A Study of Middlesbrough*. London: Routledge & Kegan Paul, 1948.
- [11] F. Gibberd, *Town design*. London: Architectural Press, 1953.
- [12] J. Jacobs, *The death and life of great American cities*. New York: Random House, 1961.
- [13] J. Voelcker, *Arena*, *Architectural Association Journal*, 81, no. 6, pp. 16-21, 1965
- [14] A. Christopher. *The Timeless Way of Building*. New York: Oxford University Press, 1979.

## KARAKTERISTIKE I TIPOVI SUPSTRATA ZELENIH KROVOVA GREEN ROOF SUBSTRATE FEATURES

Nemanja Petrović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*

**Sadržaj** - *Zeleni krovovi imaju razne prednosti u odnosu na konvencionalne krovove: smanjenje stepena oticanja kišnice, povoljan uticaj na mikroklimu, smanjenje buke, smanjenje troškova eksploatacije i održavanja kao i troškova za upotrebu energenata za grejanje i hlađenje,... Mnogi od ovih benefita zavise upravo od sloja zelenila i sloja supstrata koji mogu biti različiti kod različitih tipova zelenih krovova. Ovaj rad će prižiti osnovne informacije o zelenim krovovima, njihovim prednostima i njihovim elementima konstrukcije, kao i od različitim karakteristikama i tipovima supstrata. Osnovne karakteristike različitih tipova supstrata biće date u globalu, bez zalaženja u specifičnosti pojedinih materijala koji ulaze u sastav supstrata.*

**Ključne reči** - *Zeleni krov, Supstrat, Zelena gradnja, Sloj za zadržavanje vode, Urbana vegetacija*

**Abstract** - *Green roofs have various advantages compared to traditional roofs: reduction of rain water inflow, favorable effect on the microclimate, noise reduction, and reduction in exploitation costs for heating and cooling energy products... One of the most important layers of green roofs is the substrate which is the base for green layer which can differ in different types of green roofs. This paper will give basic information on green roofs, their advantages, construction elements, as well as different substrate types and features. The basic features of different substrate types will be given in general, without going into details of certain materials which are part of the substrate.*

**Keywords** - *Green roof, Substrate, Green construction, Layer for retaining water, Urban vegetation*

### 1. UVOD

Razvojem arhitekture objekti su kroz vreme doživljavani na različite načine. Arhitekta Le Korbizije izjavio je da je krov zapravo peta fasada objekta [1]. Ako se krov objekta tako posmatra, onda se on nikako ne sme zapostaviti u odnosu na ostale fasade koje su kroz vreme bile i ostale glavne karakteristike objekata.

Naglom urbanizacijom i povećanjem broja stanovnika u gradovima dolazi do promene klimatskih uslova koji uslovljavaju pojavu rešenja za taj sve prisutniji problem savremenog društva. Najveći problem savremenih gradova jeste sve manji broj zelenih površina koji uslovljavaju čitav niz negativnih posledica, a kao jedna od najevidentnijih izdvaja se povećanje temperatura u gradovima usled globalnog zagrevanja, ali i formiranja toplotnih ostrva na teritorijama gradova jer klasični materijali imaju sposobnost velike apsorpcije toplotne energije.

Primena zelenih krovova na već izgrađenim objektima moguća je u okviru sanacije i na to ukazuje Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada koji definiše energetske sanacije zgrada kao „izvođenje građevinskih i drugih radova na postojećoj zgradi, kao i popravka ili zamena uređaja postrojenja, opreme i instalacije istog ili manjeg kapaciteta, a kojima se ne utiče na stabilnost i sigurnost objekta, ne menjaju konstruktivni elementi, ne utiče na bezbednost susednih objekata, saobraćaja, ne utiče na zaštitu od požara i zaštitu životne sredine, ali kojima može da se menja spoljni izgled iz potrebne saglasnosti, u cilju povećanja energetske efikasnosti zgrade“ [2].

### 2. TIPOLOGIJA ZELENIH KROVOVA

Zeleni krovovi se mogu podeliti prema debljini supstrata, intenzitetu korišćenja, nameni, tipu vegetacije, itd. Osnovna podela zelenih krovova urađena je prema FLL standardima je na:

- Ekstenzivne (debljina supstrata od 7 do 12 cm, karakterišu ih biljne vrste poput livadskih trava, lekovitog i aromatičnog bilja čiji koreni sistem nije razgranat i koji dobro podnose sušu);
- Poluintenzivne (debljina supstrata oko 30 cm, karakterišu ih biljke žbunastog tipa, kao i nisko rastinje koji ne zahtevaju previše razgranat koreni sistem, zahtevaju drenažni i irigacioni sistem);
- Intenzivne (debljina supstrata ok 35 do 80 cm, karakterišu ih biljne vrste različite veličine, od trava do drveća koje poseduje razgranat koreni sistem, neophodni su slojevi za drenažu, kao i irigacioni sistem u konstrukciji samog krova) [3].

### 3. PREDNOSTI ZELENIH KROVOVA

#### 3.1 Ekološke prednosti zelenih krovova

Zeleni krovovi pružaju mogućnost za smanjenje temperature vazduha u gradskom području. Razlika u temperature vazduha između ruralnih i urbanih područja može da u letnjim mesecima iznosi od 5 do 7°C. Konvencionalni ravni krovovi zbog materijala od kojih su izrađeni apsorbuju veliku količinu

toplote, pa njihova temperatura može biti i za 40°C veća temperatura zelenih krovova na istoj lokaciji. Centar za klimatske promene u svom istraživanju je izneo podatak da postoji potreba za povećanjem zelenih površina za oko 10% u gradovima kako bi se ublažio efekat toplotnih ostrva [4].

Jedan od najvećih uzroka globalnog zagrevanja jeste ugljen dioksid. Zeleni krovovi imaju veliku mogućnost apsorpcije istog. 1m<sup>2</sup> zelenog krova apsorbuje 5kg ugljen dioksida. Takođe, s obzirom na to da su zeleni krovovi ujedno i dobri izolatori, dodatno bi se moglo sprečiti i emitovanje 3,2kg ugljen dioksida u atmosferu po jednom metro kvadratnom zelenog krova [4].

Prema istraživanju američke agencije za zaštitu životne sredine (EPA) 1m<sup>2</sup> zelenog krova može da apsorbuje oko 0,2kg čestica (smog, teški metali, ispariva organska jedinjenja,...) iz vazduha na godišnjem nivou. Nije zanemarljivo ni to da se kroz process biofiltracije sprečava zagađenje vodenih tokova i to na način da se oko 95% olova, bakra i kadmijum sulfide, kao i 19% cinka zadržavaju u supstratu iz kišnice i ne otiču dalje [5].

Pored toga što utiču u biofiltraciji vode, zeleni krovovi imaju uticaj i na smanjenje opterećenja kanalizacionih sistema u toku letnjih pljuskova kroz zadržavanje određene količine vode u svom supstratu. Na taj način se za 70 – 95% smanjuje opasnost od nezgoda prouzrokovanih pljuskovima.

Sistem zelenih krovova smanjuje i stepen buke, tj. pruža dobru zvučnu izolaciju i stvara prijatnije okruženje u gradskim sredinama. To je naročito značajno u blizini velikih saobraćajnica, industrijskih zona, kao i aerodroma.

### 3.2 Ekonomske prednosti zelenih krovova

Zeleni krovovi imaju do tri puta duži životni vek od konvencionalnih ravnih krovova jer su slojevi koji se nalaze ispod zelenog pokrivača zaštićeni od mehaničkih oštećenja, UV zračenja i ekstremnih razlika u temperature. To dovodi do zaključka da je znatno manje novca potrebno obezbediti za održavanje i renoviranje zelenih krovova.

Ukoliko gledamo sa aspekta energetske efikasnosti, smanjuje se potrošnja energije i energenata i do 100% za hlađenje, kao i do 40% za zagrevanje objekata što direkto utiče na cenu eksploatacije objekta sa očuvanjem istog stepena toplotnog komfora. Učinak zavisi od više aspekata kao što su: klimatski uslovi, tip konstrukcije, debljina izolacije, itd [6].

## 4. KONSTRUKCIJA ZELENIH KROVOVA

### 4.1 Vodonepropusna membrana i membrana zaštite od korenja

Vodonepropusna membrana i membrana zaštite od korenja je prvi sloj koji se postavlja na postojeću konstrukciju objekta i pruža zaštitu objektu od prodora korenja u konstrukciju i potencijalnog vlaženja krovne konstrukcije usled proboja membrane. Razlikuju se dva tipa zaštite od korenja: fizička i hemijska zaštita. Fizička zaštita sastoji se od polietilena debljine 0,5mm. Hemijska zaštita sadrži toksine koji sadrže bakar i sprečavaju prodor korenja u konstrukciju [8].

### 4.2 Drenažni sistem

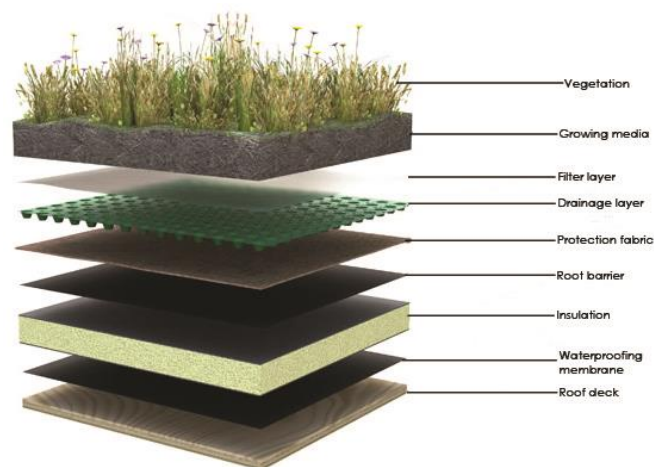
Voda koja dospeva iz atmosfere ili prilikom navodnjavanja zelenog krova se jednim delom zadržava kako bi se obezbedila dovoljna količina kao rezerva da bi biljke uspele, ali se mora predvideti i system za odvodnjavanje viška vode. Tu ulogu ima drenažni sloj. U zavisnosti od proizvođača ovaj sloj ima najrazličitije oblike a zavisi od klimatskih uslova, tipa krova, načina postavljanja, ali je suština i način funkcionisanja isti. Materijal za izradu jeste uglavnom polietilen i prolipropilen. Kod ekstenzivnih krovova zbog manjeg opterećenja koriste se manje debljine već pomenutih materijala i visina sloja se kreće od 1 do 1,5cm. Kod intenzivnih krovova material je veće debljine zbog većeg opterećenja, a visina sloja iznosi od 4cm pa naviše. Uz drenažne sklopove predviđaju se obavezno i prateći materijali: revizioni šahovski i drenažni kanali [9].

### 4.3 Sloj za filtraciju

Sloj za filtraciju se uglavnom sastoji od geotekstila i služi kako bi se voda iz supstrata pročistila, odnosno kako ne bi došlo do začepjenja drenažnog sistema i eventualnog gubitka supstrata oticanjem. Često, kod proizvođača, ovaj sloj je u sklopu drenažnog sloja [9].

### 4.4 Sloj za zadržavanje vode – SUPSTRAT

Svi zeleni krovovi, bez obzira na to da li su ekstenzivni ili intenzivni zahtevaju sloj supstrata koji ima više funkcija. Jedna od funkcija mu je održavanje i prehrana vegetacijskog sloja, učešće u termoregulaciji objekta, itd. Što je sloj supstrata dublji, to će i energetske uštede biti veće. Ovaj sloj se nalazi ispod vegetacionog sloja i može biti debljine od 7 do 80cm u zavisnosti od tipa zelenog krova i planirane vegetacije. Supstrat nije klasično zemljište na kakvom rastu biljke u prirodi. On je specifičnog sastava i zahteva poboljšanu strukturu i hranjive materije u skladu sa uslovima za koje se upotrebljava i u skladu sa izborom dendro materijala. Iz tog razloga se sastav hranjivog supstrata razlikuje od situacije do situacije i od izuzetne je važnosti da bude u skladu sa uslovima u kojima se koristi kako bi zeleni krov ostao što duže vitalan i kako bi se mogućnost propadanja investicije svela na minimum [9].



Slika 1. Elementi konstrukcije zelenog krova.

## 4.5 Sloj vegetacije

Svaka biljka se može postaviti na zeleni krov, ali ono što diktira odabir dendro materijala jesu debiljna hranljivog supstrata, klima, statika objekta, dizajn i budžet, tako da se vegetacijski sloj razlikuje od situacije do situacije. Generalno, može se reći da za ekstenzivne zelene krovove se uglavnom planiraju biljne vrste poput seduma ili trave livadskog tipa koje imaju plitak korenov sistem koji može da podnese tanak sloj supstrata, dok kod intenzivnih zelenih krovova sa većom dubinom supstrata se mogu planirati gotovo sve biljke koje se mogu naći i na konvencionalnim zelenim površinama (dekorativno drveće, voće, povrće, žbunaste vrste...). Osim estetske i upotrebne funkcije, vegetacijski sloj ima veliku ulogu u upravljanju atmosferskim vodama i termoregulaciji objekata.

## 5. KARAKTERISTIKE I TIPOVI SUPSTRATA

Izbor supstrata direktno utiče na rast biljaka i učinak zelenog krova. Upravo iz tog razloga mora se voditi računa o tome koji supstrat se koristi za određene klimatske uslove i tip zelenila koji je predviđen. Kao što je već dato u poglavlju o prednostima zelenih krovova, izbor supstrata direktno utiče na biofiltraciju voda, smanjenje opasnosti od polava usled jakih pljuskova, povećanje termoizolacionih svojstava objekta, kao i na smanjenje buke. Zbog različitih složenih uticaja koji se mogu očekivati na vrhovima zgrada, potrebno je posvetiti pažnju izboru adekvatnog supstrata koji će zadovoljiti potrebe vegetacije, ali i uticaja na sam objekat. Zbog toga se vrlo često dešava da se ne koristi jedan jedinstveni materijal kao supstrat već je najčešće reč o smesi u kojoj više različitih materijala koji u kombinaciji i adekvatnim međusobnim odnosima daju bolje rezultate. Većina istraživanja koja su do sada vršena, rađena su sa fabričkim supstratima, ali ima i onih koji su svoja ispitivanja bazirali na korišćenju otpadnih materijala i nusproizvoda. Neki od materijala koji se koriste u pravljenju supstrat smesa su: plavac (kamen izuzetno velike poroznosti čija je specifična gustina manja od specifične gustine vode), zeolit, šljaka (drobljena opeka), vermikulit, perlit, treset, itd. [10].

Upotreba različitih materijala u smesi supstrata zavise i od klime u kojoj se zeleni krovovi izvode. Praksa je da se za jedno tržište prave smese prema dostupnosti materijala koji se nalaze na samoj lokaciji, tako da se ispune zahtevi prema projektovanoj vegetaciji, klimatskim uslovima lokacije i očekivanog stepena održavanja, kako bi se obezbedila adekvatna cena izrade zelenog krova. Uvoz supstrata iz drugih zemalja može biti skup, a ponekad i zabranjen zbog sastava [11].

Osnovne karakteristike koje jedan supstrat treba da zadovolji su: mala težina u suvom i vlažnom stanju, smanjeni rizik od oticanja, visok stepen zadržavanja vode, dobra zasićenost vazduhom i obezbeđen protok vazduha, visoka hidraulička provodljivost, stabilnost, pružanje dobrog vezivanja za različite tipove konja biljaka, minimalna količina organskog sadržaja.

Mala gustina materijala koji se koristi u supstratu utiče na malu težinu koja predstavlja opterećenje za konstrukciju. Kako se zeleni krovovi postavljaju češće kao sanacija postojećih ravnih krovova ovaj uslov je izuzetno bitan jer svako veće opterećenje koje se postavi na objekat može nepovoljno uticati na stabilnost objekta. Zato je potrebno smanjiti težinu supstrata na najmanji mogući nivo primenom recikliranih neorganskih materijala male gustine. Jedan od takvih materijala jeste i perlit

čija je specifična gustina manja 9,4 puta od klasičnog zemljišta [12].

Stepen oticanja iz supstrata zavisi od materije u njemu. Usled prolaska vode dolazi do razlaganja materije i njenog prolaska kroz filtracione slojeve i dreniranja. Što je veći udeo organske materije u supstratu to postoji veća opasnost od oticanja supstrata pošto se organske materije brže razlažu i utiču na smanjenje količine supstrata. Zbog toga je i preporučeno da se smanji udeo organskih materija u supstratu, a prema FLL standardima ta preporuka iznosi od 4 do 8% udela organske materije kod ekstenzivnih i od 6 do 12% udela kod intenzivnih zelenih krovova [13].

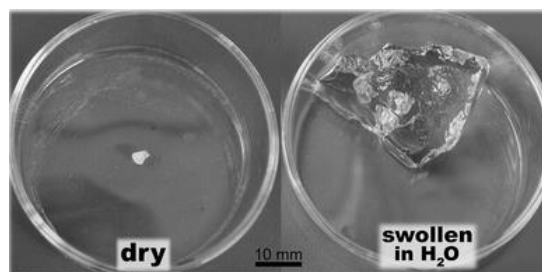
Dobra sposobnost vezivanja je još jedna od karakteristika koje supstrat treba da ima. Odnosi se kako na vezivanje vode, tako i na vezivanje supstanci iz vode u cilju obezbeđivanja prehrane biljaka, ali i na biofiltraciju voda. Kako organske materije imaju veću sposobnost vezivanja od neorganskih, treba ih uključiti u maksimalno dozvoljenim količinama.

Stepen zadržavanja vode supstrata ima ulogu u preživljavanju biljnih vrsta koje se nalaze na krovu u sušnim uslovima, ali i u redukciji oticanja voda prilikom pljuskova. Prema standardima FLL stepen zadržavanja vode trebalo bi da bude veći od 20% za ekstenzivne krovove [13].

Ako bi se koristilo klasično zemljište kao supstrat na zelenom krovu bi bilo slabo zadržavanje vode i mala provetrenost zemljišta, velika specifična gustina koja prouzrokuje veliko opterećenje na konstrukciju, mogućnost pojave korovskih biljaka, visok stepen oticanja supstrata [14].

Takođe, ni upotreba čistog đubriva se ne preporučuje jer može da izazove skupljanje vegetacije, pospešivanje rasta korova, značajno povećanje opterećenja tokom jakih kiša i može da ugrozi dugoročnu egzistenciju zelenog krova.

Kao jedan od načina da se obezbedi visok stepen zadržavanja vode sve češće se primenjuje i hidrogel. Uloga hidrogela jeste da pokupi vodu iz vazduha ili kapilarno iz zemljišta i da na taj način obezbedi korenju biljaka dovoljnu količinu vlage u periodu suše. Moć upijanja čestice hidrogela je 150-200 puta veća od moći upijanja čestice zemlje ili gline iste veličine. Ostaje u zemljištu 4 godine i tokom tog perioda ne gubi svoja svojstva. Otpušta vodu u onoj meri koliko je to biljkama potrebno.



Slika 2. Hidrogel čestica pre i posle potapanja u vodu.

Pored različitih smesa materijala, supstrat može biti i od mineralne vune. Na tržištu kod nas može se naći *Urbanscape Green Roll* supstrat za ozelenjavanje od dugih vlakana kamene mineralne vune koja su tako prošivena da stvaraju kompaktni i dimenzionalno stabilan filc. Sastoji se od prirodnih mineralnih kamenih vlakana koja obezbeđuju zadržavanje i čuvanje

vode u različitim primenama prostornog uređenja i predstavlja dobar medijum za rast sačinjen od različitih mešavina minerala [15].

Supstrat je 8-10 puta lakši u poređenju sa zemljanim supstratima. Može da zadrži 3 do 4 puta više vode u odnosu na svoju zapreminu i u poređenju sa drugim supstratima. Zadržavanje vode omogućava brži rast biljaka. Zbog svoje lakoće u suvom stanju ne ugrožava stabilnost konstrukcije objekata [16].

## 6. ZAKLJUČAK

Jedan od načina sanacije postojećih krovnih površina i izgradnja novih objekata koji bi bili u funkciji zaštite životne sredine jeste implementacija zelenih krovova. Zelene krovne površine mogu biti ekstenzivne, poluintenzivne i intenzivne. Svaki od ovih tipova krovova karakterišu određene vrste zelenila diferencirane prema veličini njihovog korenskog sistema. Jedan od najznačajnijih slojeva zelenog krova jeste sloj supstrata koji služi za vezivanje korenja biljaka. Pored te osnovne namene, supstrat učestvuje i u termičkoj zaštiti objekta, biofiltraciji voda, zadržavanju viška vode pri obilnim padavinama, itd. Prema svom sastavu supstrat je uglavnom heterogenog sastava. Materijale koji se biraju za proizvodnju supstrata uglavnom karakteriše mala specifična gustine, velika poroznost i dobro upijanje vode. Osnovne karakteristike kvalitetnog supstrata jesu: mala težina u suvom i vlažnom stanju, smanjeni rizik od oticanja, visok stepen zadržavanja vode, dobra zasićenost vazduhom i obezbeđen protok vazduha, visoka hidraulička provodljivost, stabilnost, pružanje dobrog vezivanja za različite tipove korenja biljaka, minimalna količina organskog sadržaja. Savremeni materijali nalaze primenu u industriji zelenih krovova, pa je moguće vršiti razna ispitivanja i praviti različite kombinacije materijala kako bi pojedine biljne vrste mogle da na što bolji način koriste sve benefite kvalitetnog zemljišta. Osim smesa koje se mogu naći i koje igraju ulogu zemljišta, kao supstrat se mogu koristiti i drugi materijali poput mineralne vune, a koji imaju sve karakteristike kvalitetnog supstrata koje su već navedene.

## LITERATURA

- [1] J. G. Richard Cook, „The Fifth Facade: Designing Nature into the City,“ u *Global interchanges: Resurgence of the Skyscraper City*, New York, 2015.
- [2] Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, Službeni glasnik RS, 2011.

- [3] <http://zelenikrovovi.rs/zeleni-krovovi/vrste-zelenih-krovova/>.
- [4] <http://efb-greenroof.eu/green-roof-basics/>.
- [5] K. Insolation, *Urbanscape Modular Green Roof System*, 2013.
- [6] <http://www.green-urbanscape.com/en/content/economic-benefits>.
- [7] <http://www.green-urbanscape.com/en/content/social-benefits>.
- [8] <http://www.greenroofs.com/Greenroofs101/waterproofing.htm>.
- [9] <http://zelenikrovovi.rs/zeleni-krovovi/slojevi-zelenog-krova/>.
- [10] K. Vijayaraghavan, „Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, t. 57, pp. 740-752, 2016.
- [11] N. A. D. N., „The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs,“ *Landscape Urban Plan*, t. 103, pp. 230-236, 2011.
- [12] R. F. Vijayaraghavan K, „Design and development of green roof substrate to improve runoff water quality: Plant growth experiments and adsorption,“ *Water Res*, t. 77, pp. 217-226, 2014.
- [13] F. L. L. FLL, *Guideline for the planning, execution and upkeep of green-roof sites*, Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, 2002.
- [14] L. Y. H. J. Z. G. Xiao M, „A review of green roof research and development in China,“ *Renew Sustain Energy Rev*, t. 40, pp. 633-648, 2014.
- [15] <http://appft1.uspto.gov/netacgi/nphParser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearchbool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PG01&s1=20140130410.PGNR.&OS=DN/20140130410&RS=DN/20140130410>.
- [16] <http://www.knaufinsulation.rs/sr/zeleni-krovovi>.

## POJAVE KLIZIŠTA U REPUBLICI SRBIJI I MERE PREVENCIJE I ODBRANE LANDSLIDES IN REPUBLIC OF SERBIA AND PREVENTION AND DEFENSE MEASURES

Milan Protić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Simona Smiljković, *diplomirani inženjer građevinarstva, Niš.*

**Sadržaj** – U ovom preglednom radu opisana su klizišta kao jedna od najvećih prirodnih pretnji ljudskim životima i imovini. U radu su opisani uzroci nastajanja klizišta, kroz primer ciklona Tamara koji je 2014. godine pogodio ove prostore, zatim preventivne mere i odbrana. Zaključeno je da bi u budućem temeljnijem pristupu ovoj opasnosti trebalo formirati objedinjeni sistem podataka koji bi sadržao izveštaje o klizištima koja su se javila na ovim prostorima i izdavao upozorenja o njihovoj mogućoj pojavi.

**Ključne reči:** Klizište. Katastrofa. Ciklon Tamara.

**Abstract** – In this review, landslides are described as one of the biggest natural threats to human lives and property. The paper describes the causes of landslide formation, through the example of the Cyclone Tamara that hit this area in 2014, then preventive measures and defense. It was concluded that in a more fundamental approach to this danger, the unified system of data should be formed containing reports of landslides occurring in these areas and issuing warnings about their possible occurrence.

**Key words:** Landslide. Disaster. Cyclone Tamara.

### 1. UVOD

Klizišta spadaju među najopasnije pretnje za stanovništvo, materijalna dobra i životnu sredinu. Kako se stanovništvo širi i u pogledu naseljavanja i u pogledu eksploatacije površina povećavaju se rizici da pojave klizišta ugroze živote i načine materijalnu štetu.

Klizište je deo terena u kome je aktivan proces otkidanja i pomeranja stenskih masa u padinama i kosinama, preko stabilne podloge, po jasno ispoljenoj površini ili zoni klizanja.

Da bi se rizik od gubitka ljudskih života i materijalne štete sveo na minimum neophodno je postojanje institucija koja bi na vreme i efikasno reagovala. To podrazumeva prepoznavanje znakova klizanja, upozoravanje stanovništva i svih nadležnih institucija, evakuacija, i na kraju sanacija nastale štete.

U ovom preglednom radu analizirana je efikasnost rada institucija u Srbiji u slučajevima velikih katastrofa, a kao jedan od primera naveden je ciklon Tamara koji je 2014. godine pogodio Srbiju i okolne zemlje.

U daljem toku rada, u sekciji 2. navedeni su najčešći okidači klizišta, u sekciji 3. naveden je primer ciklona Tamara koji je bio pokretač velikog broja klizišta, u sekciji 4. su navedene preventivne mere i znaci prepoznavanja klizišta, i u sekciji 5. izveden je zaključak.

### 2. UZROCI NASTAJANJA KLIZIŠTA

Klizišta obuhvataju veliki broj različitih tipova kretanja od kojih se najčešće sreću: klizanje tla, odronjavanje, tečenje raskvašenog tla i složeno kretanje.

Lacasse i Nadim (2009.) daju podatke na svetskom nivou o štetama i žrtvama klizanja tla. Na osnovu njihovih izvora u Evropi je u razdoblju od 1903 – 2004. godine broj žrtava je veći od 15.000, pri čemu su uzeti slučajevi sa manje od 10 žrtava [1].

Klizišta koja se dešavaju na teritoriji Republike Srbije su u 70% slučajeva poznata i u većoj meri istražena. Odronima i klizištima zahvaćeno je oko 25% teritorije Republike Srbije. Poznato je ukupno 3.137 aktivnih ili potencijalnih klizišta. Jedan deo tih klizišta ugrožava stambene objekte u naseljenim mestima, dok većina ugrožava lokalne magistralne saobraćajnice. Najviše su rasprostranjena u jugoističnom delu Panonske nizije i u delu Podunavlja između Beograda i Smedereva [2].

Uzroci koji dovode do pojave klizanja su: dodatno opterećenje kosine najčešće objektom, zasecanje kosine (promena geometrije kosine izgradnjom puta, usecanjem toka reke), promena režima podzemnih voda (naglo supštanje nivoa podzemne vode, njegov porast uz nožicu kosine usporavanjem reke, obilne padavine posle dugotrajne suše, proceđivanje vode iz kanalizacije, vodovoda, kanala...), dinamički uticaji u nekoherentnom tlu, krčenje šuma na kosini, dejstvo mraza itd.



Slika 1. Klizišta.

### 3. CIKLON TAMARA

U periodu od 13. do 18. maja 2014. godine ciklon Tamara pogodio je jugoistočnu i centralnu Evropu, izazivajući poplave i klizišta. Najveće štete pretrpele su Srbija i Bosna i Hercegovina, s obzirom na činjenicu da su padavine bile najobilnije u poslednjih 120 godina. Do 20. maja barem 62 osobe izgubile su život. Pokrenulo se preko 2000 klizišta. Padavine su pokrenule bujice i odron i mnoge reke iz sliva Save i Morave su se izlile. Prema zvaničnim podacima preko 1,6 miliona ljudi bilo je pogođeno u Srbiji i Bosni i Hercegovini.



Slika 2. Poplavljene oblasti.

Podaci o klizištima su skupljani od strane raznih institucija, globalni sistem koji bi sadržao sveobuhvatnu bazu podataka nije postojao, tako da je organizacija zaštite i sanacije bila nedovoljno efikasna i ograničena na pojedine lokalne institucije.

### 4. PREVENTIVNE MERE I ODBRANA

U okviru mera sanacija, u zavisnosti od toga kako se preduzimaju, razlikuju se:

- preventivne mere,
- hitne sanacione mere i
- sanacione mere.

Cilj mera koje se preduzimaju prilikom pojave klizišta jeste umanjeње štete koja bi tom prilikom nastala. Sanacione mere su postupci koji bi trebalo da minimalizuju nastalu štetu

i što je moguće više vrate situaciju u prvobitno stanje. Međutim da bi šteta bila što manja neophodno je preventivne mere primeniti na najefikasniji mogući način.



Slika 3. Zahvaćene oblasti.

U preventivne mere spadaju:

- Kartiranje klizišta u postojeće karte. U kriznim situacijama neophodno je predvideti koje bi oblasti bile najugroženije. Potrebno je da postoji Nacionalni katastar klizišta, na osnovu koga se izvode prognozne karte.
- Sistem za rano upozoravanje (Early Warning System). To je metoda geotehničkog monitoringa koji služi za ocenu stabilnosti padina i kosina. Obuhvata razne tehnike instrumentalnog osmatranja i monitoringa u realnom vremenu. Sistem mora da bude povezan sa sektorom za vanredne situacije lokalnih samouprava i na nacionalnom nivou.
- Edukacija i jačanje kapaciteta. Obučavanje lokalnih štabova za vanredne situacije i šire javnosti za prijavljivanje i evidentiranje pojava klizišta na teritorijama lokalnih samouprava predstavlja značajan iskorak u organizovanom društvenom delovanju na suzbijanju efekata elementarnih nepogoda. Jedan od najboljih načina da se stanovništvu predstavi značaj sistematskog pristupanja problematici vezanoj za klizišta jeste da se prikaže princip dobre i loše prakse i prilikom obuke daju konkretne instrukcije i saveti.
- Poboljšanje u zakonodavnoj vlasti. Poštovanje zakonske regulative u oblasti prostornog i urbanističkog planiranja, istraživanja i sanacije objekata i terena, su osnov za smanjenje rizika od klizišta za stanovništvo, materijalna i druga dobra, kako na nivou cele države, tako i na nivou gradova i opština. Zato je neophodno angažovanje stručnih lica, kao i preduzeća koja su registrovana za obavljanje poslova istraživanja i sanacije klizišta.

Uz adekvatne preventivne mere, i uz funkcionisanje globalnog sistema i baze podataka, lakše bi bili uočeni počeci pomeranja tla, tako da bi sistem na vreme reagovao i upozorio nadležne.

Sa tim ciljem je u maju 2015. godine počelo sprovođenje projekta „Harmonizacija podataka o klizištima i obučavanju lokalnih samouprava za njihovo praćenje“ [3]. Projekat je realizovan u 27 ciljnih opština najviše pogođenim klizištima 2014. godine [4].

U postupku odbrane od klizišta, minimalizovanja žrtava i materijalne štete, najbitnije je uočavanje početka procesa



kliženja odnosno najave klizišta. Prepoznavanje znakova koji ukazuju na početak procesa:

- Promene u terenu kao što su pucanje i pomeranje tla, manja kliženja i tečenja.
- Pojava izvora, pištrevina i zabarenja u tlu u delovima terena u kojima ranije tlo nije bilo toliko vlažno.
- Nove pukotine ili neobična istrbušenja u terenu i na objektima kojih ranije nije bilo. Pukotine po pločnicima, trotoarima, putevima, na objektima i to: na zidovima, u gipsu, pločicama, ciglama ili temelju, podovima.
- Nagnutost i/ili pomeranje objekta. Odvajanje spoljašnjih zidova, staza ili stepenica, proširenje zeva pukotina.
- Oštećenja i prekid vodovodnih, kanalizacionih i drugih podzemnih cevi i vodova.
- Iskrivljeni ili pomereni telefonski stubovi, drveće, potporni zidovi i ograde.
- Sleganje ili otklizavanje nasipa puta.
- Zaglavljivanje vrata ili prozora koji su ranije normalno funkcionisali.
- Tihi tutnjeći zvuk koji se vremenom pojačava može ukazati na blizinu klizišta, dok neobični zvuci, kao na primer lomljenje drveća ili kretanje kamenih blokova, mogu da ukazu na trenutnu aktivnost tečišta.

## 5. ZAKLJUČAK

S obzirom da su nadležnosti odgovarajućih ustanova u Republici Srbiji podeljene neophodno je da se formiraju objedinjeni opširni izveštaji o ovakvim događajima i teritorijama na kojima su se dogodili na globalnom nivou u vidu baze podataka, da bi se izvršila analiza i razvio sistem koji bi na vreme izdao upozorenje. Takođe neophodno je izraditi karte na kojima bi rizična područja bila obeležena i povezane sa sistemom kako bi se bezbedno mogla planirati gradnja i druge aktivnosti koje obuhvataju privremeno ili trajno korišćenje terena.

## LITERATURA

- [1] S. Lacasse, F. Nadim, *Landslide risk assessment and mitigation strategy*, Landslides–disaster risk reduction, 31-61, 2009.
- [2] B. Babić, *The protection of the population and the property in the extraordinary situations*, 10. međunarodni naučni skup Sinergija 2012.
- [3] <http://geoliss.mre.gov.rs/beware/>
- [4] Z. Bonić, M. Protić, *Early warning and hazard analysis system in republic of serbia*, 9<sup>th</sup> GRACM International Congress on Computational Mechanics, Chania, 4-6 June 2017.

## ОРГАНИЗАЦИЈА КАО СОЦИО-ТЕХНИЧКИ СИСТЕМ ORGANIZATION AS A SOCIAL AND TECHNICAL SYSTEM

Станиша Димитријевић, Висока техничка школа, Александра Медведева 20, Ниш.

**Садржај** – Рад говори о управљању организацијом са акцентом на значају њене неформалне друштвене стране. Заједничко деловање у организацији омогућава синергијске ефекте, повећану мотивисаност и креативност појединаца. Међусобно деловање, структурисање и усмеравање различитих активности учесника у организацији, њихово повезивање ради постизања заједничког циља, врши менаџмент организације.

Управљање друштвено-економским и техничким системом организације мора да има у виду неформалну, људску и друштвену страну, исто као и захтеве формалне организације.

**Кључне речи:** технички и друштвени систем, управљање формалном и неформалном организацијом

**Abstract** - This paper deals with the topic of organization management with emphasis on the importance of its informal social aspect. Joint action in organization enables effects of synergy, increased motivation and creativity in one individual. Structuring and directing different activities of participants in organization so that their action could be interconnected to attain a common goal is carried out by the function of management, which is realized through organization management.

Management of a social, economic and technical system of organization must be sensitive to informal, human and social aspects as well as to the requirements of formal organization.

**Key words:** technical and social system, formal and informal organization management

### 1. УВОД

Успех организације подразумева многобројне факторе међу којима је најзначајнији човек. Проблеми људи у организацији са пет или педесет запослених су углавном исти. Запослене треба наћи, изабрати, обучити, мотивисати и пратити њихове активности. И увек, биће много лакше решити проблеме материјалне, техничке, физичке природе, од проблема који се могу јавити међу запосленима.

Решавање проблема међу учесницима у процесу рада, где ће бити укључени и инжењери, биће много комплексније и теже. Зато је организовање и управљање људима у организацији приоритетни задатак њеног успешног функционисања.

Овај рад управо говори о формалној и неформалној организованости и деловању запослених.

### 2. ОРГАНИЗАЦИЈА И УПРАВЉАЊЕ

Људи су се одувек суочавали са проблемом како да задовоље своје многобројне потребе. И управо из тих потреба, произашло је организовано људско понашање. Схватили су да сарадњом са другим људима лакше и ефикасније могу да реализују сопствене циљеве. У оквиру организација, радећи заједно с другим људима, могли су да повећају своје способности и да на тај начин лакше задовоље сопствене потребе. То им управо омогућавају фактори који карактеришу заједничко деловање, међу

којима су најважнији: синергијски ефекат, фактори мотивације и креативности.

Организацију можемо дефинисати као динамичан, отворен, и социјалан организациони систем са три подсистема: природним, техничким и људским, истовремено са више организационих јединица унутар којих се извршавају одређене функције организације.[4]

Са социолошког становишта, организација је елемент друштвеног система одређеног друштва у одређеном времену. Она мења свој идентитет прилагођавајући се својој релевантној организационој околини и зато носи њене карактеристике. Из тог разлога, не сме да се дозволи давање предности техничкој једностраности организације, или предности једној од функционалних димензија организације (иновативној, инструменталној, структурној или интегративној). Напротив, у оквиру прилагођавања унутрашњих супротности организације, посебан значај има социјални садржај организације, и чиниоци прилагођавања управљања том садржају.

Управо због тога, класичном схватању приоритетног значаја формалне организације, супротставља се анализа друштвених претпоставки организације и начина решавања њихове формалне и неформалне супротности.[5]

Међутим, постоје неке карактеристике заједничке за све организације кроз историју.[1]

Прво, мора да постоји циљ, сврха, нешто што треба остварити.

Друго, сврха постојања организације, заједничка намера, мора бити привлачна за људе да би се они одлучили да се придруже тој организацији, а не некој другој. Оно што људе привлачи у одређену организацију, јесте могућност да она послужи као средство помоћу кога је могуће остварити сопствене циљеве.

Треће, члановима организације потребно је нешто с чиме ће да раде. То су ресурси, или средства за остваривање циљева, које чине, пре свега, сами људи, а затим опрема, алат и све остало.

Четврто, постоји потреба за структурисањем и усмеравањем различитих активности учесника, како би се њихово деловање међусобно повезало за постизање заједничког циља. Другим речима, потребан је неко ко ће да управља и координише активностима свих ресурса организације.

Ако свако за себе, појединачно, нешто ради, без усаглашавања времена и напора са другима, може доћи до проблема. Најзад, резултате је лакше постићи ако постоји неко ко брине о томе да целу организацију води остваривању постављених циљева. Неко мора да решава спорове и усклађује разлике у мишљењу, да доноси одлуке о стратегији и времену извршавања активности. Ово издвајање активности управљања (менаџмента) од активности делања, јесте суштинска карактеристика сваког заједничког рада.

Управљање - менаџмент - као активност постоји да би се људске жеље учиниле видљивим - путем организованог напора. Он олакшава људске напоре у организованим групама и појављује се онда када људи желе да сарађују да би остварили неке циљеве.

### **3. ФОРМАЛНА И НЕФОРМАЛНА ОРГАНИЗАЦИЈА**

Сваку организацију, без обзира на њену величину и намену, у формалном смислу карактеришу две стране: техничка и друштвена. Првом су дефинисане основне активности организације, начин и средства њихове реализације. Захваљујући њој, остварују се основни циљеви организације, али она условљава и другу, друштвену страну - обим и структуру људи који су потребни за обављање активности организације.

Међутим, друштвену страну не карактеришу само формалне потребе реализације техничког процеса организације. Она обухвата и одређене личне потребе и жеље запослених, које уствари чине суштину људског бића. Пошто оне не морају нужно да прате формалне захтеве организације, често их називамо неформалном страном организације.

Оно што је веома значајно је да формална организација не мора безусловно да утиче на остваривање њених циљева. Дуго се сматрало да је неформална организација сметња за управу, претња правилном функционисању организације. Међутим, неформална организација може да делује добро или лоше, зависно од самог приступа управе њеној друштвеној страни.

Неформалне групе у организацији могу и желе да задовоље неке људске потребе. Потреба за признањем,

друштвеним положајем, припадништвом и друштвеним животом - све то појединац може остварити у неформалној групи. Оне стварају своје вође, а то често доноси друштвени положај и осећање задовољства појединцима који иначе не би били признати у хијерархији формалне организације. Неформалне групе, такође, стварају сопствене комуникационе мреже. Те мреже често задовољавају потребе радника "да знају" и да буду обавештени о ономе што се догађа у организацији. Неформалне комуникационе мреже понекад шире полуистине и отворене лажи. То може да угрози репутацију многих људи, као и да ствара несигурност и неповерење.[1] Из овога произилази да веома често неформална организација, везана за људски фактор, може да буде пресудна у реализацији формалних циљева организације. Уколико управа на прави начин то схвати и што је још важније, прихвати, сигурно ће имати позитиван "feedback" од стране запослених.

Међутим, поред позитивног доприноса неформалне организације, она може имати итекако негативне конотације у реализацији активности организације. Неформалне групе могу да раде против управе као и за њу. У пракси управљања, управо ово схватање помаже менаџменту организације да поспешити позитивне стране понашања неформалне групе и да истовремено покуша да отклони оне негативне. Успех или неуспех менаџмента у управљању том неформалном страном организације, у највећој мери зависи од његовог приступа имплементацији потреба неформалне организације. Ово наравно произилази из врло важне карактеристике људи - да нико не воли да му се силом намеће нешто што он најпре сам не жели да прихвати.

Зато, умеће и успех управљања организацијом пресудно зависи, пре свега, од начина како управа организује односе са онима који треба да реализују активности којима се организација бави. Ако се тај однос базира на хуманој основи, где ће разлика између надређених и подређених бити само по основу функције и послова које они обављају, успех организације ће бити неминован.

Људи су јако осетљиви када се вређа њихово достојанство, ма колико они били инфериорни по степену обављања, хијерархијском нивоу у организацији и својој радној улози.

### **4. УПРАВЉАЊЕ ДРУШТВЕНИМ И ТЕХНИЧКИМ СИСТЕМОМ ОРГАНИЗАЦИЈЕ**

Све што постоји у организацији, како њен технички систем, тако и њен друштвени систем, може да функционише само уколико су они добро организовани и ако се њима управља на прави начин. Формална организација, која укључује и техничку и друштвену страну, може да буде ефикасна само уколико негује добре међуљудске односе. Они ће омогућити, не само остваривање циљева организације, него и специфичних потреба људи који учествују у остваривању тих циљева.

Људска и друштвена страна сваке организације мора бити на неки начин интегрисана са формалном, техничком страном. Те две стране делују заједно и управа не може занемарити ни једну од њих - мора тежити да се успостави баланс између потребе да се ефикасно остваре циљеви организације, а да се истовремено задовоље и

потребе људи који реализују те циљеве. На тај начин, људи ће бити мотивисани да буду спремни да доприносе и сарађују, чиме ће се остварити циљеви формалне организације.

Међусобна прожетост техничко-технолошког и друштвеног фактора, произилази из њихове међусобне условљености. Технологија одређује потребе за људским потенцијалима, потребним знањима и квалификацијама, потребе и садржај образовања и развоја људи, величину нужних улагања у људе да би се ишло у корак с развојем. Развој технологије води све већој интелектуализацији рада и пресудној улози знања и људи у организационом успеху. Виша и софистициранија технологија тражи више знања и образовања, креативности, стално усавршавање и развој, другачију културу, систем мотивисања и награђивања, стил менаџмента и друго.[3]

Технички аспект потреба за ефикасношћу и економичном производњом, треба посматрати као нешто што је повезано са бригом за људски аспект сваке организације. Запослени има физичке потребе које треба задовољити, али што је још важније, он има и друштвене потребе. Ове потребе настају рано у животу и опстају током целог радног века у односима са колегама и другима у организацији. Догађаји и предмети у техничко-физичком окружењу не могу се посматрати као ствари по себи. Њих треба схватити као носиоце друштвених вредности.

На пример, физички предмет, радни сто, нема никакав друштвени значај, али ако људи који имају радне столове надзиру оне који их немају, онда радни сто постаје статусни симбол и носилац друштвене вредности. И други чиниоци, као што су врста одеће, узраст, пол и старешинство могу попримити друштвени значај.

Успешан експеримент који обухвата међусобни утицај друштвеног система и техничког система извршио је William Foote Whyte.(видети детаљније)[2] Кључни појам у његовој анализи био је појам статуса, или релативног престижа који посао има у очима оног који га обавља или у односу на друге.

## 5. ИНТЕГРАЦИЈА ФОРМАЛНЕ И НЕФОРМАЛНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ

Формална организација представља званично организовање, како техничког, тако и друштвеног система. Она има своје циљеве, принципе, правила понашања. Упоредо са њом постоји и функционише неформална организација која се односи, пре свега, на друштвени систем у коме постоје међусобни односи запослених. А то истовремено постојање формалне и неформалне организације управо представља велики проблем менаџменту који управља организацијом.

Објашњење у схватању ових проблема, дао је George C. Homans.[6] Он је поделио укупни систем организације на "унутрашњи систем" и "спољашњи систем" (Слика 1). Спољашњи систем су чиниле силе или фактори окружења у формалној организацији као што су политика, описи послова и проток рада. Унутрашњи систем чинили су елементи у друштвеном животу неформалне организације који могу да утичу на спољашњи систем. С друге стране, спољашњи систем је деловао на унутрашњи систем, што доводи до узајамног прожимања формалне и

неформалне организације.

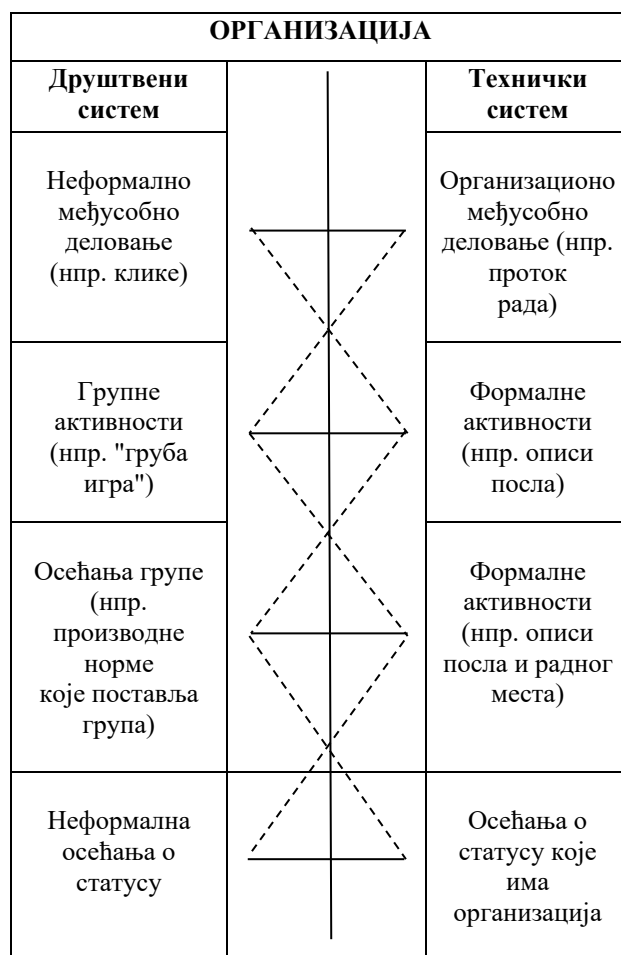
Међусобна деловања формалних и неформалних активности и осећања утичу на мотивацију људи и ефикасност организације.

У Homans-овом моделу организације постоје три димензије понашања које се узајамно прожимају и могу се наћи и у унутрашњем и у спољашњем систему:

(1) *активности* - оно што се формално захтева од чланова или понашање до кога долази неформално,

(2) *међусобно деловање* - било која трансакција између два или више чланова групе која може бити прописана од стране организације или је настала неформално,

(3) *осећања* - осећања, ставови и уверења и формалних и неформалних група.



Слика 1. Узајамно прожимање друштвених и техничких система (према Homans-овој концептуалној шеми)

Деловање ових фактора приказано је на слици 1. Формалне активности представљају оно што очекује управа и систем рада који је она замислила. Формална међусобна деловања спецификована су описом посла и протоком рада између запослених. Управа сматра да радници треба да се понашају онако како то захтева њихов посао.

Са друге стране, неформална међусобна деловања и комуницирање, могу да доведу до формирања посебних неформалних група. Неформална осећања о друштвеном положају, пријатељству и о томе ко издаје наређења и на који начин, стварају проблеме. Свакодневна искуства у организацији показују како осећања, активности и међусобна деловања узајамно делују у друштвеним и техничким системима.

Претходно наведено указује на потребу да управљање друштвено-економским и техничким системом организације мора да има у виду неформалну, људску и друштвену страну, исто као и захтеве формалне организације.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Заједничко деловање људи у организацији се разликује од појединачних активности, поред осталог, факторима мотивације и креативности као и врло важним синергетским ефектом.

Упоредо са формалном организацијом, која представља званично организовање, како техничког, тако и друштвеног система, постоји и функционише неформална организација која се односи, пре свега, на друштвени систем у коме постоје међусобни односи запослених.

Људска и друштвена страна сваке организације мора на неки начин да буде интегрисана са формалном, техничком страном. Те две стране делују заједно и управа

не може занемарити ни једну од њих - мора тежити да се успостави равнотежа између потребе да се ефикасно остваре формални циљеви организације, а да се истовремено задовоље и заједничке, али и појединачне потребе запослених који учествују у реализацији тих циљева. На тај начин, људи ће бити мотивисани да буду спремни да сарађују и дају максималан допринос у свом раду, чиме ће се ефикасно остваривати циљеви организације.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Danijel Wren, Dan Voich, Менаџмент, процес, структура и понашање, Пословни систем Грмеч, Привредни преглед, Београд, 1994.
- [2] W.F.White, Human Relations in the Restaurant Industry, Njujork, Mc Graw-Hill Book Co., 1948.
- [3] Фикрета Бахтијаревић Шибер, Манаџмент људских потенцијала, Голден маркетинг, Загреб, 1999.
- [4] Видоје Вујић, Менаџмент људског капитала, Универзитет у Ријеци, Ријека, 2004.
- [5] Божо Јушић, Социологија, организација и управљање организацијом, Економски институт, Загреб, 1992.
- [6] George C. Homans, The Homan Group, Njujork, Hartcourt Braće Jovanovich, Inc., 1950.



## THE APPLICATION OF CONSTRUCTIVISM IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING PRIMENA KONSTRUKTIVIZMA U NASTAVI STRANIH JEZIKA

Sladana Živković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Abstract** - *The aim of this paper is to emphasize the significance of constructivism in foreign language teaching. Bearing in mind that constructivism is a student-centered approach, it is clear that it fits well with a constructivist theory which emphasizes the importance of students' active involvement in expanding and enriching language communicative competence and construction of knowledge through the interaction with the use of modern technologies.*

**Key words:** constructivism, foreign language teaching.

**Sadržaj** - *Cilj ovog rada je da se naglasi značaj primene konstruktivizma u nastavi stranih jezika. Imajući u vidu da je konstruktivistički pristup usmeren na studente, jasno je da se uklapa u konstruktivističku teoriju koja naglašava važnost aktivnog učestvovanja studenata u proširivanju i obogaćivanju komunikativne kompetencije, i u izgradnji znanja kroz interakciju i putem korišćenja savremenih tehnologija.*

**Ključne reči:** konstruktivizam, nastava stranih jezika.

### 1. INTRODUCTION

Regarding great challenges we are currently recognizing, a significant step towards modernizing the educational system is fast transformation of traditional way of teaching and learning methods. To meet such demanding requirements, we suggest ways of modernization of the educational process in the sense that it needs to be more open and innovative and to promote more creativity in planning theory and practice.

In addressing new concerns in education, it is important to emphasize that the constructivist approach supports the active processes students use to construct knowledge. Students are engaged in cognitively complex tasks involving activities, such as problem solving, critical thinking, and collaboration.

In view of what has so far been discussed about, it may be concluded that the constructivist principles together with digital technology show the potential for effective classroom learning practice. In other words, they afford an opportunity to remake the concept of foreign language learning, and bring new possibilities in the teaching and learning process. In that way, they offer students the opportunity to work to their full potential.

### 2. CONSTRUCTIVIST LEARNING THEORY

In addressing new concerns of teaching and learning process, it is important to say that constructivism suggests that learning is an active process [3] of constructing knowledge. Besides, we should not forget about the importance of modern technology which helps in reconstructing the traditional teacher-centered approach into a student-focused learning model.

In dealing with constructivist teaching/learning theory, it is worth mentioning that much of the work has been conducted by notable researchers, such as [3], [4], [11], [7] who have made major contribution to the transformation in language learning.

In the theory of cognitive constructivism, [6] argues that the learner has prior knowledge about the subject matter (in his/her native language), so he/she simply has to acquire new knowledge (in a foreign language). What is more, in his constructivist learning environment different types of strategies and activities are used in order to challenge students to increase their preparedness to learn.

Within a constructivist approach, another constructivist theory, namely, social constructivism influenced by [14] focuses on the social and collaborative learning. Interaction and effective communication are essential in increasing and achieving productivity. His theory states that for effective foreign language learning, the creation and improvement of knowledge takes place in a social environment (in a classroom or language laboratories).

Considering social context, [4] theoretical framework stresses a method of "directed living", which means that students are involved in authentic learning environment, in which they can demonstrate their knowledge and skills through collaboration and creativity.

"Learners have a genuine situation of experience -- that there be a continuous activity in which he is interested for its own sake; secondly, that a genuine problem develop within this situation as a stimulus to thought; third, that he possess the information and make the observations needed to deal

with it; fourth, that suggested solutions occur to him which he shall be responsible for developing in an orderly way; fifth, that he have opportunity and occasion to test his ideas by application, to make their meaning clear and to discover for himself their validity“ [4].

Considering the development and complexity of language in use, [10] emphasizes that language learning is an active process which happens through dialogue (Socratic learning) as the best method of communication. [10] initiated curriculum change based on the notion that learning is an active, social process in which students construct new ideas or concepts based on their current knowledge. He provides the following principles of constructivist learning:

- Instruction must be concerned with the experiences and contexts that make the student willing and able to learn (readiness).
- Instruction must be structured so that it can be easily grasped by the student (spiral organization).
- Instruction should be designed to facilitate extrapolation and or fill in the gaps (going beyond the information given).

“Based on contemporary theories, learning is recognized as a social phenomenon constituted in the experienced, lived-in world, through legitimate peripheral participation in ongoing social practice; the process of changing knowledgeable skill is subsumed in processes of changing identity in and through membership in a community of practitioners; and mastery is an organizational, relational characteristic of communities of practice“ [8].

In addressing new concerns in education, [7], [8] propose characteristics that underline the constructivist learning environments and are applicable to both perspectives:

- Constructivist learning environments provide multiple representations of reality.
- Multiple representations avoid oversimplification and represent the complexity of the real world.
- Constructivist learning environments emphasize knowledge construction instead of knowledge reproduction.
- Constructivist learning environments emphasize authentic tasks in a meaningful context rather than abstract instruction out of context.
- Constructivist learning environments provide learning environments such as real-world settings or case-based learning instead of predetermined sequences of instruction.
- Constructivist learning environments encourage thoughtful reflection on experience.
- Constructivist learning environments "enable context- and content- dependent knowledge construction."
- Constructivist learning environments support "collaborative construction of knowledge through social negotiation, not competition among learners for recognition."

[12] argues that living in the knowledge society requires:

- “moving beyond brainstorming to bringing ideas into the world;
- producing knowledge that brings value to a community, which means going beyond ‘keeping abreast of the times’;
- developing an understanding of knowledge creation;
- playing with ideas in the first instance, in order for the individual to take charge of knowledge at the highest level“[12].

Besides, with the assistance of digital technologies, the construction of knowledge has become more easier to transfer.

According to [15] learning with technology needs more than making learning activities digital, it is also about creating ‘contexts for authentic learning that use new technologies in integrated and meaningful ways to enhance the production of knowledge and the communication and dissemination of ideas’ [15].

[3] states that digital technologies have an increasingly important role to play in classroom activities to support creativity in the classroom. These include:

- developing ideas
- making connections
- creating and making
- collaboration
- communication and evaluation [3].

With all this in mind, it is important to emphasize that constructivist theory together with technology show the potential for making great progress in learning practices. In other words, they afford an opportunity to remake the concept of foreign language learning, and bring new possibilities in the teaching and learning process.

### 3. THE ADVANTAGES OF A LANGUAGE LEARNING ENVIRONMENT

As proposed by [11], there are three levels in the teaching/learning process, namely, interchange is the first level of interaction where the personal educational background of each student and the instructors allows viewing the problem at hand from a different lens and introducing therefore related discipline’s knowledge and processes. Interweave is the second level where the problem is solved by weaving together parts of disciplines or elements to create a new solution to the problem. [12] describes this process as “intellectual pluralism; borrowing tools, methods, concepts, models or paradigms from other fields”. Innovate is the third level of the learning/teaching process, and co-creation of new knowledge occurs. At this stage, the learner examines different organizational and social issues in an interdisciplinary manner that affects their learning process [12].

Considering the advantages of a language learning environment that utilizes modern technologies, [13] discusses that technologies:

- “provide students with authentic language learning,
- support the development of cognitive skills “thinking, reasoning, perception, more creative and flexible problem solving” [13],
- support collaborative learning as an effective approach for including students in classroom group work
- emphasize the significance of the student-centered approach,
- facilitate the acquisition of language skills,
- provide appropriate feedback and assessment of content knowledge and skills“.

Concerning the Internet use at an educational level, it is clear that it is a good source of information, offering

authentic materials that can be used in the classroom related to students' needs. "Internet-generated materials can be flexibly arrayed to engage students with topics and cognitive tasks relevant to students' professional futures" [13].

In view of what has so far been discussed about, it may be concluded that the constructivist approach supports the active processes students use to construct knowledge. Students are engaged in cognitively complex tasks involving activities, such as problem solving, critical thinking, and collaboration.

In technology-supported learning environments "students join in manipulating materials and, thus, create a community of learners who built their knowledge together" [15].

Modern constructivist learning environments are technology-based in which learners are engaged in meaningful interactions. The function of technology is to support and facilitate learning and "to encourage students to be creative, providing feedback about student performance and to analyze and reflect upon what has been learnt" [9].

"An analysis of the meta analyses of computers in schools indicates that computers are used effectively:

- (a) when there is a diversity of teaching strategies;
- (b) when there is a pre-training in the use of computers as a teaching and learning tools;
- (c) when there are multiple opportunities for learning (e.g. deliberative practice, increasing time on task);
- (d) when a student, not teacher, is in "control" of learning;
- (e) when peer learning is optimized; and
- (f) when feedback is optimized." [5].

In other words, [5] claimed that the following conditions should be fulfilled in order to integrate technology into the classroom; namely the role of the teacher, the need of professionalization, and the need of adapted teaching and learning approaches.

#### **4. STUDENTS AND THE TEACHER IN THE PROCESS OF GLOBALIZATION AND COMPETITIVENESS**

This study adds to the knowledge how in the constructivist digital classroom the role of the teacher needs to be reconsidered. The teacher is no longer a transmitter of knowledge. Instead, the teacher has the role of a facilitator of learning in the knowledge process who must survey the needs of students and create the conditions that meet these needs [6]. According to [4] the teacher is the instructor who encourages students in acquiring new knowledge relevant communicative activities in the classroom. "The teacher's role and competences are crucial to the success of this innovation; adapted teaching materials and equipment are essential in this respect" [4].

In today's world of globalization and competitiveness the focus of foreign language learning is on practical experience and activities, collaboration and application of knowledge and skills to real-world situations.

"Student-centered instruction is a form of active learning where students are engaged and involved in what they are studying" [2]. The instructional goal in a student-centered classroom, based on constructivist theory, is to create a learning environment where knowledge is constructed by the

teacher and students rather than transmitted directly by the teacher.

[9] states that learners must be given opportunities to be active in ways that will promote self-direction, creativity and critical analysis of problems requiring a solution. [3] discussed that "learning becomes a continuous, life-long process which results from acting in situations." [16] presents skills which are important in identifying student characteristics in self-regulated learning. They are the following:

1. Setting specific goals for oneself;
2. Adopting powerful strategies for attaining these goals;
3. Monitoring one's performance;
4. Restructuring one's learning environment to make it compatible with one's goals;
5. Managing one's time effectively;
6. Self-evaluating one's methods;
7. Attributing results to causation;
8. Adapting future methods [16].

#### **5. CONCLUSION**

The main purpose of this paper is to represent a theoretical debate related to the constructivist theory in foreign language teaching, and how the conceptual change theory and research give rise to constructivist classroom teaching.

Here, we suggest ways of modernization of the educational process in the sense that it needs to be more open and innovative and to promote more creativity in planning theory and practice.

In addressing new concerns in education, it is important to emphasize that the constructivist approach supports the active processes students use to construct knowledge. Students are engaged in cognitively complex tasks involving activities, such as problem solving, critical thinking, and collaboration.

In view of what has so far been discussed about, it may be concluded that the constructivist principles together with digital technology show the potential for effective classroom learning practice. In other words, they afford an opportunity to remake the concept of foreign language learning, and bring new possibilities in the teaching and learning process. In that way, they offer students the opportunity to work to their full potential.

Significantly, a constructivist approach in the educational process requires teachers as facilitators, planners, guides, mentors and advisors, and, at the same time, it needs active involvement of students [1] as collaborative participants in the learning process in order to improve their education in this new competitive era.

#### **LITERATURE**

- [1] B. D. Bhatt, *Modern Methods of Teaching*. New Delhi, Kanishka Publishers, 2002.
- [2] S. J. Brown, A. Collins, and P. Duguid, Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-41, 1989.
- [3] J. Bruner, *Actual Minds, Possible Worlds*. MA: Harvard University Press. 1986.



- [4] J. Dewey, *Democracy and Education*. New York: Free Press, 1976.
- [5] J. Hattie, *Visible learning: A synthesis of over 800 meta analyses relating to achievement*. NY: Routledge, 2013.
- [6] T. Hutchinson, and A. Waters, *English for Specific Purposes: A Learning-centered Approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [7] D. H. Jonassen, "Thinking technology: Towards a Constructivist Design Model". *Educational Technology*, April, 34-37, 1994.
- [8] D. H. Jonassen, Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments. In Jonassen, D. H., & Land, S. M. (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp. 89-121), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000.
- [9] J. Lave, and A. Wenger, *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge UK: Cambridge University Press, 1991.
- [10] A. Loveless, *Literature review in creativity, new technologies and learning*. Bristol, UK: NESTA Futurelab, 2002.
- [11] J. Piaget, *Structuralism*. New York: Harper and Row, 1968.
- [12] J. Salmons, and L. Wilson, *Crossing Disciplines to Create Innovative Outcomes: Models and Notes*. Vision2Leads, Inc. and Ossia. <http://www.viionelead.com/Fit.pdf> Accessed on Thursday 19 July 2012.
- [13] M. Scardamalia, Extending the limits of the possible in education, keynote presentation at *the International Conference for Educational Technology*, Hong Kong, 1-4 December, 2003.
- [14] L. S. Vygotsky, *Mind in society: The development of higher psychology process*. MA: Harvard University Press, 1978.
- [15] N. Yelland, Changing worlds and new curricula in the knowledge era. *Educational Media International*, 43, 121-131, 2006.
- [16] B. J. Zimmerman, Motivational sources and outcomes of self-regulated learning and performance. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 49-64). New York: Routledge, 2011.

## EKOFEMINIZAM, NAUKA I TEHNOLOGIJA ECOFEMINISM, SCIENCE AND TECHNOLOGY

Danica Milošević, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu sagledavaju se stavovi ekofeminističkih teoretičarki po pitanju naučno-tehnološkog razvoja svremenog društva neo-liberalnog kapitalizma. Cilj rada je da ukaže na štetne prakse zapadnjačkog društva u sferi nauke i tehnologije i promovise ekofeminističke principe, koji su antiteza ovim neetičkim radnjama, i to u svrhu očuvanja života, prirode i njenih resursa.

**Ključne reči:** Ekofeminizam. Patrijarhat.Nauka.Tehnologija.

**Abstract** - In this paper, an overview of ecofeminist theoretical stances is given as far as scientific and technological development of modern neo-liberal capitalist society is concerned. The aim of the paper is to point out to harmful practices of the Western society in the field of science and technology and promote ecofeminist principles which are an antidote to such unethical actions, all with a view to conserve life, nature and its resources.

**Key words:** Ecofeminism. Patriarchy.Science.Technology.

### 1. UVOD

Moderna nauka i tehnologija nesumljivo su olakšale život savremenom čoveku tako što su mu omogućile brža putovanja po zemaljskoj kugli, jednostavniju komunikaciju, upotrebu brojnih uređaja i mašina koje mogu da ga odmene u teškim i opasnim poslovima. Sa druge strane, dovele su do stvaranja industrijskih postrojenja koja su veliki konzumenti prirodnih resursa i zagađivači, pronalaska destruktivnog oružja i veoma opasnih, invazivnih i etički nepodobnih tehnologija koje sa sobom nose veliki rizik po zdravlje i opstanak živih bića. Ovakva naučno-tehnološka praksa dovela je do toga da nauka poprimi „dvostruki karakter“, budući da „nudi tehnološka rešenja za društvene i političke probleme, ali se razrešava i udaljava od novih društvenih i političkih problema koje stvara“ [1].

Ekofeminizam ne samo da osuđuje prelazak sa organskog na mehanički pogled na svet, već savremenu nauku tretira kao glavnog krivca za uništenje i zagađenje planete, a time i za degradiranje i ugrožavanje života svih živih bića. Kako Sandra Harding tvrdi u [1] „(s)istem nauke koji je dominantan pojavio se kao oslobađajuća sila ne za čovečanstvo u celini (iako se legitimizovao kao opšte dobro), već kao zapadnjačka, muška i patrijarhalna projekcija koja nužno povlači za sobom potčinjavanje kako prirode tako i žene“. U ekofeminizmu nauka se posmatra kao oblast ljudskog delovanja koja je rodno, rasno i klasno određena i koja sledi logiku i rezonovanje patrijarhalnog muškarca budući da je „proizvedena ... skoro u potpunosti od strane belog muškarca srednje klase“ [3].

### 2. EKOFEMINISTIČKI OSVRT NA NAUČNO-TEHNOLOŠKI RAZVOJ

U 17. i 18.veku, patrijarhalni muškarac je bio glavni inicijator industrijske revolucije, pa je mogao da oblikuje

okruženje prema sopstvenim potrebama, zanemarujući pritom potrebe koje imaju žena i priroda. Naučna revolucija koju je tada patrijarhat sproveo je „potčinila prirodu“ i „isključila žene kao znalce i eksperte“ iz svoje prakse, i sprovela kompletnu dominaciju nad prirodnom sredinom i živim bićima [1].

I danas se ekonomski, naučno-tehnološki i politički interesi patrijarhalnog društva Zapada stavljaju iznad svih ostalih interesa, pa čak i onih etičkih i moralnih, što je naručito vidljivo u domenu razvoja nuklearnog naoružanja i genetskog inženjeringa, kao i na polju ekološke pravde, gde se životna sredina u kojoj žive nacionalnosti druge boje kože tendenciozno izlaže opasnosti, riziku i zagađenju. Na žalost, kako Šiva kaže, „statusi žena i dece i stanje životne sredine nikada nisu funkcionisali kao indikatori razvoja“ u patrijarhalnoj kulturi [1]. Osim što je praktikovala redukcionizam od trenutka kada je prešla sa organskog na mehanički modus poimanja sveta, nauka je pokazala da je u svojoj srži redukcionistička jer je „umanjila ljudski kapacitet za poznavanjem prirode isključivanjem drugih poznavaca i drugih vidova saznanja i redukovala kapacitet prirode da se kreativno regeneriše i obnavlja, manipulišući njome kao inertnom i fragmentiranom materijom“ [2].

Moderna nauka počiva na uverenju da je objektivna iz razloga što eksperimente izvodi u laboratorijskim uslovima koji mogu biti posmatrani i kontrolisani [2]. Međutim, problem je u tome što ona ne sagledava objektivno uticaj koji ima na društvo i prirodni svet, a još manje posledice svojih otkrića na ljude i planetu Zemlju u celini. Vrlo je česta pojava u patrijarhalnom društvu Zapada da se nauka ne podvrgava moralnom sudu, odnosno da se svesno ograđuje od etike u cilju propagiranja razvoja. Udružena sa tehnološkim pomagalima na putu inovacija i novih naučno-tehnoloških dostignuća, nauka opravdava svoje postojanje i delovanje pod

izgovorom donošenja opšteg boljitka, napretka i prosperiteta. Patrijarhalno društvo koje je glavni podstrekač i finansijer ovih naučno-tehnoloških projekata kroz svoj sistem uređenja opravdava te radnje, legitimizuje ih i predstavlja kao vid neophodnosti u svrhu evolucije čovečanstva. U takvom patrijarhalnom svetu, moderna nauka dobija svoju „etičku i kognitivnu licencu“, što je čini punopravnom praksom čije radnje ne treba preispitivati, sputavati, pa ni korigovati [2]. Zapravo, „moralne intervencije“ nisu nimalo poželjne „u procesu istraživanja“ jer se one kose sa patrijarhalnim interesima koji se vrlo često odriču odgovornosti prema prirodi i društvu, tvrdi Majs u [1]. U laboratorijama, naučnici sebi ne postavljaju etička pitanja tokom vršenja eksperimenata, niti dovode sebe u moralnu dilemu kada je u pitanju ispravnost njihovog angažmana. Oni obavljaju zadatak za državne strukture moći koje diktiraju trendove u sferi nauke, tehnologije i obrazovanja, i postoje da bi verno služili sistemu koji investira u njihova istraživanja.

Tako, „nauka ostaje imuna na društvenu procenu i izolovana od svog sopstvenog uticaja“, a kroz ovaj „podeljeni identitet, stvara se svetost nauke“ [1]. Današnja nauka je, kako Šiva kaže, poput religije kojoj mora da se veruje i u čiju ispravnost ne sme da se sumnja, a svoj nedodirljivi i elitistički karakter brani tako što pribegava, kao što je već rečeno, eliminaciji svih ostalih vidova znanja, ali i „potiskivanju i falsifikovanju činjenica“ kako bi zbacila sa sebe svu krivicu i opravdala svoje radnje [2]. Takva nauka „ne samo da je učinila žene i njihov doprinos nevidljivim, već je najdublje prožeta androcentičnim, tj. muškim predrasudama, kako u svojim opštim pretpostavkama i konceptualizaciji, tako i u svojim teorijama i metodama“, što je u potpunosti isključilo ženski doprinos razvoju nauke prema Majs [1].

Danas se gaji kult muškarca-naučnika koji gotovo da poseduje božanska svojstva budući da ima tu moć da kreira, vrši inovacije i menja okruženje prema zamisli patrijarhalne elite koja upravlja svetom. Takav trend prisutan je još od 15.veka, kada su se naučnici pretvorili u *očeve destrukcije*, tvrdi Majs u [1]. Danas, ova ista logika poznata kao Rambo-logika savremenog mačo muškarca, ustoličila je muško biće kao vesnika intelekta, snage, moći i nasilja koje je neophodno sprovesti kako bi se moć održala, a sa druge strane postavila ženu kao krhku i slabu osobu koju mačo muškarac treba da zaštiti i materijalno obezbedi u svrhu opstanka, tvrdi Sintija Enlou u [1]. Braunmillerova čak zapaža da „postoji bliska veza između ratovanja protiv drugih naroda i ratovanja protiv žena u vidu čina silovanja“ [1]. Problem patrijarhalnog društva je taj što ne uviđa da je ženi potrebna zaštita ne od strane Rambo-muškarca, već upravo od njega samog i njegove nasilne politike moći, diktature, ugnjetavanja i omalovažavanja koja se konstantno sprovodi nad svim bićima. Nametanjem hegemonije, patrijarhalno društvo je svim ostalim bićima nametnulo osećaj straha, nelagode i zavisnosti od belog patrijarhalnog čoveka. Griffin u [3] kaže da „ova zaštita nije prisutna zbog samih žena, koje bi trebalo da budu netaknute, i koje imaju prava da ne budu povređene, već zarad muškarca koji ih štite i koji ih na neki način posmatraju kao svoje vlasništvo, ali i zbog njihovog muškog ponosa“.

Politička propaganda koja forsira Ramba ratnika odavno je otuđena od majke, Zemlje i planete i vodi svoj rat smrti, u

kojem umiru ljudi i priroda. Petra Keli u [3] podseća: „Muška tehnologija i patrijarhalne vrednosti su bile presudne u Aušvicu, Drezdenu, Hirošimi, Nagasakiju, Vijetnamu, Iranu, Iraku, Avganistanu i mnogim drugim delovima sveta“. Zato ekofeminizam ukazuje na neophodnost procesa demilitarizacije, kako bi se čovek vratio zemlji, majci, prirodi u svrhu postizanja mira i harmoničnog života sa svojim okruženjem. Iz tog razloga, kako Majs smatra, nužno je kolektivno osvešćivanje, pre svega muške populacije da „priroda nije naš neprijatelj,...naše telo nije naš neprijatelj; naše majke nisu naši neprijatelji“ [1].

Međutim, Rambo logika se odomaćila toliko da su „nasilje i sila“ postali „intrinzični metodološki principi modernog koncepta nauke i tehnologije“ [1]. Današnja nauka je neodvojiva od tehnologije, vojne industrije, pa samim tim i od nasilja koje naoružanje propagira. Majsova navodi podatak da se preko 60% naučnika u SAD i njihovih istraživanja finansira zahvaljujući donacijama Pentagona. Razvojem nuklearnog naoružanja i nuklearnih elektrana ugrožava se opstanak prirode, a radioaktivni elementi poput plutonijuma sistematski deluju na uništavanje prirode budući da je njihova moć raspada procenjena na period od 24. 000 godina. Svaka upotreba nuklearnog naoružanja prilikom koje se oslobađaju radioaktivne čestice i svaka havarija nuklearnog postrojenja uništava našu planetu neverovatnom brzinom, koju stotine generacija nakon ove današnje neće biti u mogućnosti da izleče i oporave. Do sada su „nuklearno testiranje iznad zemlje, pod zemljom, i pod morem... proizvodnja i uništenje hemijskog i biološkog oružja“, već „ostavile katastrofalne ekološke posledice“ [4].

Ono što Majs uočava kao glavni nedostatak savremenog naučnika je nemogućnost da oseća *svesnu pristrasnost* koja podrazumeva delimičnu identifikaciju sa objektom istraživanja i „kritičku distancu između istraživača i njegovih 'objekata'“ [1]. Ona kritikuje modernu nauku zbog pristupa istraživanjima baziranom na modelu odozgo-nadole, koji pretpostavlja superiornu ulogu istraživača-naučnika u odnosu na predmet istraživanja, umesto metoda odozdo-nagore koji u vidu ima mnogo realističniji, saosećajniji i humaniji pristup. Ovakva metodologija je već prisutna u okviru feminističkih istraživanja, ali Majsova smatra da bi taj model trebalo primeniti i na ostale sfere ljudskog delovanja. Na taj način bi se „istraživanje, koje je do sada bilo uglavnom instrument za dominaciju i davanje legitimiteta moćnim elitama“, učinilo takvim da „služi interesima onih grupa nad kojima se vrši dominacija, eksploatacija i ugnjetavanje, a posebno nad ženama“ [1]. Takođe, neophodno je sprovesti i suprotan proces, a to bi bilo *osvešćivanje* objekata istraživanja, kako bi prestali sebe da posmatraju kao objekte, i preuzeli na sebe ulogu subjekata koji treba da budu svesni sebe, svog postojanja, svojih potreba, a samim tim i neophodnosti da se izbore za svoja prava kroz ravnopravno učešće i davanje svog aktivnog doprinosa u sferi javnog života.

Patrijarhalni muškarac modernog zapadnjačkog društva nastavlja da vrši kolonizaciju nad prirodom, ali i zemljama Trećeg sveta i njihovom radnom snagom dobro poznatim mehanizmima ugnjetavanja i eksploatacije koji su do drugog milenijuma usavršeni viševekovnom praksom. Iz Šivine vizure „priroda, žene i ljudi ne-bele boje kože su samo sirovine“ u modernoj kapitalističkoj proizvodnji, dok „devalviranje doprinosa koji daju žena i priroda ide ruku pod

ruku sa vrednošću koja je dodeljena činovima kolonizacije kao činovima razvoja i poboljšanja"[1]. Majsova se pridružuje ovom stavu i kategorična je kada kaže da je celokupan „razvoj produktivnih snaga (nauke, tehnologije), bio zasnovan na pljački, ratovanju i nasilju, kako kod kuće, tako i u kolonijama” [1]. Činjenica je da su naučna istraživanja velikih kolonijalnih zemalja bila finansirana upravo bogatstvom koje je stečeno otimanjem imovine i resursa od kolonizovanog stanovništva Afrike, Azije i Južne Amerike, ali i da je istovremeno sprovedena naučna krađa znanja i praksi (posebno znanja iz medicine) od drevnih civilizacija Kine i Indije, koje su se svojatale i nametale kao doprinos belog čoveka, čime se osiromašivalo i materijalno i duhovno nasleđe ovih velikih kultura [1].

Zato moderni kapitalizam koji insistira na neprekidnom napretku, profitu i poboljšanju ne predstavlja poligon za razvoj, već je, kako Šiva tvrdi, proces nazadovanja društva koji ruši druge civilizacije i kulture i postavlja ekonomske interese iznad svih drugih interesa, kako onih ljudskih tako i onih koji se tiču očuvanja životne sredine. „Ekonomski razvoj” se danas sprovodi pod okriljem „novog kolonijalizma” za šta su potrebni „meci”, kao i „buldožeri” da bi se „razvojni projekat” pokrenuo i implementirao, dok su „brane, rudnici, energetska postrojenja i vojne baze” postali „hramovi” ove nove „religije” zasnovane na maksimalnom žrtvovanju prirodnih i ljudskih resursa [1].

Za Šivu, su recimo, etnologija i elektronika primeri 'dobrih' nauka. Etnologija iz razloga što omogućava poliglosiju, pluralizam i heterogenost u svom holističkom pristupu, a elektronika zato što u istraživanjima ne utiče direktno na prirodu već se usredsređuje na „veštačka okruženja koja su tvorevina ljudi”, u kojim se stvaraju *artefakti* koji nemaju uticaja na „prirodne procese i odnose u prirodi” [2]. Međutim, ovo Šivino stanovište ne treba olako prihvatiti. Veštačko okruženje koje čovek stvara možda nije uvek pretnja po živi svet, ali artefakti koji su stvoreni u tom veštačkom okruženju mogu imati negativnih uticaja na okolinu jer se mogu koristiti u svrhe koje po nju mogu biti pogubne. Elektronika je danas komplementarna sa brojnim drugim naukama i granama industrije (pa i vojnom industrijom), pa se njeni proizvodi mogu koristiti i u nehumane svrhe. Ipak, Šiva je u pravu kada kaže da „stvaranje takvih artefakta ne može zameniti prirodne procese koji osiguravaju ljudski opstanak” jer „oni jedino mogu da budu dodatak prirodnom materijalnom svetu, a ne mogu pružati zamenu za njega”[2]. Kao živo biće koje se oslanja na prirodu u svrhu svog opstanka, čovek ne može opstati bez

vazduha, vode, obradivog zemljišta, što su realne potrebe koje nikada ne mogu biti replikovane u veštačkoj sredini. Upravo iz tog razloga, čovek mora biti svestan svog okruženja i potrebe da ga poštuje, neguje i regeneriše, što ne može postići ukoliko ne suzbije svoje ogromne apetite na polju nauke i tehnologije.

### 3. ZAKLJUČAK

Više pažnje u budućnosti treba posvetiti naučnim i tehnološkim istraživanjima kojima se može sprečiti dalje uništavanje ekosistema, jer kako Žak Kusto tvrdi, „tehnologija koju koristimo da zloupotrebavamo planetu je ista tehnologija koja nam može pomoći da je zacementiramo i izlečimo”[3]. Problem modernog društva je samo opredeliti se za pravilnu, etičku i svrsishodnu upotrebu naučno-tehnoloških dostignuća, jer tehnologija je dobro oruđe kada je u pravih rukama.

Ekofeminizam, dakle, nije u potpunosti tehnofobičan, ali je protiv upotrebe tehnologije koja je štetna za čovečanstvo i prirodni svet. Zato je potrebno zameniti koncept patrijarhalne nauke koja vrši jednostavnu računicu  $1+1+1+1=4$ , ekofeminističkim pristupom nauci koji se zalaže za diverzitet i pluralizam, gde svaka jednika vredi sama za sebe kao u jednačini  $1+1+1+1=1$ . To je, kako Halen tvrdi, *pažljiva nauka*, „koja ne stvara i ne ignoriše tehnološke efekte nuklearne radijacije, naftnih mrlja, zagađenja dioksinom i opasnim otpadom, koje ugrožavaju život” na planeti Zemlji. To je nauka koja promovise život, biodiverzitet i intrinzičnu, a ne instrumentalnu vrednost svakog pojedinačnog entiteta koji ima svoje lično pravo na egzistenciju [3].

### LITERATURA

- [1] M. Mies and V. Shiva, *Ecofeminism*, New Jersey: Zed Books 1993.
- [2] V. Shiva, *Staying Alive: Women, Ecology and Development*, New Jersey: Zed Books 1994.
- [3] ed. K. Warren, *Ecofeminism: Women, Culture, Nature*, Indiana: University Press 1997.
- [4] P.J.Campbell, Aran MacKinnon, and Christy R. Stevens, *An Introduction to Global Studies*, Malden: Wiley-Blackwell 2010.

## ZAKON O NACIONALNOM OKVIRU KVALIFIKACIJA SA ASPEKTA VISOKOG OBRAZOVANJA

### LAW ON NATIONAL FRAMEWORK QUALIFICATIONS FROM ASPECT OF HIGH EDUCATION

Jelena Petković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš, Srbija.*

**Sadržaj** - U ovom radu prikazan je značaj Zakona o nacionalnom okviru kvalifikacija sa aspekta tržišta rada i obrazovanja, pri čemu je poseban akcenat stavljen na zvanja koja se stiču na visokim školama strukovnih studija i njihovom klasifikacijom u ovom Zakonu. U prvom delu rada predstavljene su razlozi donošenja Zakona. U drugom delu rada, predstavljene su ciljevi, koji se mogu postići primenom ovog Zakona. U trećem delu rada, predstavljen je značaj Zakona sa aspekta obrazovanja i visokih škola strukovnih studija..

**Ključne reči:** Visoko obrazovanje. Primena Zakona. Značaj primene Zakona.

**Abstract** - This paper presents the significance of the Law on the National Qualifications Framework from the aspect of the labor market and education, with a subsequent emphasis on vocations that are acquired in higher education vocational studies and their classification in this Law. In the first part of the paper, the reasons for enacting the Law are presented. In the second part of the paper, goals have been presented, which can be achieved through the application of this Law. In the third part of the paper, the significance of the Zoning from the aspect of education and higher vocational school studies was presented.

**Key words:** Higher education. Application of the Law. Significance of the application of the Law.

#### 1. UVOD

U Republici Srbiji je dana 14.4.2018. godine stupio na snagu Zakon o nacionalnom okviru kvalifikacija Republike Srbije („Službeni glasnik RS“ broj 27/2018) Na taj način je stvoren pravni osnov za uspostavljanje nacionalnog okvira kvalifikacija kao sistema za uređenje kvalifikacija. [1]

Nacionalni okvir kvalifikacija (NOKS) je dokument koji povezuje svet obrazovanja i svet rada.

Nacionalnim okvirom kvalifikacija su obuhvaćeni svi nivoi i sve vrste kvalifikacija, bez obzira na način sticanja i na životno doba kada su kvalifikacije stečene.

#### 2. RAZLOZI ZA DONOŠENJE ZAKONA

Tehnološke i ekonomske promene uslovile su promene u svim segmentima društva, a naročito u svetu obrazovanja i na tržištu radne snage. Novo radno okruženje je pred obrazovanjem postavilo nove zahteve, a od obrazovanja se očekuje da za relativno kratko vreme pojedinac postane osposobljen da se, po završetku obrazovanja, aktivno uključi u tržište rada.

Takođe, uočeno je da većina poslodavaca ne zna da jasno iskaže svoje potrebe u pogledu znanja, veština i kompetencija budućeg radnika, odnosno da jasno opišu poslove radnog mesta u pogledu vrste i sadržaja poslova, njihove zaokruženosti, složenosti, učestalosti, važnosti posla, odgovornosti, samostalnosti radnika u donošenju odluka i sl. Ipak, poslodavci nisu u obavezi da budu dobri poznavaoци aktuelnog obrazovnog sistema i programa obrazovanja. U tom smislu,

postojanje nacionalnog okvira kvalifikacija je od velike pomoći, pogotovo u situaciji kad ni stečene diplome nemaju potrebnu transparentnost. Naime u diplomama je uglavnom naznačen obrazovni profil koji je stečen ali se iz diplome ne može videti kolika je osposobljenost za određene poslove, koje su stečene veštine i kompetencije. [2]

Zato uspostavljanje Nacionalnog okvira kvalifikacija, treba da približi svet obrazovanja i svet tržišta rada i uvede efikasnije mehanizme za usklađivanje ponude i potražnje na tržištu rada.

S tim u vezi, Republika Srbija je još 2012. godine usvojila Strategiju razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine čiji je jedan od ciljeva i rešavanje problema neusklađenosti sistema obrazovanja sa potrebama privrede i tržišta rada i uspostavljanje institucionalne i funkcionalne veze između sveta rada i saveta obrazovanja. [3]

Takođe, Republika Srbija je se, kroz pregovaranja za Poglavlje 26 – Obrazovanje i kultura (koje je otvoreno i privremeno zatvoreno februara 2017. godine), obavezala da uspostavi Nacionalni okvir kvalifikacija, što je značajno sa aspekta međunarodne zajednice jer se na taj način omogućava međunarodna uporedivost kvalifikacija stečenih u Srbiji sa evropskim okvirom kvalifikacija, što omogućava realizaciju mobilnosti studenata i pojednostavljenje sprovođenja postupka priznavanja stranih visokoškolskih isprava. [7]

Na taj način će se olakšati protok ljudi i usluga, što sa aspekta obrazovanja podrazumeva mogućnost i pravo školovanja u bilo kojem obrazovnom sistemu unutar EU. Uspo-

stavljanje nacionalnog okvira kvalifikacija sa aspekta tržišta rada otvara mogućnost da se svršeni studenti, i druga lica zaposle u bilo kojoj državi članici EU, bez obzira na to gde su stekli svoju diplomu, uz, naravno, poštovanje pozitivnih propisa te države članice EU.

### 3. CILJEVI KOJE ZAKON O NACIONALNOM OKVIRU KVALIFIKACIJA TREBA DA OSTVARI

Zakonom o nacionalnom okviru kvalifikacija pre svega treba da se ostvari razumljivost kvalifikacija i njihova međusobna povezanost. Treba da se omogući razvoj kvalifikacija koji su potrebni tržištu rada. Uspostavljanjem Nacionalnog okvira kvalifikacija treba da se promovise i obezbedjuje povezanost i prohodnost u sistemu formalnog i neformalnog obrazovanja. Nacionalni okvir kvalifikacija ima za cilj i afirmaciju celoživotnog učenja i povezanost i saradnju svih zainteresovanih strana uključenih u proces sticanja određenih kvalifikacija (formalnih i neformalnih). Utvrđivanjem Nacionalnog okvira kvalifikacija trebalo bi da se obezbedi sistem kvaliteta u obrazovanju, odnosno sistem kvaliteta u procesu sticanja kvalifikacije. Treba da se obezbedi i uporedivost kvalifikacija stečenih u Republici Srbiji sa kvalifikacijama stečenim u drugim zemljama, pre svega zemljama EU. [11]

Da bi se ovi ciljevi ostvarili Zakonom o nacionalnom okviru kvalifikacija formirana su tela i institucije za razvoj i primenu Nacionalnog okvira kvalifikacija to:

- Savet za nacionalni okvir kvalifikacija Srbije kao savetodavno telo na strateškom nivou koji pored ostalog daje predlog standarda kvalifikacija, mišljenje ministru prosvete oko upisne politike u srednje škole i visokoškolske ustanove i druge preporuke u procesu planiranja razvoja ljudskog potencijala u skladu sa strateškim dokumentima;
- Agencija za kvalifikacije koja obavlja stručne i razvojne poslove, nezavisno od organa uprave i politike i koja se u svom radu rukovodi načelima struke uvažavajući interese privrede i oblast obrazovanja;
- Sektorska veća, obrazuje Vlada na predlog Saveta za nacionalni okvir kvalifikacija i njihova glavna uloga je da, uz stručnu pomoć Agencije, analiziraju postojeće i utvrde potrebne kvalifikacije u određenom sektoru. Sektorska veća treba da identifikuju kvalifikacije koje treba osavremeniti tako da odgovaraju potrebama sektora, razmatraju inicijative za uvođenje novih kvalifikacija, predlažu listu kvalifikacija po nivoima i vrstama itd. Sektorska veća, za razliku od Saveta imaju operativnu ulogu u implementaciji NOKS, i članovi ovih veća treba da imaju visok nivo poznavanja oblasti za koju je osnovano to sektorsko veće;
- Ministarstvo prosvete nauke i tehnološkog razvoja je zaduženo za praćenje primene Zakona o nacionalnom okviru kvalifikacija i za povezivanje Nacionalnog okvira kvalifikacije sa Evropskim okvirom kvalifikacija, usvajanje standarda kvalifikacija, promovisanje Nacionalnog okvira kvalifikacija Srbije i različitih mogućnosti za učenje i dostizanje standarda kvalifikacija i dr.

Radi upravljanja podacima o kvalifikacijama i kako bi se obezbedila transparentnost i podigao nivo informisanosti gra-

đana o kvalifikacijama, Zakonom o nacionalnom okviru kvalifikacija je uspostavljen Registar. Registar se sastoji od podregistra nacionalnih kvalifikacija, podregistra standarda kvalifikacije i podregistra JPOA sa poslodavcima kod kojih JPOA realizuje praktičan rad. [1]

### 4. ZNAČAJ ZAKONA O NACIONALNOM OKVIRU KVALIFIKACIJA SA ASPEKTA OBRAZOVANJA I VISOKIH ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA

Nesumnjiv je mnogostruki značaj ustanovljenog Nacionalnog okvira kvalifikacija Srbije kako sa aspekta tržišta rada, tako sa aspekta obrazovnih ustanova u Republici Srbiji, a naročito visokih škola strukovnih studija koje su, školovale specijaliste strukovnih studija drugo nivoa prema Zakonu o visokom obrazovanju („Službeni glasnik RS“ broj 76/05, 100/07 autentično tumačenje, 97/08, 44/10, 93/12, 89/13, 99/14, 45/15 - autentično tumačenje, 68/15, 87/16 i 88/17 - dr zakon). [7]

Naime, u diplomama koje su izdavale visoke škole strukovnih studija nije bio naznačen stepen stručne spreme jer je stepenovanje stručne spreme prestalo da važi u sistemu visokog obrazovanja 1992. godine, donošenjem Zakona o višoj školi ("Službeni glasnik RS", br. 50/92, 39/93 i 24/96.) [5], odnosno donošenjem Zakona o univerzitetu ("Službeni glasnik RS", br. 54/92, 39/93, 44/93 i 24/96.) [6], tako da se i u diplome specijalističkih strukovnih studija nisu unosili stepeni stručne spreme. S obzirom da je strukovni specijalisti drugog stepena prema Zakonu o visokom obrazovanju iz 2005. godine („Službeni glasnik RS“ broj 76/05, 100/07 autentično tumačenje, 97/08, 44/10, 93/12, 89/13, 99/14, 45/15 - autentično tumačenje, 68/15, 87/16 i 88/17 - dr zakon). [7], pa i strukovni specijalisti prvog stepena studija, prema Zakonu o visokom obrazovanju ("Službeni glasnik RS", br. 88/2017 i 73/2018) [8], nove stručne spreme koje nisu poznavali raniji zakoni, strukovni specijalisti nisu mogli da se "uklope" u takozvano stepenovanje stručne spreme, po Jedinstvenoj nomenklaturi zanimanja ("Službeni list SFRJ", br. 31/90) [9] i Šifarniku zanimanja i stručne spreme ("Službeni list SRJ", br. 9/98) [10], koji je prestao da važi, ali se u suštini primenjivao u praksi, kao jedini dokument koji je regulisao to područje, pre donošenja Zakona o nacionalnom okviru kvalifikacija. Zato poslodavci nisu "prepoznavali" specijaliste strukovnih studija, odnosno nisu mogli da ih "uporede" stepenom odgovarajućim stručne spreme.

U tom kontekstu je, donošenjem Zakona o nacionalnom okviru kvalifikacija, „problem“ svršenih studenata specijalističkih strukovnih studija rešen i oni su jasno definisani članom 49. Zakona koji nosi naziv Ekvivalentnost postojećih kvalifikacija. Takođe članom 5. Zakona o nacionalnom okviru kvalifikacija koji nosi naziv II Okvir kvalifikacija, podnaslov: Nivoi kvalifikacija su definisani nivoi kvalifikacija od jedan do osam, sa četiri podnivoa, koji uglavnom odgovaraju nekadašnjem stepenu stručne spreme. Na ovaj način otklonjene su nejasnoće kom nivou pripada određena kvalifikacija.

Takođe članom 49. stav 1. tačka 5. potvrđena je „zaštita“ strukovnih specijalista drugog stepena je propisano da: „...stručni naziv stečen završavanjem specijalističkih strukovnih studija drugog stepena u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju („Službeni glasnik RS“ broj 76/05, 100/07 autentično tumačenje, 97/08, 44/10, 93/12, 89/13, 99/14,

45/15-autentično tumačenje, 68/15, 87/16 i 88/17 - dr zakon) ekvivalentan je nivou 7.1. NOKS-a. [1]

Ono što je značajno je i da su ovim Zakonom definisani ishodi obrazovanja u skladu sa Dablinskim deskriptorima, kroz opšte i stručne kompetencije, uređene su vrste i nivoi kvalifikacija i načini sticanja kao i njihovi opisi. Znaće se koje kvalifikacije nose određena znanja i šta su tačno na studijama naučili menadžeri, inženjeri... Svako zvanje će dobiti svoju šifru, koja će biti usklađena sa evropskim registrom kvalifikacija. [15]

Zakon o nacionalnom okviru kvalifikacija je značajan i sa aspekta priznavanja stranih visokoškolskih isprava, jer će zahvaljujući njemu buduća rešenja o priznavanju isprava sadržati i podatak o nivou kvalifikacija na kojem je stečena kvalifikacija i podataka o uporedivosti Nacionalnog okvira kvalifikacija Srbije sa Evropskim okvirom kvalifikacija. [13, 14]

## 5. ZAKLJUČAK

Zakonom o nacionalnom okviru kvalifikacija definisani su nivoi obrazovanja i ishodi učenja, odnosno definisano je šta student treba da zna i šta je u stanju da uradi na osnovu kvalifikacije koju je stekao na određenom nivou obrazovanja. Ovim Zakonom su pobrojani, opisani i analizirani svi nivoi obrazovanja koji se mogu steći u Srbiji. Klasifikovana su nova zvanja, koja dobijaju diplomci novih studijskih programa, uvedenih po Bolonjskoj deklaraciji. Na taj način su otklonjene dosadašnje nedoumice oko toga na kom se obrazovnom nivou osoba nalazi i omogućeno je svršenim studentima svih nivoa obrazovanja, kao licima koji su stekli neformalne oblike obrazovanja prepoznatljivost na tržištu rada. [16, 17]

## LITERATURA

### Pravni propisi

- [1] Zakon o nacionalnom okviru kvalifikacija („Službeni glasnik RS“ br. 27/2018
- [2] Pravilnik o sadržaju javnih isprava koje izdaje visokoškolska ustanova, Službeni glasnik RS, br. 40/09 i 69/11.
- [3] Pravilnik o sadržaju javnih isprava koje izdaje visokoškolska ustanova, Službeni glasnik RS, br. 40/09 i 69/11.

- [4] Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020
- [5] Zakon o višoj školi, Službeni glasnik RS, br. 50/92, 39/93, 53/93, 67/93, 48/94 i 24/96.).
- [6] Zakon o univerzitetu („Službeni glasnik RS“ br. 21/2002)
- [7] Zakon o visokom obrazovanju („Službeni glasnik RS br 76/05,100/07autentičnotumačenje,97/08,44/10,93/12,89/13,99/1445/15-autentično tumačenje, 68/15, 87/16 i 88/17-dr zakon“.).
- [8] Zakon o visokom obrazovanju („Službeni glasnik RS br 88/17, 73/2018
- [9] Jedinstvena nomenklatura zanimanja (“Službeni list SFRJ”,br.31/90)
- [10] Šifarnik zanimanja i stručne sprema (“Službeni list SRJ”, br.9/98)
- [11] Zakon o ratifikaciji Konvencije o priznavanju kvalifikacija iz oblasti visokog obrazovanja u Evropskom regionu, Lisabon, 11. april 1997

### Strani i međunarodni propisi i dokumenti

- [12] Konvencija o priznavanju kvalifikacija u visokom obrazovanju u evropskom regionu, Lisabon, 11. april 1997. godine – Lisabonska konvencija.
- [13] Zajednička deklaracija o harmonizaciji strukture evropskog sistema visokoškolskog obrazovanja, Sorbona/Pariz, 25. maj 1998. godine – Sorbonska deklaracija.
- [14] Zajednička deklaracija evropskih ministara obrazovanja, Bolonja, 19. jun 1999. godine – Bolonjska deklaracija.
- [15] Dablinski deskriptori

### Novinski članci

- [16] Komentar Zakona o nacionalnom okviru kvalifikacija „Pravnik u javnom sektoru“ broj186/187
- [17] <https://www.pravniportal.com/nacionalni-okvir-kvalifikacija/>

## VEŠTINE UPRAVLJANJA KARIJEROM I PREGLED STANDARADA ZA UPRAVLJANJE KARIJEROM

### SKILL PROFESSIONAL SCIENCES AND OVERVIEW OF STANDARDS FOR CAREER MANAGEMENT

Nevena Nedeljković, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*  
Irina Cenić, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** – Savremeni pristup u evropskoj politici i praksi, karijeru isključivo posmatra kao kontinuirani lični i profesionalni razvoj koji podrazumeva usklađivanje privatnih i profesionalnih uloga. Očekivano je da ovaj concept ne može se realizovati samo u okvirima formalnog obrazovanja i zapošljavanja već da se odnosi se na sve aktivnosti pojedinca usmerene na sticanje znanja i veština, uključujući neformalno obrazovanje i informalno učenje. Aktivnosti u ovoj oblasti u proteklom period u Srbiji, ohrabruju i ukazuju na zreo pristup u razvoju ovog jako bitnog elementa u obrazovanju.

**Ključne reči:** karijerno upravljanje, standardi, znanje, veštine, obrazovanje.

**Abstract** - According to the contemporary concept in European politics and practice, careers are seen as continuous personal and professional development, which involves the harmonization of private and professional roles. This concept goes beyond the scope of formal education and employment and relates to all activities of an individual focused on acquiring knowledge and skills, including non-formal education and in-formal learning. Activities in this area in the past period in Serbia are encouraging and pointing to a mature system approach in the development of this very important element in education. By adopting standards, conditions have been created for the implementation of career guidance in the higher education system, which will significantly improve its quality

**Key words:** career management, standards, knowledge, skills, education .

#### 1. UVOD

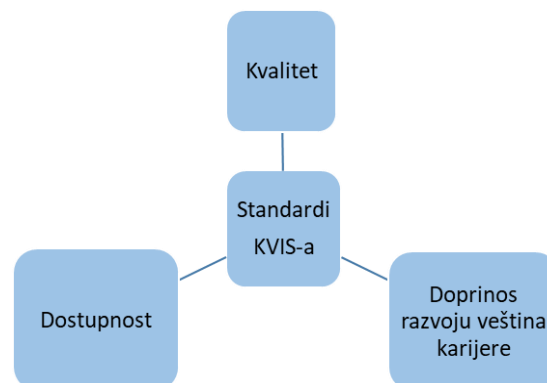
Karijerno vođenje i savetovanje, predstavlja značajnu oblast obrazovanja, sa posebnim dimenzijama i uticajima kako sa aspekta pojedinca, tako i društva u celini. Karijerno vođenje i savetovanje, je u svim relevantnim politikama usmerenim na obrazovanje i zapošljavanje i zahteva jaku vezu između sveta rada i sveta obrazovanja [1].

Generalno govoreći, razvoj karijernog vođenja se može posmatrati kroz 4 perioda: - Rani razvoj profesionalnog vođenja, prva polovina XX veka. Zatim, period koji se odlukuje od 50ih do danas - Razvoj koncepata karijernog obrazovanja od 70ih do danas konačno, „Uradi sam revolucija“ – danas [1].

Inače, karijerno vođenje podrazumeva:

- Celoživotno vođenje (Lifelong guidance);
- Različite tipove usluga/aktivnosti;
- Karijerno informisanje;
- Karijerno savetovanje;
- Obrazovanje za karijeru;
- Ovladavanje setom veština upravljanja karijerom Opšti cilj standarda usluga za karijerno vođenje i savetovanje

je da, za različite ciljne grupe i u različitim sektorima, posluže kao osnova za planiranje, razvoj, evaluaciju ili unapređivanje usluga karijernog vođenja i savetovanja [2]:



Slika 1. Standardi KVIS-a

Opšte je poznato da u okvirima savremenog koncepta razvoja u evropskoj politici i praksi, karijera se posmatra kao kontinuirani proces ličnog i profesionalnog razvoja. Ovaj proces je baziran na usaglašavanju privatnih i profesionalnih pojedinaca. Ovaj pristup izlazi iz okvira formalnog obrazovanja i zapošljavanja i odnosi se na aktivnosti pojedinca



koje su pre svega usmerene na ovladavanje znanjima i veštinama, koje se dopunjuju kroz neformalno obrazovanje i informalno učenje [2, 3].

Uloga pojedinca danas, koja podrazumeva da se pojedinac angažuje na različitim radnim mestima i na različitim zadacima, kao što su angažovanje na projektima, angažovanje na privremeno povremenim poslovima, na više radnih mesta, zahteva aktivno učenje kako u formalnim, tako i u neformalnim okvirima. Pojedinac, samostalno donosi odluke, realizuje ih i napreduje iz dana u dan, što samo po sebi i predstavlja osnovu za razvoj celoživotnog učenja [3].

Sa pravne tačke gledano Savet Evropske Unije je doneo dve rezolucije (2004-2008) kojima je naglašen značaj celoživotnog karijernog vođenja i savetovanja. Po svojoj definiciji, celoživotno vođenje (eng. Lifelong Guidance) predstavlja „niz aktivnosti koje imaju za cilj da osposobe pojedince bilo kog uzrasta, u bilo kom trenutku njihovih života, kao bi bili u stanju da identifikuju sopstvene sposobnosti, kompetencije i interese, kao i da donesu odluke koje se tiču njihovog obrazovanja, osposobljavanja i profesije. Na taj način i da upravljaju tokovima svojih života u oblasti učenja, rada i drugih oblasti u kojima mogu da steknu i primene sposobnosti i kompetencije“

Celoživotno upravljanje karijerom predstavlja razvoj veština upravljanja karijerom (u daljem tekstu: VUK) koje predstavljaju „raznovrsne kompetencije“ [4].

Te kompetencije, grupama i pojedincima pružaju mogućnost prikupljanja, analize, i organizaciju informacija o sebi, obrazovanju i svetu rada, kao i veštine potrebne za donošenje i sprovođenje odluka i realizaciju karijernih prelaza“ [4].

## 2. STANDARDI USLUGA KVIS-a

Standardi usluga KViS na prvom mestu stvaraju uslove da organizacije, ustanove i praktičari mogu da pružaju usluge KViS kao bazu za planiranje, razvoj, evaluaciju odnosno razvoj usluga. Na taj način stvaraju se uslovi dostupnosti ove vrste usluga svim potencijalno zainteresovanim korisnicima iz svih interesnih grupa čime se stvaraju uslovi za razvoj veština upravljanja karijerom kod korisnika [2, 3].

Kroz svaku od oblasti postavljenih standarda moguće je ostvariti dodatnu vrednost za sve korisnike, praktičare, organizacije koje pružaju usluge. Istovremeno ovi standardi definišu okvire za organizacije koje obrazuju i obučavaju karijerne praktičare.

Pomenutim standardima definisani su uslovi, zahtevi, kao i principi. Na pomeniom principima, zasnovan je kvalitet pružanja usluga. Kvalitet pružanja usluga uključuje dostupnost usluga, kontinuirano unapređivanje kvaliteta, pouzdanost pruženih informacija, adekvatnost uslova i slično. Organizacije čija delatnost pokriva i pružanje usluga treba da svoj rad baziraju na standardima karijerno vođenje i savetovanje, a sve u cilju razvoj i unapređenja svoje delatnosti.

Sa druge strane, standardi okvirno definišu strukturne elemente programa edukacije, usmeravaju i upućuju organizacije prilikom izrade programa organizacijama pri razvoju i unapređenju programa KViS.

Kroz standard su definisani i uslovi koji treba kompetencije koje treba da poseduju svi karijerni praktičari. Kada se govori o kompetencijama, tu se pre svega misli na set potrebnih znanja, veština, sposobnosti i stavova. Posebno je bitno istaći i specifičnost kompetencija ne uzimajući u obzir vrstu usluge. Specifične kompetencije su važne za praktičare u skladu usluge koju obavljaju (informisanje, savetovanje, obučavanje) [1-4].

Genralno, standardi osnova za samovrednovanje praktičara kao i za planiranje ličnog i profesionalnog usavršavanja, sa jedne strane i za razvoj i unapređivanje programa stalnog profesionalnog usavršavanja karijernih praktičara, poput obuka za nastavnike i stručne saradnike.

Standardi stavljaju svoj fokus na pojedinca. U skladu sa tim postavljeni su i zahtevi, prema kojima se usluge i aktivnosti karijernog vođenja i savetovanja razvijaju u skladu sa stvarnim potrebama pojedinca i tržišta. Sa stanovišta pojedinca, standardi predstavljaju ocenu za samovrednovanje sopstvenih kompetencija za upravljanje karijerom i odabir usluga karijernog vođenja i savetovanja sa ciljem unapređenja ovih kompetencija i osnaživanja za dalje upravljanje karijerom [4].

## 3. RAZVOJ I STRUKTURA STANDARDA USLUGA KVIS

Kada se govori o karijernom vođenju i savetovanju u Republici Srbiji, ističe se izvesni stepen heterogenosti koji se na prvom mestu odnosi na vrstu aktivnosti, ciljeve, ciljne grupe. Takođe se izvesna heterogenost je prisutna i u pogledu i kvaliteta rezultata pojedinca kao i rezultata nosilaca aktivnosti iz različitih sektora.

Cilj standarda jeste stvaranje uslova da se podrže primeri dobre prakse, inovativne aktivnosti i pristupi, sa jedne strane i da se spreči copy-paste modela, kao i dominacija pojedinih usluga (informisanje) nezavisno od potreba ciljne grupe. Takođe potrebno je izbeći stihijski pristup rešenjima u ovoj oblasti bez razumevanja i promišljanja konkretne koristi za pojedinca. Očekivani efekti treba da donesu vidljive promene i da omoguće korist pojedincima svih uzrasta, iz različitih oblasti sa kojih se upravlja ili sprovode aktivnosti karijernog vođenja i savetovanja (obrazovanje, zapošljavanje ili omladinska politika). U principu ovo predstavlja ključni cilj i platformu za uspostavljanje jedinstvenog okvira standarda usluga karijernog vođenja i savetovanja [1-4].

Razvoj okvira standarda usluga karijernog vođenja i savetovanja zasniva se na:

- politikama i razvijenoj praksi na nacionalnom i evropskom nivou;
- orijentaciji na indikatore kvaliteta i ishode koji su merljivi;
- primeni politike obezbeđivanja dokaza za efekte KViS;
- pristupu kojim se pojedinac podstiče i osnažuje za preuzimanje odgovornosti za sopstveni karijerni razvoj;
- ostvarivanju koncepta celoživotnog učenja savetovanja.

Analizom standard uočava se da su podeljeni u četiri oblasti. Za svaku oblast posebno su definisani standardi, dok su oblasti metodološki usaglašene i funkcionalno povezane.

Oblasti standarda u okviru KViS su:

- Standardi veština upravljanja karijerom;
- Standardi kompetencija praktičara;
- Organizacioni standardi;
- Standardi programa.

Razvoj veština upravljanja karijerom treba da bude rezultat aktivnosti i usluga karijernog vođenja i savetovanja. To jeste razlog da pomenuti standardi imaju centralnu u ovakvom kontekstu, kao i da su usaglašeni sa svim drugim delovima okvira i da su funkciji njihovog razvoja i ostvarivanja [5].

#### 4. STANDARDI VEŠTINA UPRAVLJANJA

Već je istaknuto da standardi veština upravljanja karijerom se odnose na ključne oblasti ličnog i profesionalnog razvoja pojedinaca. U suštini, one se odnose na kompetencije pojedinaca u oblasti istraživanja i razumevanja sebe. Takođe, uključuju i gledište tržišta rada sa jedne strane i obrazovanj i kreiranja karijere, kao i ishode ovih kompetencija sa druge strane. Ono što je važno jeste da svaka oblast je u principu zasnovana na kompetencijama. Standardima pripada centralni deo procesa a oni su rezultat sadržaja postojećih programa i usluga karijernog vođenja i savetovanja na nacionalnom nivou. Takođe, bitno je istaći da su standardi kao i sličnim standardima drugih država Evrope. Bitno je istaći da su ovi standardi u stvari smernice zaposenima kako da kreiraju i kako da koriste programe i usluge karijernog vođenja i to za:

- razvoj usluga i programa sa ciljem razvoja veština upravljanja karijerom;
- evaluaciju, samoevaluaciju i unapređivanje postojećih programa i usluga radi unapredjenje kvaliteta;
- transparentno i egzaktno predstavljanje i razjašnjavanje ciljeva i ishoda programa i usluga korisnicima;
- prepoznavanje primera dobre prakse usluga i programa u ovoj oblasti;
- opisivanje nivoa ostvarenosti veština upravljanja karijerom u zavisnosti od uzrast [1]

#### 5. STANDARDI KOMPETENCIJA KARIJERNIH PRAKTIČARA

Sa stanovišta karijernih praktičara standardi njihovih kompetencija praktičara jesu osnovne smernice zaposlenima i organizacijama. Na osnovu njih, organizacije koje ostvaruju programe i usluge iz oblasti karijernog vođenja i savetovanja imaju jasno definisane u etičke principe i načela, što predstavlja preduslov za rad praktičara u oblasti savetovanja, informisanja i obrazovanja za karijeru [1-4].

Kao i što se očekuje od standarda, oni definišu opšte i specifične kompetencije praktičara. Kada se govori o opštim kompetencijama, one treba da poseduju svi karijerni praktičari proživaju sve oblasti rada (savetovanje, informisanje, obrazovanje za karijeru) [5].

Specifične kompetencije su određene u zavisnosti od vrste usluge koju obavljaju i određuju ih specifične kompetencije unutar odgovarajućih oblasti rada. Standardi usaglašeni sa sličnim u Evropskoj Uniji i u skladu su evropskim politikama u ovoj oblasti. Standardima se obezbeđuje

maksimalna vidljivost definisanih kompetencija i osposobljavanje za sledeće aktivnosti [1-6]

- profesionalizaciju kadrova u ovoj oblasti;
- definisanje uslova konkursa i kriterijuma izbora i angažovanja karijernih praktičara;
- ocenjivanje, samocoenjivanje i planiranje profesionalnog usavršavanja karijernih praktičara u okviru pojedinačnih organizacija;
- evaluaciju, samoevaluaciju i unapređenje postojećih programa profesionalnog usavršavanja karijernih praktičara;
- razvoj programa profesionalnog usavršavanja karijernih praktičara na način da njihovi ciljevi i ishodi budu razvoj kompetencija definisanih standardom.

Organizacioni standardi programa i usluga karijernog vođenja podrazumevaju uslove, zahteve i principe na kojima se zasniva kvalitet pružanja usluga sa aspekta organizacije.

Sadrži indikatore i dokaze koji omogućavaju merenje ostvarenosti standarda. Polazne osnove za izradu ovih standarda bili su slični standardi drugih zemalja Evrope. Svrha standarda je da budu osnov za:

- razvoj i unapređenje politike organizacije u pogledu obezbeđivanja dostupnosti usluga, praćenja i dokumentovanja rada i odnosa prema informacijama;
- definisanje procedura za planiranje, dokumentovanje, praćenje i samoprocenu programa i usluga;
- obezbeđivanje svih resursa – materijalnih, tehničkih i ljudskih – za kvalitetnu realizaciju usluga i programa.

Standardi programa karijernog vođenja sadrže u sebi i strukturni okvir razvoja i plasiranja usluga i aktivnosti u organizacijama. Standardi sadrže ključne elemente. Imaju definisane i indikatore programa i jasne procedure merenja kvaliteta. Potrebno je naglasiti da su urađeni u skalsu sa potrebama tržišta I da su usaglašeni sa sličnim u Evropskoj Uniji. Ova grupa standarda usmerava organizacije koje obavljaju delatnosti iz ove oblasti i daju okvire za [1-7]:

- kreiranje programa i usluga tako da se razmatraju i usaglašavaju svi važni aspekti kao što su potrebe ciljne grupe, ciljevi i ishodi usluga;
- strukturisanje programa i usluga u skladu sa elementima programa definisanih standardima radi dostizanja ishoda i efikasnosti usluga;
- evaluaciju, samoevaluaciju, unapređivanje i razvoj programa i usluga karijernog vođenja.

#### 6. ZAKLJUČAK

Značaj karijernog vođenja, zahtevao je sistemski pristup i adekvatna rešenja, Uvodnjem standarda, taj proces je praktično zaokružen čime su stvoreni uslovi za dalje aktivnosti u razvoju ove oblasti, Predstavljani standardi su usaglašeni sa evropskim, i na taj način obezbeđeni su uslovu mobilnosti i stvaranja jedinstvenog prostora u ovoj oblasti. Usvojeni standardi sa druge strane zahtevaju i odgovarajuće promenu u filozofiji rada visokoškolskih ustanova jer stavljaju naglasak na potrebi za kreiranjem centara za karijerno vođenje koji treba da budu tzv. "meeting point" između visokoškolske ustanove I privrede odnosno, kroz koji bi se ugađavale međusobne potrebe i potražnja.

## LITERATURA

- [1] Standardi usluga karijernog vođenjai savetovanja, Predlog, Zavod za vrednovanje i unapređenje obrazovanja, 2017. <http://zuov.gov.rs/wp-content/uploads/2018/01/Standardi-KVIS-PREDLOG.pdf>
- [2] Aleksandra Đurović, Natalija Golović i Bojana Jevtović, Istraživanje školskih programa i planova za karijerno vođenje i savetovanje, Novembar, 2016 Beogradska otvorena škola
- [3] Osnaživanje politika, sistema i praksi karijernog vođenja kroz život. 9286/04. EDUC 109 SOC 234.]
- [4] Bolja integracija celoživotnog vođenja u strategije celoživotnog učenja. 15030/08. EDUC 257 SOC 653.]
- [5] Definicija Saveta Evropske unije iz 2008. godine 4ELGPN (2014).
- [6] Razvoj politike celoživotnog vođenja: Evropski paket resursa. ELGPN Alati, broj 1. Službeni Glasnik, Beograd
- [7] Evropski okvir ključnih kompetencija, Recommendation of the European parliament and of the council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning, Official Journal of the European Union (2006/962/EC), 2012.

## DISKRIMINATORNE ODREDBE ZAKONA O FINANSIJSKOJ POMOĆI PORODICAMA SA DECOM

### DISCRIMINATOR PROVISIONS OF THE LAW ON FINANCIAL FACILITIES TO FAMILIES WITH CHILDREN

Milica Mladenović, *Visoka tehnička škola, Aleksandra Medvedeva 20, Niš.*

**Sadržaj** - U ovom radu prikazani su članovi Zakona o finansijskom pomoći porodicama sa decom koji su u suprotnosti sa Ustavnom Republike Srbije, Zakonom o radu i Zakonom o bezbednosti i zaštiti zdravlja na radu. U prvom delu rada predstavljen je pojam diskriminacije i zakonsko ustanovljenje zabrane diskriminacije. Drugi deo rada posvećen je odredbama Zakona o finansijskom pomoci porodicama sa decom, koje su u suprotnosti sa ustavnim i zakonskom proklamacijom o zabrani diskriminacije. U trecem delu rada, predstavljeni su mehanizmi za zaštitu od diskriminacije.

**Ključne reči:** Zabrana diskriminacije. Povreda prava. Bezbednost i zaštitu zdravlja na radu. Zaštita prava.

**Abstract** - This paper presents the members of the Law on Financial Assistance to Families with Children that are Contrary to the Constitutional Republic of Serbia, the Labor Law and the Law on Safety and Health at Work. The first part of the paper presents the notion of discrimination and the legal establishment of the ban on discrimination. The remainder of the article is devoted to the provisions of the Law on Financial Assistance to Children with Children who are contrary to the constitutional and legal proclamation of the prohibition of discrimination. In the third part of the paper, mechanisms for protection against discrimination were presented.

**Key words:** Prohibition of discrimination. Violation of the law. Safety and health protection at work. Protection of rights.

#### 1. UVOD

Diskriminacija predstavlja nedozvoljeno razlikovanje i štetno delovanje prema osobi ili grupi ljudi koji imaju određena svojstva kao što su pol, rasa, seksualna orijentacija, etičko poreklo, invaliditet, zdravstveno stanje, godine starosti i sl.

Polazeći od opsteg postulata da su svi ljudi jednaki u dostojanstvu, u savremenom pravu vazi princip nediskriminacije, po kojem ljudima pripadaju ista prava bez obzira na pol, rasu, boju kože i druga lična svojstva. [1]

Diskriminacija ima mnoge pojavne oblike i načine ispoljavanja. Kao društvena pojava, podložna je promenama jer se s vremenom menjaju društveni stereotipi i predrasude koji je uzrokuju. Diskriminaciji su izloženi pojedinci i društvene grupe ali ona ima negativne posledice po čitavo društvo. Diskriminacija potkopava savremene demokratske vrednosti, prepreka je razvoju, miru i bezbednosti, socijalnoj uključenosti i unapređenju svih ljudi u zajednici.

Usvajanje Ustava RS na referendumu 2006. godine, građani Republike Srbije su otvorili sebi put ka stvaranju jednog demokratskog društva, društva u kome svako ima pravo na poštovanje i zaštitu Ustavnom zagantovanih prava. Članom 21. Ustava, diskriminacija i svaki njen vid su izričito zabranjeni. Ratifikacijom međunarodnih ugovora o ljudskim

pravima i donošenjem odgovarajućih zakona u domaći pravni sistem.

Srbija se priključila zemljama koje pridaju veliku važnost suzbijanju diskriminacije i ostvarivanju ravnopravnosti. Proteklih godina usvojeni su mnogi propisi o zabrani diskriminacije i regulisani su pravni mehanizmi za sprečavanje i zaštitu od diskriminacije.

Proglašenjem i stupanjem na snagu izmena i dopuna Zakona o finansijskog pomoći porodicama sa decom, građani Republike Srbije su očekivali da im zakon omogu da što efikasnije usklade svoje radne obaveze sa roditeljstvom, kao i da će država prepoznati i stimulisati građane da prošire svoje porodice i samim tim doprinesu da se poveća broj rođene dece i smanji negativni prirodni priraštaj. Od 2011. do 2016. godine, prema podacima Republickog zavoda za statistiku, broj dece je smanjen za gotovo 40 hiljada. Stanovništvo Srbije spada među najstarije populacije na svetu, jer se više od pola veka suočava s nedovoljnim rađanjem. Ukoliko se ne preduzmu konkretni koraci i populacione mere broj stanovnika u Srbiji opašće na 5,5 miliona do 2041. godine, što je pad od čak 23% u odnosu na statistiku iz poslednjeg popisa stanovništva 2011. godine.

Umesto očekivanih mera, zaposlene trudnice kao i zaposlene žene koje planiraju da se ostvare kao majke dobile su

novi, znatno nepovoljniji zakon, odnosno nejednako tretiranje na svojoj šteti.

Primenom odredaba ovog zakona vrši se neposredna i posredna diskriminacija zaposlenih trudnica, žena na trudničkom odnosno porodijskom bolovanju i bolovanju radi nege deteta, odnosno povreda člana 21. Ustava Republike Srbije, kao i odredbi Zakona o radu, Zakona o zabrani diskriminacije i Zakona o bezbednosti i zdravlja na radu.

U ovom radu prikazana je neposredna diskriminacija zaposlenih trudnica koje zbog komplikacija u vezi sa održavanjem trudnoće moraju da otvore trudničko bolovanje i posredna diskriminacija zaposlenih trudnica sa visokom primanjima trudnica privatnih preduzetnica, kao i pravni mehanizmi za zaštitu od napred navedenih vidova diskriminacije.

Dalja organizacija rada je sledeća. U sekciji 2 opisana je neposredna diskriminacija. U sekciji 3 opisana je posredna diskriminacija. U sekciji 4 prikazani su pravni mehanizmi za zaštitu od diskriminacije. Sekcija 5 je zaključak.

## 2. NEPOSREDNA DISKRIMINACIJA

Neposredna diskriminacija zasniva se na ideji o jednakosti ljudi. U skladu sa ovom idejom, prema ljudima koji se nalaze u istoj ili sličnoj situaciji mora se jednako postupati, bez obzira na njihova lična svojstva. Do neposredne diskriminacije dolazi kada se prema licu, zbog nekog njegovog ličnog svojstva, nejednako, nepovoljnije postupa u odnosu na drugo lice koje nema to lično svojstvo, a oba se lica nalaze u istoj istoj situaciji.[1]

Neposredna diskriminacije se ogleda u tome da mora ispuniti tri bitna elementa:

- da se lice nalazi u nepovoljnijem položaju
- zbog nekog svog ličnog svojstva
- u odnosu na lica koja su u istoj ili sličnoj situaciji, koja nemaju to lično svojstvo

Zaštita zdravlja na radu, osiguranje bezbednih uslova rada, oslobođanje rada od rizika, samo su neka od načela koja se proklamaju kominatiranim radnim pravom, kome radno zakonodavstvo Republike Srbije teži.

Članom 13. Zakona o finansijskoj pomoći porodici sa decom definisana je osnovica naknade zarade za vreme porodijskog odsustva i odsustva radi nege deteta. Osnovica se obračunava tako što se sabere poslednjih 18 mesečnih zarada odnosno primanja koja imaju karakter zarade i podele sa 18, odnosno dobija se mesečni iznos zarade zaposlene. Zakonodavac je predvideo da se prosek računa od trenutka otpočinjanja odsustva zbog komplikacija u vezi održavanja trudnoće ili porodijskog odsustva ukoliko koje korišćeno odsustvo u vezi sa održavanjem trudnoće [2].

Na osnovu napred navedenih činjenica, zaposlene trudnice koje zbog komplikacija u vezi sa održavanjem trudnoće moraju da otvore trudničko bolovanje, imaju manje od 18. meseci za obračun naknade zarade, u odnosu na zaposlene trudnice kojima zdravstveno stanje omogućava da rade do otvaranja porodijskog bolovanja, a koje su radni odnos zasnivale istog dana i obavljaju poslove na osnovu kojih imaju isti koeficijent za obračun zarade. Ovakvim obračunom zarade, izvršena je neposredna diskriminacija.

Zakonodavac u ovom slučaju nije predvideo zaštitu zaposlenih trudnica koje iz zdravstvenih razloga nisu u mogućnosti da rade do otvaranja porodijskog bolovanja. koji. Ovde su narocito diskriminisane zaposlene trudnice koje obavljaju poslovima sa povećanim rizicima. Navedena zakonska odredba je u suprotnosti sa Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu, na osnovu kog se za žene koje rade na radnim mestima sa posebnim rizikom a koje bi im ugrozile ostvarivanje materinstva, primenjuju posebna prava.[3].

Određivanjem ovakve osnovice naknade zarade, narocito su ugrožene trudnice s visokorizičnim trudnoćama, jer će odlagati i izbegavati da idu na bolovanje čak i u situaciji kad je to neophodno, kako bi dobile pun iznos svoje plate i obezbedile sebi i svojoj porodici egzistenciju.

## 3. POSREDNA DISKRIMINACIJA

Posredna (indirektna) diskriminacija zasniva se na ideji da prema licima koji se nalaze u različitoj poziciji treba postupiti različito u onoj meri u kojoj je to nužno da bi im se omogućio jednak pristup društvenim dobrima i jednake mogućnosti za uživanje prava i sloboda. U skladu sa ovom idejom, prilikom propisivanja određenog pravila, postavljanja kriterijuma, uslova, zahteva i sl. koji važi za sve, treba uzeti u obzir poziciju koju određene grupe lica imaju zbog nekih svojih ličnih svojstava. Ako se to prenebregne, onda je to pravilo, kriterijum, uslov, zahtev i sl. diskriminatorno, jer u odnosu na neke grupe proizvodi izrazito nepovoljnije dejstvo. Dok se kod neposredne diskriminacije radi o različitom postupanju prema licima u sličnoj situaciji, kod posredne diskriminacije radi se o istom postupanju prema osobama koje se nazove u različitoj situaciji.[1]

Za razliku od neposredne diskriminacije, gde je već na prvi pogled vidljivo da je razlikovanje, odnosno dovodjenje u nepovoljniji položaj zasnovano neposredno na ličnom svojstvu, kod posredne diskriminacije to nije toliko očigledno. Naprotiv, prividno se čini da je nepostupanje zasnovano na načelu jednakosti, a tek kada se sagledaju posledice, vidi se da se jednako postupanje stavlja lice ili grupu lica zbog njihovog ličnog svojstva u nepovoljniji položaj u odnosu na drugo lice ili grupu lica. Kod posredne diskriminacije se razlikuju četiri elementa:

- neutralno pravilo(kriterijum)
- stavlja u nesrazmerno nepovoljan položaj lice ili grupu lica
- zbog njihovog ličnog svojstva
- u odnosu na lica koja se nalaze u istoj ili sličnoj situaciji

Zakonom o finansijskoj pomoći porodici sa decom posredno su diskriminisane zaposlene trudnice koje imaju primanja znatno iznad republičkog proseka kao i preduzetnice koje same uplacuju poreze i doprinose koji su iznad trostrukog republičkog proseka. Iako je ovom merom, država želela da zaštiti budžet Republike Srbije jer su poslednjih godina uočene značajne nepravilnosti od strane poslodavaca koji su ugovorili višestruko veći iznos zarade zaposlenim trudnicama u odnosu na ostale zaposlene i uobičajenih zarada ostalih zaposlenih koji obavljaju iste ili slične poslove sa istom stručnom spremom, nepravedno su oštećene zaposlene trudnice koje obavljaju posao čija je naknada zarade viša od

trostrukog republičkog proseka. Država bi trebalo da vodi računa o svim majkama podjednako, da dobro sagleda pre nego donese odluku, a ovom, sve majke koje dobro zarađuju, zapravo su oštećene i na neki način ponižene. Odlazak na porodiljsko odsustvo, ovim budućim majkama predstavlja degradaciju njihovog rada i obrazovanja.

#### **4. PRAVNI MEHANIZMI ZA ZAŠTITU OD DISKRIMINACIJE**

Da bi se se ostvarilo načelo jednakosti, nije dovoljno da država samo proklamuje zabranu diskriminacije, već je neophodno da se uspostavi delotvoran i efikasan sistem pravne zaštite od diskriminacije. Svaki pravni mehanizam zaštite od diskriminacije regulisan je zakonom i svaki ima svoj poseban cilj i svrhu. Zakon propisuje kada se i pod kojim uslovima pojedini pravni mehanizmi mogu koristiti i kakva se pravna zaštita njima ostvaruje. Koji se pravni mehanizam u konkretnom slučaju diskriminacije može upotrebiti, zavisi od mnogih okolnosti: od toga ko je i kako izvršio diskriminaciju, koji je oblik diskriminacije, od toga da li je izvršena prema pojedincu ili prema grupi lica, koje je lično svojstvo bili osnov diskriminacije, kakve su posledice diskriminacije i sl.

Na osnovu napred navedenog mogu se izdvojiti tri pravna mehanizma, na osnovu kojih bi oštećenje odredbama zakonamogle da se zaštititi od diskriminacije:

Zaštita od diskriminacije pred Poverenikom za zaštitu ravnopravnosti

- Parnica za zaštitu od diskriminacije
- Inicijativa za ocenu ustanosti i zakonitosti
- Naknadna kontrola Zakona o finansijskoj pomoći porodici sa decom

##### **4.1 Zaštita od diskriminacije pred Poverenikom za zaštitu ravnopravnosti**

Poverenik za zaštitu ravnopravnosti je samostalno i nezavisno telo koje ima j zadatak da se bori protiv diskriminacije. Radi se o nezavisnom i specijalizovanom državnom organu koji je ustanovljen Zakonom o zabrani diskriminacije. Svojim radom Poverenik treba da doprinese sprečavanju svih oblika i vidova diskriminacije, otklanjanju posledica diskriminacije, i ostvarivanju i zaštiti ravnopravnosti u svim sferama društvenog života. Poverenik sprovodi postupak po pritužbama zbog diskriminacije, koju može da podnese svako ko je diskriminisan, kao i nevladine organizacije koje se bave ljudskim pravima i druga lica.[5]

Postupak pred Poverenikom pokreće se veoma jednostavno podnošenjem pritužbe. Pritužbu može da podnese svako fizičko ili pravno lice ili grupa lica koji smatraju da je u odnosu na njih bilo kojim aktom, radnjom ili propuštanjem izvršena diskriminacija po bilo kom osnovu. Po pravilu, pritužbu svako podnosi u svoje ime. Ako se radi o povredi prava grupe lica, pritužbu može podneti bilo koje lice iz grupe, a nije neophodno da ostali članovi grupe daju saglasnost. Pored toga, pod određenim uslovima postupak mogu pokrenuti i organizacije koje se bave zaštitom ljudskih prava i druga lica, s tim što, ukoliko postupak pokreću radi zaštite konkretnog lica, to mogu činiti samo u ime i uz saglasnost tog lica. Ne postoji propisana forma pritužbe. Neophodno je da se u pritužbi navede:

- ko je diskriminisan
- kako je diskriminisan
- šta je osnov diskriminacije
- ko je discriminator
- dokaze

##### **4.2. Parnica za zaštitu od diskriminacije**

Sudska zaštita od diskriminacije se traži tako što se nadležnom sudu podnosi tužba kojom se pokreće parnica za zaštitu od diskriminacije. Tužbu može podneti svako fizičko, pravno lice ili grupa ljudi koja za sebe tvrdi da je diskriminisan. Pored onih koji su diskriminirani, tužbu mogu da podnesu i neki drugi, organizacija koja se bavi zaštitom ljudskih prava ili zaštitom prava grupe lica. Poverenik za zaštitu ravnopravnosti pokreće parnicu kada proceni da je slučaj diskriminacije strateški važan i da treba da ga iznese pred sud. Strateške parnice su parnice koje doprinose pravilnom tumačenju i doslednoj primeni propisa o zabrani diskriminacije, utiču na podizanje svesti javnosti, ohrabruju žrtve diskriminacije da sami podižu tužbe i traže sudsku zaštitu.

U zavisnosti od vrste tužbenog zahteva tužbe se mogu klasifikovati kao:

- tužba za sprečavanje diskriminacije
- tužba za utvrđenje diskriminacije
- tužba za uklanjanje stanja diskriminacije.

##### **4.3. Inicijativa za kontrolu ustavnosti i zakonitosti**

Inicijativa za kontrolu ustavnosti podnosi se Ustavnom sudu. Ukoliko Ustavni sud oceni da ima osnova za pokretanje postupka povodom te inicijative, Ustavni sud donosi rešenje o pokretanju postupka. Od pravila da donosi rešenje o pokretanju postupka, pod prethodno navedenim uslovom, Ustavni sud može da odstupi, ali samo u slučaju kad se inicijativom osporava ustavnost ili zakonitost opšteg akta, osim zakona i statuta autonomne pokrajine ili jedinice lokalne samouprave, odnosno pojedinih odredaba ovog akta kojima se regulišu pitanja o kojima Ustavni sud već ima zauzet stav ili kad je u toku prethodnog postupka pravno stanje potpuno utvrđeno i prikupljeni podaci pružaju pouzdan osnov za odlučivanje; u tom slučaju Ustavni sud odlučuje bez donošenja rešenja o pokretanju postupka.

##### **4.4 Naknadna kontrola Zakona o finansijskoj pomoći porodici sa decom**

Naknadna (represivna) kontrola sprovodi se u odnosu na opšte pravne akte koji su deo pravnog sistema, i koji se primenjuju izvesno duže ili kraće vreme. Naknadna kontrola ustavnosti se vrši pošto zakon (ili drugi opšti akt) stupi na snagu. Postupak za ocenjivanje ustavnosti ili zakonitosti opšteg akta pokreće se predlogom ovlašćenog predlagača. Ovlašćeni predlagači su: državni organi, organi teritorijalne autonomije, organi lokalne samouprave i najmanje 25 narodnih poslanika[4]

U konkretnom slučaju, naknada kontrola bi bila najefikasnije, sistemsko rešenje problema diskriminacije koji je stvoren ovim zakonom.

U toku postupka ocene ustavnosti ili zakonitosti opštih akata Ustavni sud može da, do donošenja konačne odluke,

obustavi izvršenje pojedinačnog akta ili radnje koja je preduzeta na osnovu opšteg akta čija se ustavnost ili zakonitost ocenjuje, ako bi njihovim izvršavanjem mogle nastupiti neotklonjive štetne posledice.

## 5. ZAKLJUČAK

Uprkos unapređenom pravnom okviru i uspostavljanju nove institucije Poverenika, brojna istraživanja i praksa potvrđuju da je diskriminacija široko rasprostranjena u Srbiji, dok postojeći mehanizmi zaštite nisu dovoljno i adekvatno iskorišćeni. Diskriminacija nije stanje koje treba tolerisati. Treba reagovati i tražiti zaštitu, kako bi se diskriminacija otklonila. Svaki uspešno okončan slučaj diskriminacije dragocen je doprinos izgradnji društva u kome svi njegovi građani i građanke imaju podjednake šanse da razviju svoje potencijale i da ravnopravno, aktivno i produktivno učestvuju u svim segmentima društvenog života, dajući puni doprinos razvoju društva.

Ukoliko se ne pokrene neki od pravnih mehanizama koji stoje na raspolaganju za zaštitu od diskriminacije, primena zakonskih odredbi može proizvesti dalekosežne posledice. Zaposlene žene neće imati satisfakciju ukoliko se odluče da rode dete, žene koje samostalno obavljaju delatnost neće imati adekvatne izvore prihoda za vreme bolovanja, dok žene koje imaju visoka primanja neće rizikovati da odlaskom na bolovanje izgube svoja prava na zaradu. Ukoliko uzmemo u obzir stopu nezaposlenost žena u Republici Srbiji, možemo doći do rezultata koji su porazavajući Buduće majke, ukoliko uspeju da nadju zaposlenje, odlagaće materinstvo, kako bi ostvarile zakonski minimum od 18 meseci i dobile nadok-

nadu zarade u visini plate. Time bi se još napredovao negativni trend smanjenja populacije. Iako su u izradi nacrtu izmene i dopune zakona učestvovala radne grupe i zakon nije donet samoinicijativno od strane ovlašćenog zakonodavca, učinjen je veliki propust, koji direktno šteti određenim kategorijama zaposlenih trudnica. Treba težiti ka dobijanju kompromisnog rešenja, koje bi bilo povoljno i za zaposlene i za državu, rešenje koje ne bi oštetilo zaposlene, niti dovelo do zloupotrebe prava na naknadu zarade za vreme odsustva zbog komplikacija u vezi održavanja trudnoće ili porodijskog odsustva.

## LITERATURA

- [1] N. Petrušić, *Diskriminacija i pravna zaštita od diskriminacije*, Zbornik radova Pravne klinike za zaštitu prava žena, 2013.
- [2] *Zakon o finansijskoj pomoci porodicama sa decom* ("Sl. glasnik RS", br. 113/2017 i 50/2018).
- [3] *Zakon bezbednosti i zdravlju na radu* ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 - dr. zakon).
- [4] M. Nastić, *Preventivna kontrola ustavnosti-uporedna iskustva i mogućnost primene prema Ustavu Republike Srbije*, Zbornik radova pravnog fakulteta u Nišu br. 56, 2010.
- [5] N. Petrušić, K. Beker, *Praktikum za zaštitu od diskriminacije*, Beograd 2012.

## SREDNJI BROJ OSNIH PRESEKA OD PROIZVODA DVE NAKAGAMI-m SLUČAJNE PROMENLJIVE

### LEVEL CROSSING RATE OF PRODUCT OF TWO NAKAGAMI-m RANDOM PROCESS

Miloš Perić, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Goran Milosavljević, *Visoka tehnička škola strukovnih studija, Aleksandra Medvedeva 20, Niš*  
Mihajlo Stefanović, *Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš*

**Sadržaj** – U ovom radu, srednji broj osnih preseka od proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa je izračunat i dobijeni rezultat je upotrebljen za izračunavanje srednjeg vremena trajanja otkaza. Verovatnoća otkaza je definisana kao verovatnoća da je anvelopa signala manja od praga. Srednje vreme trajanja otkaza je izračunato kao količnik od verovatnoće otkaza i srednjeg broja osnih preseka. Srednji broj osnih preseka je izračunat kao srednja vrednost od prvog izvoda od slučajnog procesa. U ovom radu je razmatrana analiza srednjeg broja osnih preseka proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa kada parametar  $m$  je promenljiv od 0,5 do beskonačnosti.

**Ključne reči:** Verovatnoća otkaza, srednji broj osnih preseka, Gausov slučajni proces, prag.

**Abstract** – In this paper, level crossing rate of product of two Nakagami-m random processes is evaluated and this result is used for calculation of average fade duration. Outage probability is defined as probability that signal envelope is lower of threshold. Average fade duration is evaluated as ratio of outage probability and level crossing rate. Level crossing rate is calculated as average value of the first derivate of random process. In this paper the influence of parameter  $m$  on level crossing rate is considered and analyzed.

**Key words:** Outage probability, level crossing rate, Gauss random process, threshold

#### 1. UVOD

U kanalima u kojima je prisutan feding [1] koji nastaje zbog prostiranja signala po više puteva, anvelopa signala je promenljiva i slučajne je prirode. Zbog prelamanja, odbijanja, savijanja i rasipanja svetlosnog zraka može se smatrati da je sredina elektromagnetnog talasa homogena. Anvelopa signala se može opisati nekom raspodelom. U feding kanalima anvelopa signala se može opisati Relijevom raspodelom, Rajsovom raspodelom, Nakagami-m raspodelom ili Veibulovom raspodelom [2]. Za slučajnu anvelopu signala se može izračunati gustina verovatnoće anvelope, kumulativna verovatnoća, karakteristična funkcija anvelope, prvi moment anvelope ili srednja vrednost anvelope, drugi moment ili srednja kvadratna vrednost i treći moment ili srednja kubna vrednost. Takođe je važan parametar srednje vreme trajanja otkaza sistema i srednji broj osnih preseka signala. Srednji broj osnih preseka se računa kao srednja vrednost od prvog izvoda signala. Nakagami-m raspodela je generalna raspodela. Iz nje se mogu izvesti Relijeva raspodela [7] i jednostrana Gausova raspodela [3]. Za  $m=1$  Relijeva raspodela se dobija iz Nakagami-m raspodele. Nelinearnim transformacijama se dobija gustina verovatnoće i kumulativna verovatnoća kvadrata i kuba Nakagami-m slučajne promenljive. Može se odrediti i srednji broj osnih preseka kvadrata i kuba Nakagami-m slučajnog procesa. Mogu se razmatrati i dve Nakagami-m slučajne promenljive i odrediti gustina verovatnoće zbira dve Nakagami-m slučajne promenljive, proizvoda dve Nakagami-

m slučajne promenljive i količnika dve Nakagami-m slučajne promenljive. Takođe se može razmatrati količnik proizvoda dve Nakagami-m slučajne promenljive i Nakagami-m slučajne promenljive i količnik Nakagami-m slučajne promenljive i proizvod dve Nakagami-m slučajne promenljive[4].

U ovom radu će se razmatrati srednji broj osnih preseka od proizvoda dve Nakagami-m slučajne promenljive. Parametri  $m$  i srednje snage ovih slučajnih procesa su različiti. Dobijeni izrazi se mogu koristiti u analizi performansi bežičnih relejnih sistema sa dve deonice. Postoje više radova koji razmatraju statističke karakteristike proizvoda i količnika slučajnih procesa. U radu [5] razmatran je proizvod  $n$  Relijevih slučajnih procesa i određen je broj osnih preseka proizvoda i Relijevih slučajnih procesa. Zatim je izračunato srednje vreme trajanja otkaza od bežičnog relejnog sistema sa  $n$  deonica u prisustvu Relijevog fedinga. U radu [6] je razmatran količnik od proizvoda dve slučajne promenljive i slučajne promenljive kao i količnik od proizvoda od dve i dve slučajne promenljive.

#### 2. SREDNJI BROJ OSNIH PRESEKA PROIZVODA DVA NAKAGAMI-m SLUČAJNA PROCESA

Neka su  $X_1$  i  $X_2$  Nakagami-m slučajni procesi

$$p_{x_1}(x_1) = \frac{2}{\Gamma(m_1)} \left( \frac{m_1}{\Omega_1} \right)^{m_1} x_1^{2m_1-1} e^{-\frac{m_1 x_1^2}{\Omega_1}}, x_1 \geq 0, \quad (1)$$



$$p_{x_2}(x_2) = \frac{2}{\Gamma(m_2)} \left( \frac{m_2}{\Omega_2} \right)^{m_2} x_2^{2m_2-1} e^{-\frac{m_2}{\Omega_2} x_2^2}, x_2 \geq 0 \quad (2)$$

Slučajna promenljiva  $x$  je jednaka:

$$x = x_1 \cdot x_2, x_1 = \frac{x}{x_2}. \quad (3)$$

Prvi izvod od  $x$  je jednak

$$\dot{x} = \dot{x}_1 x_2 + x_1 \dot{x}_2 \quad (4)$$

Prvi izvod od Nakagami- $m$  slučajnog procesa ima Gausovu raspodelu. Linearna transformacija od Gausovih slučajnih promenljivih ima Gausovu raspodelu. Na osnovu ovoga  $\dot{x}$  ima Gausovu raspodelu i srednja vrednost od  $\dot{x}$  je:

$$\bar{\dot{x}} = \bar{\dot{x}}_1 x_2 + x_1 \bar{\dot{x}}_2 = 0 \quad (5)$$

Pošto je  $\bar{\dot{x}}_1 = \bar{\dot{x}}_2 = 0$

Varijansa od  $\dot{x}$  je:

$$\sigma_{\dot{x}}^2 = x_2^2 \sigma_{\dot{x}_1}^2 + x_1^2 \sigma_{\dot{x}_2}^2 \quad (6)$$

Gde je

$$\sigma_{\dot{x}_1}^2 = \pi^2 f_m^2 \frac{\Omega_1}{m_1} \quad (7)$$

$$\sigma_{\dot{x}_2}^2 = \pi^2 f_m^2 \frac{\Omega_2}{m_2} \quad (8)$$

Gde je  $f_m$  maksimalna Doplerova frekvencija i zamenom se dobija:

$$\begin{aligned} \sigma_{\dot{x}}^2 &= \pi^2 f_m^2 \left( x_2^2 \frac{\Omega_1}{m_1} + \frac{x_1^2}{x_2^2} \frac{\Omega_2}{m_2} \right) = \\ &= \pi^2 f_m^2 x_2^2 \frac{\Omega_1}{m_1} \left( 1 + \frac{x_1^2}{x_2^4} \frac{\Omega_2}{m_2} \frac{m_1}{\Omega_1} \right) = \\ &= \pi^2 f_m^2 x_2^2 \frac{\Omega_1}{m_1} \left( 1 + \frac{x^2}{x_2^6} \frac{\Omega_2}{m_2} \frac{m_1}{\Omega_1} \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Združena gustina verovatnoće od  $x$ ,  $\dot{x}$  i  $x_2$  je:

$$\begin{aligned} p_{x\dot{x}x_2}(x\dot{x}x_2) &= p_{\dot{x}} \left( \frac{\dot{x}}{xx_2} \right) p_{x_2}(xx_2) = \\ &= p_{\dot{x}} \left( \frac{\dot{x}}{xx_2} \right) p_x \left( \frac{x}{x_2} \right) p_{x_2}(x_2). \end{aligned} \quad (10)$$

Gde je:  $p_x \left( \frac{x}{x_2} \right) = \left| \frac{dx_1}{dx} \right| p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right).$

$$\frac{dx_1}{dx} = \frac{1}{x_2} \quad (11)$$

Zamenom se dobija:

$$p_x \left( \frac{x}{x_2} \right) = \frac{1}{x_2} p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right) \quad (12)$$

$$p_{x\dot{x}x_2}(x\dot{x}x_2) = \frac{1}{x_2} p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right) p_{x_2}(x_2) p_{\dot{x}} \left( \frac{\dot{x}}{xx_2} \right) \quad (13)$$

Združena gustina verovatnoće od  $x$  i  $\dot{x}$  je:

$$\begin{aligned} p_{x\dot{x}}(x\dot{x}) &= \int_0^{\infty} dx_2 p_{x\dot{x}x_2}(x\dot{x}x_2) = \\ &= \int_0^{\infty} dx_2 p_{\dot{x}} \left( \frac{\dot{x}}{xx_2} \right) \frac{1}{x_2} p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right) p_{x_2}(x_2). \end{aligned} \quad (14)$$

Srednji broj osnih preseka od  $x$  je

$$\begin{aligned} N_x &= \int_0^{\infty} \partial \dot{x} p_{x\dot{x}}(x\dot{x}) = \\ &= \int_0^{\infty} \partial \dot{x} \int_0^{\infty} dx_2 p_{\dot{x}} \left( \frac{\dot{x}}{xx_2} \right) \frac{1}{x_2} p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right) p_{x_2}(x_2) = \\ &= \int_0^{\infty} dx_2 \left( \int_0^{\infty} \partial \dot{x} p_{\dot{x}} \left( \frac{\dot{x}}{xx_2} \right) \right) \frac{1}{x_2} p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right) p_{x_2}(x_2) = \\ &= \int_0^{\infty} dx_2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sigma_{\dot{x}} \frac{1}{x_2} p_{x_1} \left( \frac{x}{x_2} \right) p_{x_2}(x_2) = \\ &= \int_0^{\infty} dx_2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \pi f_m x_2 \left( \frac{\Omega_1}{m_1} \right)^{\frac{1}{2}} \left( 1 + \frac{x^2}{x_2^6} \frac{\Omega_2}{m_2} \frac{m_1}{\Omega_1} \right)^{\frac{1}{2}}. \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} &\frac{1}{x_2} 2\pi \frac{1}{\Gamma(m_1)} \left( \frac{m_1}{\Omega_1} \right)^{m_1} \frac{x^{2m_1-1}}{x_2^{2m_1-1}} e^{-\frac{m_1}{\Omega_1} \frac{x^2}{x_2^2}} \\ &\frac{1}{\Gamma(m_2)} \left( \frac{m_2}{\Omega_2} \right)^{m_2} x_2^{2m_2-1} e^{-\frac{m_2}{\Omega_2} x_2^2} = \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \pi f_m \left( \frac{\Omega_1}{m_1} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{\Gamma(m_1)} \left( \frac{m_1}{\Omega_1} \right)^{m_1} \frac{1}{\Gamma(m_2)} \left( \frac{m_2}{\Omega_2} \right)^{m_2} x^{2m_1-1} \\ &\int_0^{\infty} dx_2 x_2^{-2m_1+1+2m_2-1} \left( 1 + \frac{x^2}{x_2^6} \frac{\Omega_2}{m_2} \frac{m_1}{\Omega_1} \right)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{m_1}{\Omega_1} \frac{x^2}{x_2^2} - \frac{m_2}{\Omega_2} x_2^2} \end{aligned} \quad (17)$$

Poslednji integral može se rešiti primenom Laplasove aproksimacione formule za rešavanje jednostrukog integrala.

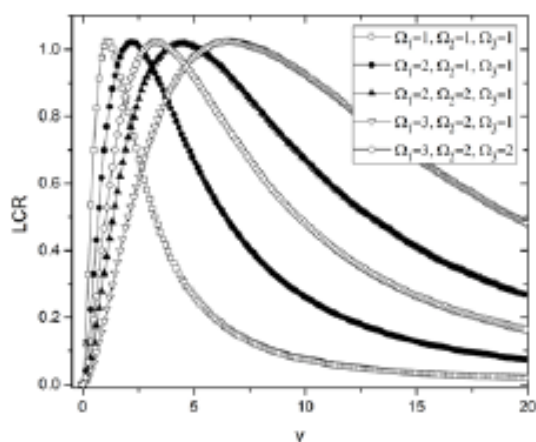
$$\int_0^{\infty} dx_2 \cdot g(x_2) e^{-\lambda f(x_2)} = \left( \frac{\pi}{\lambda} \right)^{\frac{1}{2}} g(x_{20}) e^{-\lambda f(x_{20})} \frac{1}{(B(x_{20}))^{\frac{1}{2}}} \quad (18)$$

Gde je  $x_{20}$  rešenje jednačine:

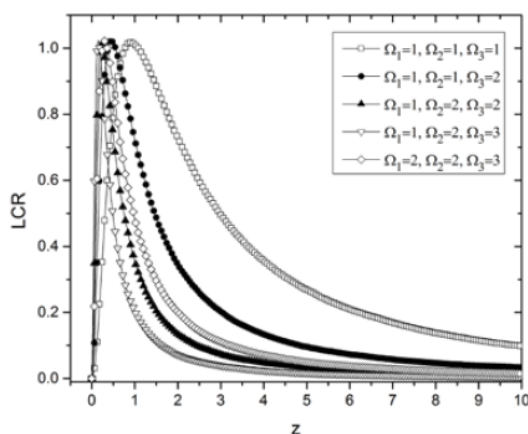
$$\frac{\partial f(x_{20})}{\partial x_{20}} = 0 \quad \text{i} \quad B = \frac{d^2 f(x_{20})}{dx_{20}^2}$$

### 3. ANALIZA NUMERIČKIH REZULTATA

Srednji broj osnih preseka od proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa je prikazan na slici 1. Srednji broj osnih preseka raste za male vrednosti signala, zatim srednji broj osnih preseka dostiže maksimum a zatim srednji broj osnih preseka opada za veće vrednosti signala. Uticaj anvelope signala na srednji broj osnih preseka je veći za manje vrednosti anvelope signala. Uticaj parametra  $m$  na srednji broj osnih preseka je veći za veće vrednosti anvelope signala a takođe uticaj parametra  $m$  na srednji broj osnih preseka je veći za manje vrednosti parametra  $m$ . Parametar  $m$  uzima vrednost veći od 0,5. Najčešće vrednosti su dva, tri i četiri. Na slici 2. je prikazana kumulativna verovatnoća proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa. Ova kriva počinje od nule i teži ka jedinici. Uticaj parametra  $m$  na kumulativnu verovatnoću je veći za manje vrednosti anvelope signala.



Slika 1. Srednji broj osnih preseka od proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa.



Slika 2. Kumulativna verovatnoća proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa.

### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izračunat srednji broj osnih preseka proizvoda dva Nakagami-m slučajna procesa. Dobijeni rezultat može se upotrebiti za izračunavanje srednjeg trajanja otkaza bežičnog relejnog radio telekomunikacionog sistema sa dve deonice u prisustvu Nakagami-m fedinga. Srednje vreme trajanja otkaza se dobija kao količnik verovatnoće otkaza i srednjeg broja osnih preseka. Verovatnoća otkaza se definiše kao verovatnoća da je anvelopa signala manja od unapred

oređenog praga. Verovatnoća otkaza i verovatnoća greške su prvog reda performanse bežičnog digitalnog telekomunikacionog sistema. Srednji broj osnih preseka i srednje vreme trajanja otkaza su drugog reda performanse sistema. Srednji broj osnih preseka se računa kao srednja vrednost od prvog izvoda slučajnog procesa. U radu je pokazano da srednji broj osnih preseka raste za male vrednosti signala a opada za veće vrednosti signala. Srednji broj osnih preseka dobijenih u ovom radu može se upotrebiti za izračunavanje srednjeg broja osnih preseka proizvoda dva Relijeva slučajna procesa i srednji broj osnih preseka proizvoda dva Nakagami-m slučajnog procesa i relijevog slučajnog procesa.

### LITERATURA

- [1] P. M. Shankar, *Fading and Shadowing in Wireless Systems*, Springer, New York Dordrecht Heidelberg London, 2012, DOI: 10.1007/978-1-4614-0367-8
- [2] G. L. Stuber, *Mobile communication*, 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2003.
- [3] S. Panic, M. Stefanovic, J. Anastasov, and P. Spalevic, *Fading and Interference Mitigation in Wireless Communications*, USA: CRC Press, 2013.
- [4] J. Salo, H.M. El-Sallabi, P. Vainikainen, The distribution of the product of independent Rayleigh random variables, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 54, Issue: 2, Feb. 2006, pp. 639 – 643,
- [5] Y. Chen, G. K. Karagiannidis, Hao Lu, and Ning Cao, “Novel Approximations to the Statistics of Products of Independent Random Variables and Their Applications in Wireless Communications”, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 61, No. 2, February 2012, pp. 443-454.
- [6] G. Karagiannidis, S. Nikos, and M. Takis, “N\*Nakagami: A Novel Stochastic Model for Cascaded Fading Channels,” *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 55, No. 8, 2007, pp. 1453–1458.
- [7] A. Widanagamage, D. Jayalath, “On the Probability Density Function of the Product of Rayleigh Distributed Random Variables”, 6th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS), 12-14 Dec. 2012, Gold Coast, QLD, Australia, DOI: 10.1109/ICSPCS.2012.6508017
- [8] S. Ahmed, L.L. Yang, and L. Hanzo, “Probability Distributions of Products of Rayleigh and Nakagami-m Variables Using Mellin Transform”, IEEE International Conference on Communications, ICC 2011, 05 Jun - 09 Jun 2011, Kyoto, Japan
- [9] F. Yilmaz, and M.S. Alouini, “Product of the Powers of Generalized Nakagami-m Variates and Performance of Cascaded Fading Channels”, IEEE Global Telecommunications Conference, GLOBECOM 2009, 30 Nov.- 4 Dec. 2009, Honolulu, HI, USA, DOI: 10.1109/GLOCOM.2009.5426254
- [10] Č. Stefanović, D. Došić, S. Maričić, M. Matović, A. Matović, “Level Crossing Rate of the Product of Two Random Variables”, Infoteh- Jahorina, Vol. 12, March 2013. pp. 404 -407.

- [11] Z. Hadzi-Velkov, N. Zlatanov, and K. G. Karagiannidis, "On the Second Order Statistics of the Multihop Rayleigh Fading Channel," *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 57, No. 6, June 2009, pp. 1815–1823, DOI: 10.1109/TCOMM.2009.06.070460.
- [12] E. Mekić, N. Sekulović, M. Bandjur, M. Stefanović, P. Spalević, "The Distribution of Ratio of Random Variable and Product of Two Random Variables and its Application in Performance Analysis of Multi-hop Relaying Communications over Fading Channels", *Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review)*, R. 88 NR 7a/2012
- [13] D. Krstić, M. Stefanović, Z. Jovanović, R. Gerov, V. Milenković, "Statistical Characteristic of Ratio and Product of Rician Random Variables and its Application in Analysis of Wireless Communication Systems", *International Journal of Mathematical and Computational Methods*, Vol. 1, 2016, pp. 79-86.
- [14] D. Krstić, M. Stefanović, V. Milenković, Dj. Bandjur, "Level crossing rate of ratio of product of two  $\alpha$ - $k$ - $\mu$  random variables and  $\alpha$ - $k$ - $\mu$  random variable", *WSEAS Transaction on Communications*, vol. 13, 2014, pp. 622-630.
- [15] D. Krstić, M. Stefanović, N. Simić, A. Stevanović, „The level crossing rate of the ratio of product of two  $k$ - $\mu$  random variables and  $k$ - $\mu$  random variable“, 13th WSEAS International Conference on Electric Power Systems, High Voltages, Electric Machines (POWER '13), Chania, Crete Island, Greece, August 27-29, 2013, pp. 153-158.
- [16] D. Krstić, I. Romdhani, M. Masadeh Bani Yassein, S. Minić, G. Petković, P. Milačić, "Level crossing rate of ratio of product of two  $k$ - $\mu$  random variables and Nakagami- $m$  random variable", 2015 International Workshop on Internet of Things and Smart Spaces (IoT-Smart-2015), DOI: 10.1109/CIT/IUCC/DASC/PICOM.2015.244

## ВІМ-ТЕХНОЛОГІЯ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ, КАК НОВАЯ ФОРМА ТЕХНОЗНАНИЯ В РАЗВИТИИ ОБЩЕСТВА

## VIM-TECHNOLOGY OF CREATION OF CONSTRUCTION OBJECTS, AS A NEW FORM OF TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF SOCIETY

Иван Павлович Чечель, Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов  
308016, гр. Белгород ул. Костјукова, 46

**Саджај** - Познато је да повећање оперативне ефикасности, економичности и издржљивости мотора са унутрашњим сагоревањем (ДВС), а посебно дизел мотора, зависи од квалитета рада "клипне прстенасте-цилиндарске линије" клипа цилиндара-(ЦПГ) током тестирања у фабрици. Заузврат, на квалитет уласка на ЦПГ значајан ефекат врши рад апарата за довод горива, у условима мировања и ниског оптерећења (неноминални режим), који се јављају главним режимима скоро свих покретних технологија главних и маневарских локомотива. Нажалост, рад опреме за гориво на неноминалним режимима (практично код свих домаћих и иностраних дизел мотора главних и маневарских дизел локомотива) карактерише екстремна нестабилност коју карактерише убрзгавање горива преко циклуса и цилиндара и неравномерно убрзгавање цикличних извора горива. Узимајући у обзир специфичности процеса снабдевања горивом у овим режимима, као и кинематику и динамику процеса сагоревања горива (оксидације) у цилиндру мотора, од посебног је интереса проучити механизам нуклеације, формирања и стратификације горюника који се распршује у поједине капљице у дисперзованом саставу.

**Кључне речи:** математички модел, процес снабдевања горивом, тестирање цилиндрично-клипне групе, оперативна ефикасност.

**Abstract** - It is known that the increase in the operational efficiency, economy and durability of internal combustion engine (DVS) engines, and especially diesel engines, depends on the quality of the piston-cylinder piston cylinder (CPG) piston line during testing at the factory. In turn, the quality of the entry into the CPG has a significant effect on the operation of the fuel delivery equipment, in conditions of hibernation and low load (non-nominal regime), which occur in the main regimes of almost all mobile technologies of main and maneuvering locomotives. Unfortunately, the operation of fuel equipment on non-nominal regimes (practically with all domestic and foreign diesel engines of major and maneuverable diesel locomotives) is characterized by extreme instability characterized by injection of fuel over a cycle and cylinders and uneven injection of cyclic fuel sources.

Taking into account the specificities of the fuel supply process in these regimes, as well as the kinematics and dynamics of the combustion process of the fuel (oxidation) in the cylinder of the engine, it is of particular interest to study the mechanism of nucleation, formation and stratification of the burner which is dispersed into individual droplets in the dispersed composition

**Key words:** mathematical model, fuel supply process, cylindrical-piston group testing, operational efficiency

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Современный Архитектор не может обойтись только ватманом и чертежной тушью. Студенты технических университетов с первого курса начинают изучать основы компьютерного проектирования, чтобы в будущем иметь возможность создавать современные технически и инженерно-сложные объекты строительства. На сегодняшний день развитие компьютерных технологий в проектировании зданий дает возможность объединить

разные разделы проекта в единую информационную модель, эта технология получила название- Building information modeling (далее BIM-технологии). В будущем методология и инструментальные средства метода BIM - технологии должны обеспечивать наилучшие возможности управления процессами, происходящими при проектировании и строительстве объектов недвижимости, повышать их эффективность, и, как

следствие, выводить процесс создания объекта на новый уровень технического знания. Однако, при этом, необходимо понять, как применение BIM -технологии при проектировании зданий и сооружений влияет на общую картину развития нового знания, технoзнания общества. Рассматривая культурно-исторический процесс развития человеческого общества, многие ученые признают большую роль в этом процессе технологического фактора. Идея об определяющей роли техники, средств и орудий производства в развитии общества высказывалась давно, но наибольшее распространение она получила лишь в условиях современной научно-технической революции. Мыслители XIX в. заметили, что развитие техники и технологии производства детерминируется социально-экономическими условиями, существующими в обществе. На этой основе сформировалось материалистическое понимание истории, в котором важнейшим фактором развития общества признается способ производства материальных благ. Влияние техники на развитие производительных сил и общества в целом, подчеркивалось многими историками, философами и культурологами. Рассматривая культурно-исторический процесс развития человеческого общества, многие ученые признавали большую роль в этом процессе технологического фактора.

Признание роли техники росло вместе с прогрессом самой техники, начиная с первой промышленной революции и заканчивая современной научно-технической революцией, в корне изменившей характер технологии производства благодаря внедрению механизации, автоматизации и роботизации в различные сферы деятельности человека. Сформировалось новое общество, которое одни исследователи называют посткапиталистическим, другие - постцивилизационным, третьи - постэкономическим, а большинство ученых – постиндустриальным, но все они согласны с тем, что его основу составляет главенство знания. Коренным образом меняется роль научного знания, которое выступает в качестве направляющей силы социального развития. Как подчеркивает Дэниэл Белл, американский социолог и публицист, создатель теории постиндустриального (информационного) общества, «... только во второй половине XX века произошло слияние науки и инженерии, изменившее саму сущность технологии» [1]. Дэниэл Белл создал теорию развития общества, альтернативную популярной марксистской схеме (развитие общества, как смена формы собственности: феодализм, капитализм, социализм) и предложил следующую логику: доиндустриальное, индустриальное, постиндустриальное общество. Постиндустриальное общество характеризуется главенством знания, а не собственности, наличием интеллектуальных технологий, переходом от производства товаров к оказанию услуг, ростом численности носителей знания. Именно наука выступает теперь в качестве непосредственной производительной силы, поскольку новейшие открытия ученых находят быстрое применение в производстве, и она является определяющей силой развития всего общества.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТИ

Среди всех факторов развития общества техника выделяется как направляющая сила всего общественного развития. «В наступающем столетии, - пишет Д. Белл, - решающее значение для экономической и социальной жизни, для способов производства знания, а также для характера трудовой деятельности человека приобретает становление нового социального уклада, зяждущегося на телекоммуникациях. Революция в организации и обработке информации и знаний, разворачивается одновременно со становлением постиндустриального общества» [1]. И далее он утверждает, что «Современная технология открывает множество альтернативных путей для достижения уникальных и вместе с тем разнообразных результатов, при этом неимоверно возрастает производство материальных благ. Таковы перспективы, вопрос лишь в том, как их реализовать» [1]. Определяющее воздействие техники испытывают такие социальные сферы и институты как экономика, экология, наука, политика. В нашем веке это принципиальным образом меняет социальный статус техники, превращает ее в фактор, определяющий будущее человечества. В XX веке техника, её развитие, её место в обществе и значение для будущей человеческой цивилизации становится предметом систематического изучения, а XXI век можно с уверенностью назвать веком внедрения новейшей техники и технологий. Исследование феномена техники сегодня является одной из актуальных проблем философского знания. Анализ сущности техники и особенностей её исторического развития, а также становления. Если философию техники рассматривать с позиции общенаучного анализа, то философия техники – это направление социально-философских и научно-технических исследований, связанное с изучением философских и социокультурных оснований сущности взаимоотношения «человек-техника-общество». Само понятие «техника» (от греч. *techné* - искусство, мастерство, умение) определяется как система средств, направленных на достижение каких-либо целей. Совокупность орудий и процессов по их изготовлению и использованию можно считать техникой. С помощью технических систем человек воздействует на материальные объекты, поэтому техника – это промежуточное звено между субъектом (человеком как решающей производственно-хозяйственной единицей) и объектом (в качестве которого выступает биосфера). Основное назначение техники – избавление человека от выполнения физически тяжёлой или однообразной работы, чтобы предоставить ему больше времени для творческих занятий, облегчить его повседневную жизнь. Главными показателями техники являются интенсивность и эффективность, экономичность, а так же эргономичность, красота, безопасность, экологичность и надежность. Развитие техники происходит в соответствии с объективными законами, отражающие существенные и повторяющиеся особенности развития технических систем, а так же с рядом определенных закономерностей.

Развитие современной техники в большей степени обусловлено развитием науки, которая играет ведущую роль по отношению к технике. Связующим звеном между теоретическими знаниями, которые разрабатываются

естественными и гуманитарными науками, и их воплощением в технических объектах, являются технические науки - промежуточный мостик между естествознанием и человекознанием, а так же самостоятельная область инженерно-технических знаний, которая обеспечивает формирование, создание и функционирование различных технико-технологических систем окружающей действительности. Технические науки, то есть технoзнание в целом, – это развитая форма технического знания. Технoзнание – это система закономерностей, обуславливающих создание, функционирование и развитие техники. Развитие технoзнания детерминировано природными закономерностями, которые выявляются в рамках естествознания, но целевые установки и потребности общества в этих знаниях обусловлены системой социально-гуманитарного познания. Понятия «техника» и «технология» непосредственно связанные с объектом технoзнания, выводят нас на понятия характеризующие предмет технoзнания. К понятиям предмета технoзнания относятся «техническое знание» и «техническая наука». При определении понятия «техническое знание» необходимо отталкиваться от базового понятия «знание». Под знанием понимается проверенный практикой результат познания действительности, вернее, её отражение в сознании человека, отражение характеристик реальности в виде представлений, понятий, суждений и теорий. Современное развитие техники связано с внедрением информационных технологий.

Информационные технологии – это широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления, накопления, обработки и передачи информации. Информационная технология – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, накопления, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта). Этот процесс состоит из чётко регламентированной последовательности выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися на компьютерах. Основная цель информационной технологии – в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации получить необходимую для пользователя информацию. В основном под информационными технологиями подразумевают компьютерные технологии, связанные с использованием компьютеров и программного обеспечения для хранения, преобразования, защиты, обработки, передачи и получения информации. Инновационными технологиями принято называть набор методов и средств, поддерживающих этапы реализации нововведения. Такой технологией является BIM - технология (Building Information Modeling) - современная компьютерная технология информационного моделирования строительных объектов.

Рубеж конца XX – начала XXI веков, связанный с бурным развитием информационных технологий, ознаменовался появлением принципиально нового подхода в архитектурно-строительном проектировании, заключающемся в создании компьютерной модели

нового здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте Building Information Model (BIM). В середине прошлого века американский архитектор Чак Истман впервые использовал понятие «информационная модель» в одной из своих статей. К концу 80-х концепция «информационной модели» получила развитие в Европе и США. Современный термин «Building information modeling» – результат соединения английского (Product Information Model) и американского (Building Product Model) вариантов. Он появился в научной работе Роберта Эйша в 1986 году, где были сформулированы основные принципы нового подхода. Идея ученого заключалась в том, чтобы автоматизировать процесс создания строительных макетов. Вся необходимая информация, включая сметы, базы данных, расчеты, соединилась воедино в одной компьютерной 3D модели. Признанные архитекторы и известные строительные компании работают с информационными моделями. В 2006 году создание музея современных искусств в Колорадо по плану Д. Либескинда доказало, что они ускоряют работу в несколько раз и существенно сокращают затраты. Крис Тисдел (Chris Tisdell) - директор по глобальным производственным решениям фирмы Gehry Technologies, которая является локомотивом информационного моделирования зданий в мире, говорит: «...BIM обладает чрезвычайной мощностью, он возвращает архитекторов на прежний уровень мастерства, снова позволяет нам объемно мыслить» [8]. Основными принципами информационного подхода в проектировании являются трёхмерное моделирование, автоматическое получение чертежей, интеллектуальная параметризация объектов, соответствующие объектам базы данных, распределение процесса строительства по временным этапам.

BIM – технология имеет ряд преимуществ перед обычным компьютерным проектированием: сокращение сроков проектирования; уменьшение расходов на реализацию проекта; повышение производительности работы благодаря простоте получения информации; повышение согласованности строительной документации; доступность конкретной информации о производителях материалов, количественных характеристиках для оценки и проведения тендера. Сложившаяся концепция информационного моделирования здания — это больше, чем просто новый метод проектирования, это смена всей технологии проектирования. Основа технологии BIM — это процессы, способы совместной работы с информацией об объекте строительства. Процессы регулируют работу с BIM-моделью, которая состоит из интеллектуальных объектов и параметрических взаимосвязей. Для каждого этапа работы над проектом прописан уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую информацию и при этом, не перегружая модель. На протяжении всего жизненного цикла сооружения в информационную модель добавляются данные. BIM-технология позволяет объединить информацию, которой уже владеет организация, с новыми знаниями BIM. Технология BIM позволяет сократить стоимость строительства объектов до 20% за счет повышения эффективности взаимодействия всех участников процесса от стадии предпроекта до строительства и эксплуатации. Новая технология позволяет на стадии

предпроект оперативно разработать и рассмотреть несколько вариантов проекта, оценить их стоимость, энергоэффективность, сроки и стоимость строительства для каждого. Внедренная на стадии проектирования технология BIM ускоряет работу проектировщика за счет снижения трудоемкости в момент внесения изменений в проекты, заметно облегчает поиск и устранение ошибок, а также общение с заказчиками и подрядчиками, благодаря специальным инструментам коллективной работы и поиска коллизий. Внедрение BIM-технологий в мире идёт возрастающими темпами, причем часто с государственной поддержкой. С 2016 года работа в технологии BIM будет обязательной при получении бюджетных заказов в ряде европейских стран. Первые шаги по внедрению BIM-технологий в РФ уже предприняты. По итогам заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России от 04 марта 2014 года было принято решение о разработке и утверждении «Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». Реализация плана поэтапного применения BIM-технологий позволит значительно активизировать процесс внедрения инновационных технологий в область проектирования и строительства. Внедрение информационных технологий будет сопровождаться внесением изменений в действующую нормативно-правовую базу. По предварительным оценкам, до 2019 года предстоит модернизировать несколько десятков федеральных законов, правительственных постановлений, ведомственных приказов и иных нормативно-правовых актов.

В современном обществе, в условиях научно-технической революции роль техники и науки существенно изменилась, взаимодействие между ними настолько возросло, что наука стала оказывать решающее влияние на технику и превратилась в непосредственную производительную силу. Однако развитие техники напрямую зависит от социально-экономических условий, складывающихся в обществе, именно они являются основным детерминирующим фактором изменений в обществе. Развитие общества зависит не столько от техники, сколько от людей, которые ее используют. Чем лучше техника соответствует их целям, тем больше они изменяют себя и общество, в котором живут. Таким образом, вопрос о роли техники и технологии производства необходимо рассматривать в контексте всех социально-экономических проблем развития общества. Бурный прогресс науки и техники ставит перед учеными по-новому многие старые философские проблемы и выдвигает на первый план целый ряд проблем, осмысление которых требует высокого философского уровня. Ученые не в состоянии осмыслить эти проблемы без участия философов. Однако и философы науки и техники обязаны в тесной кооперации и диалоге с учеными-специалистами осмысливать вновь возникающие философские проблемы в научно-технической сфере. «Технология» как таковая, способствует эффективности реализации определенных социально-технических решений и преодолению соответствующих проблем. Следовательно, технология –

реальное, практическое разрешение конкретной научно-технической, производственно-хозяйственной и социально-политической задачи.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационное моделирование зданий промышленного и гражданского строительства – BIM (Building Information Modeling) – технология является наиболее ярким представителем технауки. В виду того, что даже фундаментальные исследования в естествознании становятся все более проблемно и проектно ориентированными на решение конкретных научно-технических задач, это делает их весьма сходными с технической наукой и находит свое выражение в обозначении нового этапа развития науки – технауки. BIM -технология признана ключевой научной сферой не только потому, что она ведет к изменению всего современного научно-технического ландшафта, но прежде всего потому, что обществом в ближайшем будущем будут получены определенные социальные результаты. В связи с процессами сращивания науки и техники возникает целый ряд новых философско-методологических проблем, требующих своего специального рассмотрения. Не вызывает сомнения, что на следующем этапе развития строительной отрасли BIM-технология возьмет верх над системой раздельной документации, постепенно полностью вытеснит ее и сформирует принципиально новый подход в технологии проектирования и строительства.

Таким образом,

1. Роль техники и технологии необходимо рассматривать в контексте всех социально-экономических проблем развития общества.
  2. Технознание реализуется в производственно-хозяйственной деятельности в рамках системы «технознание-технология-производство».
  3. В будущем методология и инструментальные средства метода BIM -технологии должны обеспечивать наилучшие возможности управления процессами, происходящими при проектировании и строительстве объектов недвижимости, повышать их эффективность, и, как следствие, выводить процесс создания объекта на новый уровень технического знания.
- Применение BIM -технологии при проектировании зданий и сооружений влияет на общую картину развития нового знания, технознания общества.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. М.: Academia, 2004. - 944 с.
- [2] План внедрения технологий информационного моделирования зданий (BIM - Building Information Modeling) в области промышленного и гражданского строительства // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации // URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/> (дата обращения: 20.04.2018).

- [3] Программа 5 российского инвестиционно-строительного форума // URL: <http://www.ribf.msk.ru/programma/> (дата обращения: 25.04.2018).
- [4] Отчет о проведении Строительного конгресса, URL: [http://isicad.ru/ru/pdf/infars\\_building-congress\\_2015.pdf](http://isicad.ru/ru/pdf/infars_building-congress_2015.pdf) (дата обращения: 05.05.2015).
- [5] Горохов В.Г. Основы философии техники и технических наук. М.: Гардарики, 2007.
- [6] Никифоров А.Л. Философия науки: история и теория. М.: Идея – Пресс, 2006.
- [7] Котельникова В.М., Монастырская И.А. История и философия науки: учебно-методическое пособие для аспирантов. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011.
- [8] Тисдел Крис. BIM возвращает красоту в проектирование. Интервью с Крисом Тисделом, ведущим специалистом Gehry Technologies (23.10.2012 г.) Режим доступа: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=15678](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15678).



## ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕФЕКТИВНЕ СРЕДСТВО ПОВЫШЕННЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗДАНИЙ

## BIM AS EFFECTIVE TOOL TO SERVICE QUALITY IMPROVEMENT OF BUILDINGS

Наумов Андрей Евгеньевич, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

Крутилова Мария Олеговна, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

Чуева Юлия Александровна, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** - В настоящее время объекты социального и жилищного значения имеют сложную форму, техническое и инженерное оснащение, что требует грамотного и квалифицированного обслуживания данных объектов. Однако при передаче зданий на баланс муниципальных образований или хозяйствующих субъектов, часто случается так, что не все ответственные за обслуживание зданий знают правила эксплуатации. Несвоевременная диагностика конструкций, оборудования и инженерных систем здания приводит к: потере эстетического вида здания; потере работоспособности оборудования и инженерных систем здания; уменьшению срока службы здания; увеличению затрат на проведение текущего и капитального ремонтов; сокращению сроков между капитальными ремонтами. Необходимо продлить сроки эксплуатации здания, увеличить периоды между капитальными ремонтами и снизить затраты на их проведение.

**Ключевые слова:** BIM-технологии, эксплуатация зданий, информационная модель здания, капитальный ремонт.

**Abstract** - Now objects of social and housing value have irregular shape, technical and engineering equipment that demands the competent and qualified service of these objects. However, by transfer of buildings on balance of municipal units or economic entities, often it happens so that not all responsible for service of buildings know service regulations. Untimely diagnostics of designs, the equipment and the engineering systems of the building brings to: loss of an esthetic building image; losses of operability of the equipment and engineering systems of the building; to reduction of service life of the building; increase in costs of carrying out the current and capital repairs; reduction of terms between capital repairs. It is necessary to prolong terms of operation of the building, to increase the periods between capital repairs and to lower costs of their carrying out.

**Key words:** BIM, facilities management, building information model, building repairs.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время объекты социального и жилищного значения имеют сложную форму, техническое и инженерное оснащение, что требует грамотного и квалифицированного обслуживания данных объектов и плотного взаимодействия специалистов различных квалификаций. При передаче зданий на баланс муниципальных образований или хозяйствующих субъектов часто случается так, что не все ответственные за обслуживание зданий знают правила эксплуатации. Многочисленные инженерные системы, разнообразные строительные конструкции, требующие исполнения большого количества разнообразных технических регламентов и проведения различных текущих, плановых, ситуационных ремонтов, представляют собой в текущий момент времени слабоуправляемую динамичную систему, нерациональная работа которой приводит к

существенному перерасходу ресурсов, времени и бюджета. Данная проблема приводит к потере эстетического вида здания и работоспособности оборудования и инженерных систем здания, к уменьшению срока службы здания и увеличению затрат на проведение текущего и капитального ремонтов, к сокращению сроков между капитальными ремонтами [1].

### 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В масштабах всего управляемого государством недвижимого комплекса это вызывает неэффективность института управления недвижимостью и приводит к стагнации территориального развития городов. Необходимо продлить сроки эксплуатации здания, увеличить периоды между капитальными ремонтами и снизить затраты на их проведение.

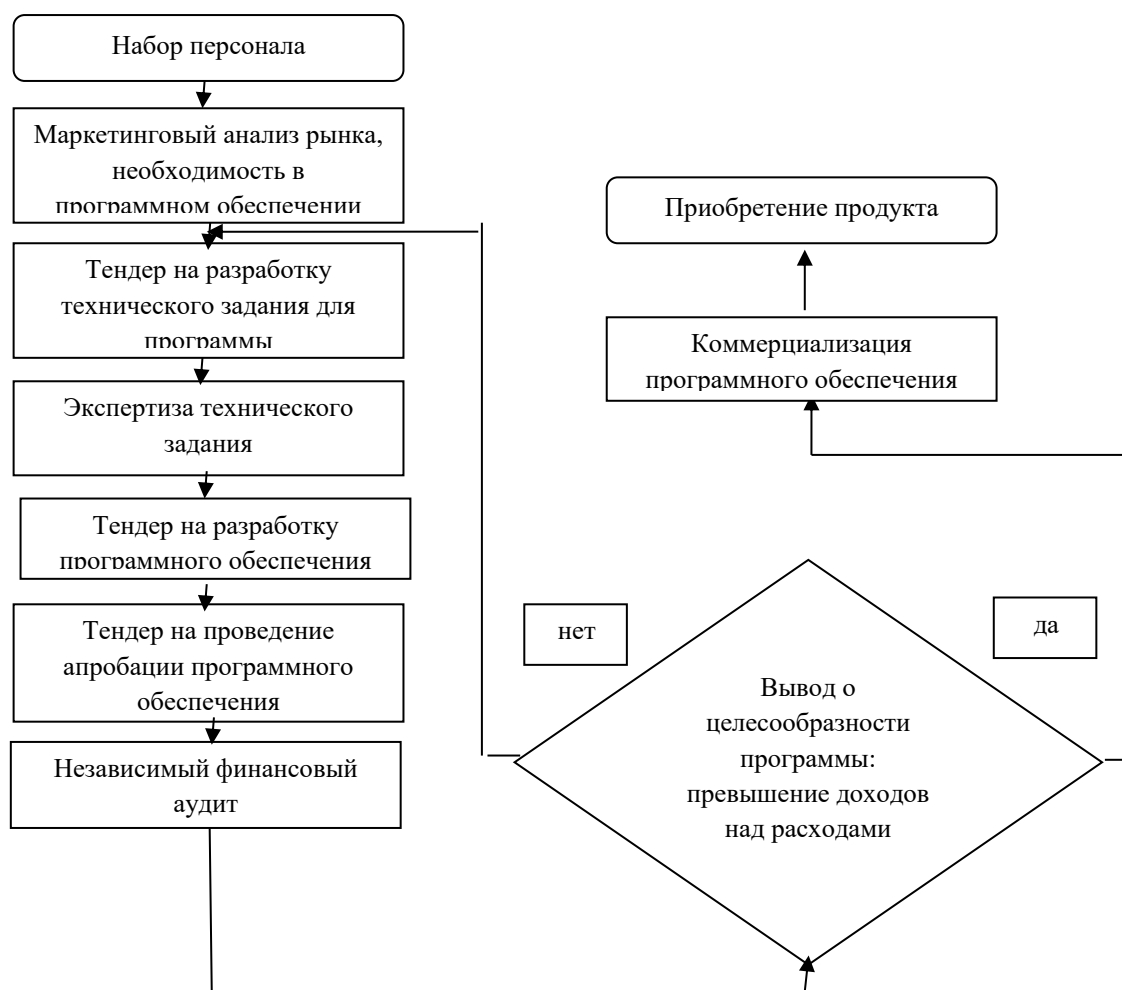
**Таблица 1.** *Неинтегрированность участников строительного процесса: потери [2]*

Заинтересованная сторона	Этап, млрд \$		
	Проектирование	Строительство	Эксплуатация
Проектировщики	1007	147,0	15,7
Генеральные подрядчики	486	1265,3	50,4
Производители специализированного оборудования подрядные организации	442	1762,2	-
Владельцы управляющие компании	773	898,0	9072,2

Для осуществления правильного и своевременного обслуживания здания нужно выполнить ряд задач. На данный момент не существует четких технических регламентов, которые позволят организованно осуществлять техническое обслуживание и эксплуатацию

жилых зданий. Поэтому первоначально требуется собрать, обобщить, систематизировать и формализовать имеющиеся технические регламенты, то есть создать единую нормативную базу [3].

Следующим шагом будет создание, апробирование и внедрение кросс-платформенного BIM-ориентированного программного обеспечения, которое позволит реализовать заявленные цели. Как известно, любой масштабный строительный проект, будь то жилое или коммерческое здание, дорога, мост — это привлечение десятков подрядчиков и сотен единиц техники, это тысячи чел-часов и десятки тысяч мегабайт информации. BIM-технологии обеспечивают эффективное управление этими данными, что в результате может вдвое сократить срок реализации проекта, значительно упростить обслуживание готового объекта, продлить его службу [4]. Традиционный подход к проектированию опирается на двухмерные модели — планы, чертежи, бумажная документация. BIM-технологии добавляют новые измерения — планы строительства, время, стоимость — которые могут быть представлены в любом удобном виде с помощью информационной модели объекта в виртуальной реальности.



**Рисунок 1.** *Процесс создания BIM-ориентированного программного обеспечения [6]*

После создания структурированных технических регламентов и апробирования программного обеспечения необходимо протестировать данные разработки на примере отдельных объектов недвижимости, после чего начать постепенное внедрение в отечественное жилищно-коммунальное хозяйство.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение данных инновационных технологий позволит администрировать процесс управления недвижимостью, оптимизировать трудовые отношения, повысить профессионализацию исполнительского коллектива. В масштабах строительного комплекса BIM-технологии на основе мирового опыта дадут до 50% экономии средств, выделяемых сегодня на цели капитального ремонта жилого фонда страны [5].

Повсеместное внедрение BIM-технологий будет иметь следующие положительные стороны.

1. Использование информационной модели здания вместо обычного паспорта объекта позволяет хранить, осуществлять поиск, а затем анализировать собранную информацию. В результате будет известно точное состояние каждого здания, а не используемый ныне общий процент износа.

2. Имеющаяся модель позволяет выполнять проект капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

3. В BIM-модели легко можно понять, какая марка бетона использована для изготовления той или иной колонны или балки, какого она типоразмера и даже на каком предприятии изготовлена.

4. На объемной модели наглядно видно, какие ошибки и неточности были допущены. И главное — можно очень быстро эти неточности устранить.

5. В России, где в прежние годы широкое распространение получило типовое домостроение, для работы с существующим жилым фондом различных информационных моделей понадобится не так уж много.

6. Информационная модель позволит повысить качество обслуживания жилых зданий

Внедрение BIM-технологий в жилищно-коммунальное хозяйство, управляющие организации и товарищества собственников жилья позволит в значительной степени облегчить процесс обслуживания здания, поможет быстро и своевременно устранять возникшие неполадки, прогнозировать появление таковых, информировать о выходе из строя частей инженерных систем и элементов конструкций, сократить расходы на содержание объекта недвижимости. Все это прямым образом связано с

повышением качества жизни людей. Внедрение BIM-технологий также способствует автоматизации процесса управления недвижимостью, внедрению научно-технических разработок в жилую среду, что в конечном счете влияет на научно-технический прогресс и инновационное развитие региона и страны.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] 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 3, Ecological Challenges of the 21st Century. Сер. "3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century" 2018. С. 012127.
- [2] Царев А.А., Абакумов Р.Г. Проблемы и возможности планирования в организации // Молодежь и научно-технический прогресс Сборник докладов IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 770-772.
- [3] Zharikov I.S., Laketich A., Laketich N. Impact of concrete quality works on concrete strength of monolithic constructions // Construction Materials and Products. 2018. Volume 1. Issue 1. P. 51 – 58.
- [4] Крутилова М.О., Маркова А.А. Организационно-технологическое проведение экологической стоимостной экспертизы проектно-сметной документации в строительстве // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики Материалы VII Международной научно-практической конференции. Салагор. 2017. С. 256-259.
- [5] Клименко Д.И., Абакумов Р.Г., Авилова И.П. Модели градостроительного развития агломераций как основа социально-экономического развития государства // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 64-69.
- [6] Abakumov R.G., Naumov A.E. Building information model: advantages, tools and adoption efficiency // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Simulation and Automation of Production Engineering" 2018. С. 022001.

МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ КВАЛИТЕТА ТЕСТИРАЊА  
ЦИЛИНДРИЧНО-КЛИПНЕ ГРУПЕ ДИЗЕЛ МОТОРА ПУТЕМ ИНТЕНЗИФИКА-  
ЦИЈЕ ПРОЦЕСА СНАБДЕВАЊА ГОРИВОМ

MATHEMATICAL MODEL FOR QUALITY OF TESTING  
CYLINDRICAL-PIPE GROUP DIESEL ENGINE BY INTENZIFIKATION OF  
FUEL SUPPLY PROCESS

Виктор Дмитријевич Зонов, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухова*  
308016, Белгород ул. Костјукова, 46

Владимир Павлович Кожевников, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухова*  
308016, Белгород ул. Костјукова, 46

**Садржај** - Познато је да повећање оперативне ефикасности, економичности и издржљивости мотора са унутрашњим сагоревањем (ДВС), а посебно дизел мотора, зависи од квалитета рада "клипне прстенасте-цилиндарске линије" клипа цилиндара-(ЦПГ) током тестирања у фабрици. Заузврат, на квалитет уласка на ЦПГ значајан ефекат врши рад апарата за довод горива, у условима мировања и ниског оптерећења (неноминални режим), који се јављају главним режимима скоро свих покретних технологија главних и маневарских локомотива. Нажалост, рад опреме за гориво на неноминалним режимима (практично код свих домаћих и иностраних дизел мотора главних и маневарских дизел локомотива) карактерише екстремна нестабилност коју карактерише убризгавање горива преко циклуса и цилиндара и неравномерно убризгавање цикличних извора горива.

Узимајући у обзир специфичности процеса снабдевања горивом у овим режимима, као и кинематику и динамику процеса сагоревања горива (оксидације) у цилиндру мотора, од посебног је интереса проучити механизам нуклеације, формирања и стратификације горюника који се распршује у поједине капљице у дисперзованом саставу.

**Кључне речи:** математички модел, процес снабдевања горивом, тестирање цилиндрично-клипне групе, оперативна ефикасност.

**Abstract** - It is known that the increase in the operational efficiency, economy and durability of internal combustion engine (DVS) engines, and especially diesel engines, depends on the quality of the piston-cylinder piston cylinder (CPG) piston line during testing at the factory. In turn, the quality of the entry into the CPG has a significant effect on the operation of the fuel delivery equipment, in conditions of hibernation and low load (non-nominal regime), which occur in the main regimes of almost all mobile technologies of main and maneuvering locomotives. Unfortunately, the operation of fuel equipment on non-nominal regimes (practically with all domestic and foreign diesel engines of major and maneuverable diesel locomotives) is characterized by extreme instability characterized by injection of fuel over a cycle and cylinders and uneven injection of cyclic fuel sources.

Taking into account the specificities of the fuel supply process in these regimes, as well as the kinematics and dynamics of the combustion process of the fuel (oxidation) in the cylinder of the engine, it is of particular interest to study the mechanism of nucleation, formation and stratification of the burner which is dispersed into individual droplets in the dispersed composition

**Key words:** mathematical model, fuel supply process, cylindrical-piston group testing, operational efficiency.

## 1. УВОД

Уграђени мотор је коначни технолошки процес током којег се при свим радним (оптерећење) режимима налази површина цилиндра мотора макроеометријског и

микроеометријског рада - формира се огледало групе цилиндра-клипа. На квалитет укључивања у ЦПГ од највећег значаја је стабилност, без недостатка убризгавања горива и неравномерног убризгавања горива у циклусима и цилиндрима, и рад опреме за гориво.

У детаљном теоријском и експерименталном истраживању постојећег закона о снабдевању горивом, механизам за распадање горива на поједине капљице у цилиндру мотора, створиће основу и предложити стабилан закон о снабдевању горивом који омогућава елиминацију убризгавања горива и неједнакости горива у неноминалном начину рада дизел локомотива. Израда закона о одрживом снабдевању горивом омогућиће напуштање коришћења скраћених технологија за вођење испитивања на дизел моторима и дизел локомотива уз коришћење додатних адитива за гориво. Тренутно коришћене методологије за тестове ЦПГ дизела са додавањем потисног погона на гориво су темељно истражене за квантитативне и квалитативне карактеристике мешавине горива и додатка адитива. Такође су проучаване дисперзије абразивних честица преостале након испаравања и сагоревања горива у комори за сагоревање и њиховог утицаја на хабање и квалитет рада "клипне прстенесте-цилиндарске облоге" фриксионог пара. Истраживања механизма уласка ЦПГ-а указују на то да се током овог периода два триболошка процеса одвијају паралелно[1]:

-Макрогеометријско тестирање - хабање површина на врху таласа храпавости и на подручјима где постоје технолошки недостаци у инсталацији;

- микрогеометријско тестирање - уклањање почетне храпавости површине трења и формирање новог, са одређеним параметрима и правцем, карактеристичним за сваку површину трења при раду мотора у режимима рада са максималним трајањем.

Увођење микрогеометријског тестирања се врши релативно брзо, док се макрогеометријско тестирање наставља на десетине и стотине хиљада сати рада. Параметар стабилизације специфичне потрошње горива (Кст.) и стабилизација количине емисије штетних материја са издувним гасовима у животну средину изабрана је као критеријум за квалитет уласка ЦПГ-а при сваком старт-у (начин учтивања). У суштини, како би се проценио квалитет и карактер тестирања пара "фиксни клипни цилиндарски пар", примењен је закон нормалне расподеле, узимајући у обзир време безбедног рада дизел-генератора у току тестова [2]. За израз Закона о нормалној расподели, да би се утврдила тачност граница рада опреме за гориво помоћу методе Монте Карло [3], узима се у обзир утицај пропуста и неједнаког убризгавања горива на циклус и цилиндри. Узима се у обзир утицај таквих фактора као што су брзина ротације, снага режима рада, време режима, контрола квалитета тестирања огледала цилиндара и др.

Савремене методе математичког моделирања (засноване на софтверу) омогућавају детаљну процену параметара који утичу на природу процеса који се јављају током скраћених тестова рада, избор критеријума за стабилизацију потрошње горива у реалном времену на сваком начину рада.

Резултати математичког моделирања различитих фактора који утичу на квалитет тестирања трења пара "клипни прстен-цилиндрични пар" са смањеним трајањем испитивања, омогућили су да се процене и контролишу утицај фактора на потрошњу горива (промена у оптерећењу услед нагле активације главног вентилатора, компресора итд.) по критеријуму стабилизације потрошње

горива (Кгест). Поред тога, изабрани критеријум за стабилизацију потрошње горива, могуће је користити као алат за избор и прилагођавање времена, на практично било који начин рада испитивања.

Избор режима тестирања, који одређују технологију скраћених пробних испитивања дизел мотора различите класе и намене, разликује се (у постојећим технологијама) широким распоном трајања и оптерећења на сваком испитивању.

Са повећањем димензије и форсирања дизела, повећава се и трајање сваког режима тестирања и трајање пробних тестова у целини [4,5]. У постојећој пракси познати су бројни начини смањења времена испитивања мотора [6-10]:

- Снабдевање у цилиндрима, заједно са ваздухом, танке абразивне прашине;
- Наношење абразивне пасте на радним површинама
- Коришћење специјалних уља за испитивање;
- Наношење покривача на површину трења
- Изрезивање делова радних површина како би се створила повећана храпавост.

Свака од ових метода има предности и недостатке, али све оне су уједињене заједничком карактеристиком - тестирање фриксионог пара "клипни прстенцилиндрични слој" која не испуњава захтеве поузданости и перформансе ЦПГ у раду. Често се у експлоатацији појављује храпавост, затварање ЦПГ-а узрокованог радом дизел локомотива на неноминалним режимима (чији удео у општем животном циклусу је 80-85%) праћен нестабилним радом апаратура за снабдевање горивом са пропустом и неједнаким убризгавањем горива у циклусима и цилиндрима.

## 2. ГЛАВНИ ДЕО

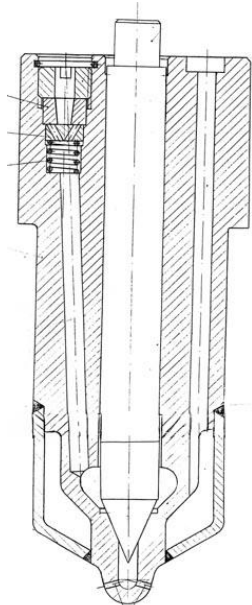
Развој методе (закона) за снабдевање горивом, без умањивања пуштања горива и неједнаког убризгавања при свим фреквенцијама ротације и оптерећења дизел локомотива. Као резултат дугог теоријског и експерименталног истраживања, аутор је развио метод (закон) за снабдевање горивом, који је имплементирао "Прскалица специјалног мотора са унутрашњим сагоревањем мотора", и који је потврђен међународним патентом ВО 2014 \ 142775А1. Предложени начин снабдевања горивом елиминише пропусте и неравномерно убризгано гориво у читавом спектру ротационих брзина и снаге дизел мотора главних и маневарских локомотива. На основу патентног метода (закона) за снабдевање горивом развијена је модерна технологија испитивања дизел мотора за дизел локомотиве.

Резултати истраживања технологија за скраћене пробне тестове дизел мотора главних и маневарских дизел локомотива су позитивни и потврђени актима увођења погона дизел-локомотиве у Дњепропетровску. Параметри и карактеристике квалитета тестирања цилиндрично-клипних дизел мотора (ЦПГ) на свим погонима фиксирани су критеријумом стабилизације потрошње горива у истраженим режимима. Стабилизацијом процеса снабдевања горивом ињектором специјалног дизајна у неноминалним режимима омогућиће се добијању контролисане дисперзије горива убризганог у цилиндар са додатком

који се раствара у њему, у пропорцијама које одговарају триболошким карактеристикама пара трења "клипно прстенасог цилиндра".

**Методологија.** Експериментална истраживања инжектора специјалних конструкција мотора са унутрашњим сагоревањем (међународни патент WO 2014 \ 142775A1 Слика 1) спроведена на одељењу 0Д80 и пуноправни дизел моторима К6С310ДР, Д80, ПДГ1М показали су да патентирани начин уношења елиминише недостатке убризгавања горива и неравномерно убризгавање на циклусима и цилиндрима у свим режимима рада дизел локомотиве. Осцилоскоп индикације радних процеса К6С310ДР дизел мотора, опремљених серијским прскалицама и прскалицама које имплементирају патентирани начин снабдевања горивом (закон), потврђују одсуство пропуста и неравномерног убризгавања горива патентираним методом.

На слици 1 приказан је запрашивач који реализује технологију методе снабдевања горивом.



**Слика 1.** Млазница специјалног дизајна мотора са унутрашњим сагоревањем (Међународни патент ВО 2014 \ 142775A1).

Метода снабдевања горива Прскалица ВО 2014 \ 142775A1 је у потпуности описана у [10] и описана од стране аутора у поступку хидродинамичког израчунавања процеса снабдевања горивом [11].

Горе наведена метода израчунавања дозвољава да се узме у обзир утицај процеса снабдевања горивом енергетске карактеристике модулисаних импулса притиска горива, помоћу којих се избацује пропуст убризгавања горива и неравномерног убризганог горива на циклусима и цилиндрима. Елиминишући пропусте убризгавања и неравномерног снабдевања горива у циклусима и цилиндрима, добијамо стабилан ток рада с квалитативним распадом на индивидуалне капљице у цилиндру мотора чија величина зависи од брзине, динамике и кинетике гашења (оксидације) капи горива у цилиндру мотора.

Претходно смо спровели студије о квалитету прскања горива са додатком који је растворен у њему 0033. Утвр-

ђено је да присуство додатка има мали утицај на кинетику сагоревања капљице горива. Да бисмо проучили механизам тестирања абразива и дисперзије (након сагоревања горива) у цилиндру дизел мотора, направили смо неке претпоставке. Претпостављамо да гориво садржи растворени тестирани адитив 0033 и убризгава се на крај такта компресије у цилиндар мотора. Истовремено, гориво се дели на капљице, од којих свака садржи одређену количину адитива, у зависности од његове концентрације у гориву. С обзиром да од тренутка настанка капљице до потпуног сагоревања, тј. тренутак формирања абразивне честице, нема директног контакта између капљица, може се претпоставити да се при сагоревању једне капљице горива у цилиндру дизела формира једна честица корунда.

На основу претпоставке могуће је извести формулу која се односи на квалитет атомизованог горива, модулацију импулса притиска горива, пречник капљице горива који садржи адитив 0033 и пречник који се формира током сагоревања честица корунде. Израчунавање формуле базирано је на математичком моделу енергетског баланса, датом у [11].

$$F_{\phi} + W_{\phi} = \frac{v_{\phi}}{af_T} \frac{dp_{\phi}}{dt} + \frac{E_T f'}{a f_T} \sqrt{2/\rho} \sqrt{F_{\phi} - W_{\phi}} \quad (1)$$

Енергија која се доводи ПНВТ карактерише импулс  $F_{\phi}$ . Пулс  $W_{\phi}$  показује како се троши ова енергија. Када се надмаши потрошња енергије  $F_{\phi} < F_{\phi} + W_{\phi}$  импулс  $W_{\phi}$  има знак плус. У овом случају не само да је потрошена енергија импулса  $F_{\phi}$ , већ и део резервне енергије запрашивача. Према томе, притисак  $p_{\phi}$  се не повећава, смањује се. При  $F_{\phi} > F_{\phi} + W_{\phi}$  када  $W_{\phi}$  има знак минус, енергија се више испоручује него што се троши.

Испоручена кинетичка енергија прелази у потенцијалну енергију  $p_{\phi}$  чији се притисак повећава и почиње да прелази у притисак у задњем делу ПНВТ везе која је била у тренутку стварања импулса

$$F_{\phi} = F(t - L/a) \quad (2)$$

$$\phi f' = \frac{6nb_{\phi}}{\sqrt{2/\rho} \sqrt{p_{\text{CP}} \text{ ВПР}}} \quad (3)$$

Стога, енергија импулса притиска убризганог горива утиче на услове распада горива у капљице. На основу изведених претпоставки, могуће је извести формулу која се односи на пречник капљице горива који садржи додаток 0033 и пречник формиран при сагоревању честице корунде

$$X = d^3 \sqrt{\frac{p_n}{p_k} \frac{k_{al}}{10^4}} \quad (4)$$

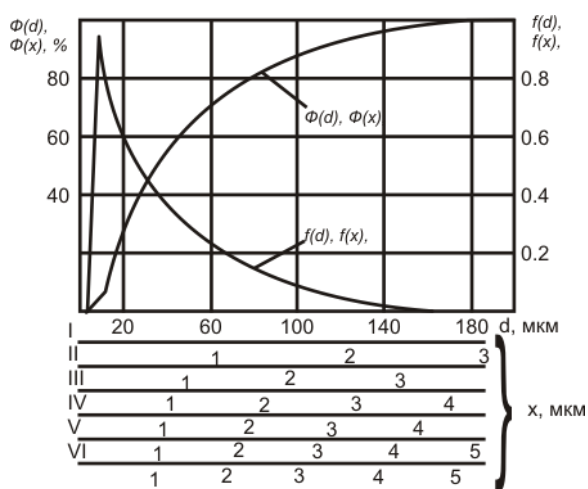
где су  $x$  и  $d$  пречници абразивне честице и капљице горива мкм,  $\rho_n$  и  $\rho_k$  густине адитива и корунда,  $t/\text{M}^3$ ;  $k_{al}$  - масивни садржај алуминијума,  $k$ -коэффициент промене масе у оксидацији алуминијума у корунду;  $K$  - масовна концентрација предњих вртова у гориву.

Заменујући у изразу (1) вредности параметара који улазе у њега, пратећи, на пример, адитив 0033, добијамо формулу погодну за практичну примену, повезујући димензије капљице горива и настале абразивне честице.

$$X = 0,0204d^3 \sqrt{k} \quad (5)$$

Преглед и анализа добијених студија о суптилности убризгавања [8,9] показују да расподела величине капљице приликом убризгавања горива у цилиндар може бити разнолика. А облик расподеле криве по густини може се описати нормативним законима о дистрибуцији. Међутим, у већини случајева то је произвољно и разликује се у стандардној теоријској дистрибуцији [8,9,12]. Димензије и расподела капљица горива мењају се у зависности од многих фактора: притиска убризгавања, геометријских параметара врха спреј млазница, густине окружења у којој се убризгава гориво и др.

Узимајући у обзир употребу хидродинамичке методе коју је израдио аутор за израчунавање процеса снабдевања горивом и горе наведеног поступка [13, 14], процењена је дисперзија састава капљица горива убризганог у цилиндар дизел мотор К6С310ДР. Резултати израчунавања приказани су на Слици 2.



Слика 2. Резултати израчунавања

Расподела величине капљица горива убризгане у цилиндру К6С310ДР дизел мотора, који садржи адитив 0033 и абразивне честице формиране као резултат сагоревања: 1,2,3,4,5, 6-К = 0,5, 1,0; 1,5; 2,0, 2,5, 3,0;

Као што се види из слике 2, при убризгавању горива које садржи адитив 0033, последња, при сагоревању, формира скуп честица различите дисперзије, у зависности од укупне концентрације адитива у гориву.

Основна маса честица има релативно мале димензије - до једне или две микроне, које попуњавају микро неједнакости пара трења клипног прстенастог цилиндра. Због тога резултати абразивног хабања којег узрокују, оне могу само смањити микро неједнакости пара трења за време тестирања.

Велике честице узрокују значајно брусно хабање и не доприносе оптимизацији висине микронеправилностима.

Према томе, може се тврдити да почетак пробних тестова треба да се спроведе са адитивима мале концентрације како би се спречило хабање. Даље, у другој фази разбијања, за његово убрзање треба користити високе концентрације адитива 0033.

### 3. ЗАКЉУЧАК

1. Предложен је метод израчунавања и графичког одређивања дисперзованог састава и дају се препоруке у потреби за оптимизацијом параметара процеса снабдевања горивом у режимима празног хода и малим оптерећењима;
2. На основу прихваћених, спроведених студија, било је могуће теоретски поткрепити квадратну зависност између хабања пара трења цилиндричног прстена фриксионог пара и концентрације предњих вртова 0033 у опсегу од 0,5-3%;
3. Добијене су зависности које омогућавају упоређивање и предвиђање резултата испитивања хабања различитог трајања са различитим концентрацијама 0033;
4. Израђена је техника израчунавања и графичког испитивања математичког модела абразивног хабања за полидисперсе, абразиве са произвољним законима о расподели величине честица;
5. Потврђена је зависност распршеног састава честица формираних током сагоревања горива са предњим вртовима 0033.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гаркунов Д.Н. Триботехника. - М: Машиностроение.1985.-424 с.
- [2] Минько Э. В. Оптимальная стойкость технических устройств. Труды ЛИАП, вып. с. 82—87.
- [3] Мальцев С.В., Королевский Ю.П. Ремонт судовых дизелей.- Г.: Пищевая промышленность,1977.-355 с.
- [4] Фарафонов М.Ф. Испытания ДВС. Виды и методы. - Челябинск.:Изд-во ЧГТУ, 1994.-335с.
- [5] Колокатов А.М., Подзоров А.Н., Соловьев А.В. Ускоренная приработка деталей ЦПГ.//Тракторы и сельхозмашины,1998.№9, с.43-45.
- [6] Гоц А., Сиверский Р.В Ключев В.А., Иванов Н.А. Выбор режимов заводской обкатки дизелей// Двигателестроение.-1984.-№ 8-С. 14-17.
- [7] Повышение качества приработки дизелей в процессе обкатки с помощью палисадник к топливу//Двигателестроение.-2000.-№ 4-С.25-26.
- [8] Нигаматов М.Х. Ускоренная обкатка двигателей после ремонта.-Г.:Колос,1984.-111с.
- [9] Физические основы процесса впрыска топлива в дизелях / И.В.Астахов // Тр. МАДИ. - 1979. - Вып. 173. - С. 37-52.
- [10] Кутовой В.А. Впрыск топлива в дизелях.- М:Машиностроение,1981.-119с.
- [11] Международный патент WO 2014\142775A1 Зонов В.Д.
- [12] Зонов В.Д. Математическое моделирование и исследования энергетических характеристик топливоподачи в форсунках специальной конструкции// Межвуз. 36. науч. работ. - Харьков:Укрдазт,2005.-ВИП.70.-С.112-122.
- [13] Фомин Ю.Я. Гидродинамический расчет топливных систем дизелей с использованием ЭЦВМ. - Г.: Машиностроение, 1973. - 144 с.

- [14] Розенблит Г.Б., Григорьев А.Л., Зонов В.Д. Анализ причин и определение условий, обеспечивающих герметичность плоского дифференциального клапана форсунки // Двигатели внутреннего сгорания. - 1999. - Вып.58. - С.82-91.
- [15] Эроценков С.А., Григорьев О.Л., Зонов В.Д. Математическое моделирование процесса топливоподачи в форсунках специальной конструкции //Зб. наук. работ. - Харьков: ХарДАЗТ, 2001. - Вип. 45. - С. 82-88.



**СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА  
ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

**MODERN MECHANISMS OF ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC EFFICIENCY  
MANAGEMENT OF GREEN CONSTRUCTION ON THE EXAMPLE OF BELGOROD  
AGGLOMERATION**

Крутилова Мария Олеговна, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Науменко Вячеслав Витальевич, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** – В статье рассмотрены основные аспекты организационно-экономического управления эффективностью на основе зеленых стандартов строительства, выделены приоритетные направления развития инженерных методик оценки экологической устойчивости инвестиционно-строительных проектов в Белгородской агломерации, закрепленные в нормативно-правовых актах Российской Федерации и законодательстве Белгородской области. Проведен обзор теоретических исследований отечественных ученых в области эффективности зеленого строительства. Выделены основные проблемы в сфере эффективного управления ресурсо- и энергоэффективностью современного экологически безопасного строительного производства.

**Ключевые слова:** Эколого-экономическая эффективность. Зеленое строительство. Экологическая сметная стоимость. Ресурсо- и энергоэффективность строительства.

**Abstract** – Research paper identifies the main aspects of organizational and economic performance management based on green building standards, identifies priority areas for the development of engineering methods for assessing environmental sustainability of investment and construction projects in the Belgorod agglomeration, which are enshrined in the regulatory acts of the Russian Federation and the legislation of the Belgorod region. A review of theoretical studies of domestic scientists in the field of green building efficiency has been carried out. The main problems in the field of effective management of resource and energy efficiency of modern environmentally safe construction production are highlighted.

**Key words:** Economic efficiency. Green building. Ecological estimated cost. Resource and energy efficiency of construction.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие рынка строительной индустрии в аспекте сохранения окружающей среды является актуальной мультидисциплинарной задачей, предполагающей совершенствование и анализ используемых и перспективных методов формирования цены на строительную продукцию, поиск новых экоориентированных решений в строительстве, что в свою очередь подразумевает переход к «зеленому строительству».

Эффективное внедрение в отечественную практику современных зеленых стандартов строительства и эксплуатации недвижимости должно строиться с одновременным совершенствованием системы сметного нормирования и ценообразования, включающим разработку и имплементацию методик определения экологической стоимости строительных ресурсов — денежного эквивалента, нанесенного их производством и

эксплуатацией, экологического ущерба и связанного с этим энергопотреблением.

Экологическая сметная стоимость ресурсов, вносимая в состав сметной стоимости строительства, позволит оценить сравнительную экономическую эффективность альтернативных проектных решений в строительстве, минимизируя, в конечном итоге, загрязнения окружающей среды и стабилизируя (улучшая) общий экобаланс.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2016 года № 1452 информация о ценах на строительные ресурсы, производимых на территории субъектов РФ, размещается в федеральной государственной информационной системе ценообразования в строительстве (ФГИС ЦС).

Белгородская область и Белгородская агломерация, в частности, активно участвует в реализации этого проекта и поддерживает концепцию устойчивого развития региона. Согласно долгосрочной целевой программе "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Белгородской области на 2010-2015 годы и целевые показатели на период до 2020 года", основными целями и задачами программы является: обеспечение устойчивого процесса повышения эффективности энергопотребления в секторах экономики Белгородской области, в том числе за счет запуска механизмов стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности в различных сферах; сохранение и расширение потенциала потребления энергоресурсов за счет сокращения неэффективного потребления энергии; формирование целостной и эффективной системы управления процессом повышения энергетической эффективности посредством развития новых институтов управления, инфраструктурных систем в сфере энергопотребления и обеспечения современного законодательного, ресурсного, институционального и информационного обеспечения деятельности по повышению энергетической эффективности.

Закон Белгородской области от 01 марта 2016 года № 58 «О развитии агломераций в Белгородской области» отводит особое место в регионе Белгородской агломерации — единому социально-экономическому инвестиционному пространству, включающему г. Белгород и населенные пункты (5 районов общим населением более 600 тыс. человек), важнейшему концентратору областной индустрии и ее строительного сектора. В условиях агломерации создан режим максимального институционального благоприятствования развитию тесных и интенсивных производственных, трудовых, культурных и научно-образовательных связей с целью формирования качественно новых условий развития экономики и ее устойчивому развитию. Это позволяет считать Белгородскую агломерацию приоритетным субъектом для исследования, формирования и развития унифицированных принципов и инженерных методик оценки экологической устойчивости инвестиционно-строительных проектов, являющихся базисом опережающего совершенствования ресурсного метода определения сметной стоимости строительства в масштабах всего государства.

Современные исследования в области экономического обоснования рационального природопользования в промышленности сосредоточены на поисках универсальных и результативных механизмов квалитметрии экологического вреда, наносимого индустриальной деятельностью и приведения его к адекватному денежному эквиваленту, на основании которого можно совершенствовать существующие и перспективные методики инвестиционного анализа в строительстве и недвижимости.

Так, вопросами единообразия натурального выражения экологического вреда в промышленности строительных материалов занимались Потапова И.Ю., Астафьева О.Е., Кондратенко Т.О., Сайбель А.В. и др. Авторами предложены комплексная методика оценки

текущего экологического вреда, наносимого деятельностью предприятия, получены алгоритмы определения прогнозных оценок ресурсопотребления отрасли, представлена инженерная методика приведения экологических выбросов предприятий к унифицированному набору загрязняющих веществ (Бугаева О.В., Михайловская Ю.С., Мензелинцева Н.В., Карапузова Н.Ю., Лактюшин В.А., Богомолов С.А. и др.). Качественному совершенствованию экономических подходов к определению стоимости овещественного в строительной продукции экологического ущерба посвящены работы Бобылева С.Н., Брылкиной А.В., Гусева А.А. Авторам удалось на основании предложенной системы критериев экологической устойчивости производственной системы провести переоценку показателей экономической эффективности предприятия и предложить основанные на этом усовершенствованные методики управления производством в кратко- и среднесрочной перспективе. Принципам и практике каталогизации экологически безопасных строительных материалов, внедрению «зеленых» технологий и совершенствованию методик добровольной экологической сертификации строительной продукции и экологическому PR посвящены исследования компании EcoStandard group, с 2015 г. выпускающей по поручению МинПрироды и Правительства России каталог экологически безопасных материалов Green Book. Вопросами развития институциональных основ государственного регулирования и стимулирования энерго- и ресурсосбережения в промышленности занимались Кожаринов А.В., Чердакова М.П. Так, рядом исследователей предложена методика оценки заявок на выполнение работ по контрактам, финансируемым из средств государственного бюджета на основании введенного показателя экологического рейтинга поставщика. Ресурсному контроллингу и вопросам эффективного управления строительным производством посвящены исследования Бенуж А.А., Родионовой И.А., Липиной С.А., Грабового П.Г. Авторами Крыгиной А.М., Поповой Н.Е. предлагается математическая модель ресурсообеспечения строительного объекта, обладающая набором необходимых системотехнических свойств, обеспечивающих ее управление и оптимизацию.

Несмотря на весомый вклад исследователей и разработчиков в исследования по промышленному экологическому мониторингу, устойчивому развитию производств и экономическому стимулированию зеленой индустрии до сих пор нерешенными и дискуссионными остаются ряд фундаментальных и прикладных вопросов в области количественной оценки и эффективного управления ресурсо- и энергоэффективностью современного строительного производства, основными из которых являются:

1. Несовершенство, недостоверность, и как следствие непопулярность в отрасли, непризнанность на законодательном уровне попыток адаптации методик количественного анализа и стоимостной оценки экологического ущерба к индустрии строительных материалов и строительной продукции.

2. Отсутствие методологии прогнозирования и регулирования экологической устойчивости строительной отрасли, невозможность ведения эффективных государственных программ озеленения строительства, вызванный этим низкий уровень экономической заинтересованности участников инвестиционно-строительного процесса и неразвитость организационных механизмов формирования и развития экологически устойчивой отраслевой среды,



стимулирующей производство, применение и совершенствование экологически безопасных строительных материалов и технологий.

В настоящее время взаимодействие экологической подсистемы предприятия с органами власти региона осуществляется по следующей схеме (рис. 1).

Рисунок 1. Схема взаимодействия экологической подсистемы предприятий с региональными структурами

Взаимодействие в этой системе следующее:

- предприятие загрязняет окружающую среду. За ущерб, наносимый окружающей среде и населению уплачивает в бюджет региона, муниципального образования плату, получая таким образом «экологическую индულгенцию»;

- за нарушение установленных норм и правил экологической безопасности предприятие платит штрафы;

- размер оплаты ущерба, установленный органами власти, объективно не соответствует объему нанесенного ущерба;

- общество неудовлетворенно размером платы за ущерб, неэффективностью процедур выплат (лица, понесшие ущерб компенсации не видят);

- органы власти ужесточают экологические ограничения, что приводит к снижению эффективности деятельности предприятия. Что в свою очередь вызывает нестабильность социальной инфраструктуры региона, т.е. формирование экологических нормативов происходит с учетом противоположных целей социальной подсистемы.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективное внедрение в отечественную практику современных зеленых стандартов строительства и эксплуатации недвижимости невозможно без создания правовой и финансовой основы, создаваемой государственной системой. Одновременно должна совершенствоваться система сметного нормирования и ценообразования на основе новых методик определения

«экостоимости» строительных материалов и «экоштрафов» — денежного эквивалента нанесенного их производством экологического ущерба и связанного с этим энергопотребления.

Актуальность введения экоштрафов лежит в аспекте программного менеджмента – управления снижением уровня загрязнения окружающей среды на законодательном уровне, предполагающего следующие мероприятия:

1. Разработка государственной программы действий на период до 2050 года по сокращению выделения углекислого газа в окружающую среду. Программа должна состоять из промежуточных этапов с целью отслеживания достигнутых показателей и корректировки направления дальнейшего развития.

2. В рамках осуществления данной программы разработка стратегии строительства различных типов зданий с низким уровнем выделения углерода.

3. Создание межведомственного коллегиального органа управления на федеральном, региональном, местном уровне с полномочиями по координации деятельности отраслевых ведомств – участников программы.

4. Создание структуры и механизма взаимодействия органов исполнительной власти и строительных компаний по обеспечению перехода на строительство зданий и сооружений с низким уровнем выделения углерода.

5. Обновление сметного программного обеспечения, учитывающего экоштрафы, в том числе при внедрении BIM технологий.

6. Внедрение методик эकोстроительства, обеспечивающих финансовую и репутационную выгоду строительных компаний их использующих.

Внедрение рассмотренных рекомендаций в практику управления в области решения экологических проблем позволит в значительной степени усовершенствовать организационно-экономические механизмы управления эффективностью зеленого строительства Белгородской агломерации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] 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 3, Ecological Challenges of the 21st Century. Сер. "3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century" 2018. С. 012127.
- [2] Крутилова М.О. Направления совершенствования экономических механизмов минимизации выбросов парниковых газов в течение жизненного цикла здания // Экономика строительства и природопользования. 2018. № 1 (66). С. 63-71.
- [3] Царев А.А., Абакумов Р.Г. Проблемы и возможности планирования в организации // Молодежь и научно-

технический прогресс Сборник докладов IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 770-772.

- [4] Чепурко Е.С., Сиденко И.В., Крутилова М.О. Анализ жизненного цикла инвестиционно-строительных проектов с позиции устойчивого развития // Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее Сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума - 2017. 2017. С. 158-160.
- [5] Avilova I, Naumov A, Krutilova M. Methodology of cost-effective eco-directed structural design // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, No 53. p. 255-261.
- [6] Крутилова М.О., Авилова И.П. Механизмы экономического стимулирования зеленых стандартов строительства и эксплуатации объектов недвижимости // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №1. С.201-207.

## НУМЕРИЧКА ИСТРАЖИВАЊА СТРЕСНО-ДЕФОРМАЦИЈСКОГ СТАЊА ПЛАСТИЧНО-БЕТОНСКОГ ЦЕВАСТОГ КРАТКОГ ШТАПА ПОД ЦЕНТРАЛНОМ КОМПРЕСИЈОМ

### NUMERICAL RESEARCHES OF THE STRESSED-STRAINED STATE OF PLASTIC TUBED CONCRETE PIER UNDER CENTRAL COMPRESSION LOAD

Долженко Александар Ваљерјевич, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*

Наумов Андреј Јевгењевич, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*

Лакетић Снежана Кареновна, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*

Лакетић Александар, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белг ул. Костјукова, 46*

**Садржај** - Полимер-бетонски цевасти (ПБЦ) стубови у савременој науци се разматрају као прогресивна конструктивна иновација. Утврђено је да се чврстоћа и крутост ПБЦ стубова значајно повећава у односу на оквирне конструкције сличних пресека и материјала, што омогућава њихово рационално пројектовање. Квалитативно објашњење очвршћавања бетонских ПБЦ конструкција је у разматрању његовог рада на условној троосној компресији, међутим, просторни рад ПБЦ није квантитативно представљен у постојећим домаћим стандардима. У многим аспектима то је због недостатка теоријских и нумеричких испитавања оваквих структурних елемената, па стога математичко моделирање и стварање инжењерских метода за израчунавање ПБЦ засноване на значајном разматрању заједничког рада цилиндричне љуске и бетонског језгра има значајан научни потенцијал. Изведено од стране аутора моделирање коначних елемената и анализа деформација и еквивалентних напона који се јављају у пресецима конструкције према Мохровој теорији чврстоће под вертикалним оптерећењем омогућавају раније да се квалитативно утврди да је носивост кратког ПБЦ стуба на јачину за 25%, а на крутост за 15% више, него једнак по запремини бетонски стуб без љуске, што омогућава да се са оптимизмом гледа на потенцијални ресурс и ефикасност иновативне конструкције. У раду је представљена квантитативна анализа стварног рада елемената кратког ПБЦ стуба базираног на основу разматрања ауторског просторног нелинеарног деформационог модела конструкције, узимајући у обзир рад бетонског језгра под триосном компресијом и заједничким радом са полимерном љуском, показује се применљивост модела за различите услове за реализацију прорачуна.

**Кључне речи:** полимер-бетон, бетонске цеви, триосна компресија, прорачун на јачину грађевинских конструкција.

**Abstract** - Plastic tubed concrete (PTC) piers are considered by modern science as a progressive constructive innovation. It is established that the strength and stiffness of the PTC piers is increased compared to the caseless structures of similar volume and concrete. This makes the design of building structures using the method rational. The increasing of PTC structures' strength under compression may be qualitatively explained by its loading under three-axis compression, but analytical methods and models to calculate the SSS parameters of the structure are not represented in the existing Russian national standards. The lack of theoretical and numerical studies of this type of structural elements is the main reason for further, mathematical modeling and engineering of PTC piers. Generally it could be done based on the considering of the joint work of the cylindrical shell and the concrete core as a main parts of PTC. In the paper the quantitative parameters of SSS during vertical loads for PTC pier were determined using FEM and analytical method according to equivalent stress in Mohr theory of failure. It was figure out the bearing capacity of a short PTC pier under central compression is 25% higher in resistibility and 15% higher in rigid-

ness than those of the caseless concrete pier equal in volume. The authors propose the mathematical model of a short PTC pier, have shown applicability of the model for different calculation process.

**Key words:** plastic tubed concrete, tubed concrete, triaxial compression, civil structures, strength calculation.

## 1. УВОД

Аутори су раније испитивали чврстоћу и деформацијске карактеристике ПБЦ елемената, који су под вертикалним оптерећењима, испуњеним тешким бетоном полипропиленске и полиетиленске цеви техничких ознака, честим у грађевинарству. Експерименталне студије са централном компресијом кратких ПБЦ стубова спољног пречника 110 мм и висином од 400 мм, испуњених бетоном класе Б15 са ручним сабијањем бетонског пуњења показале су значајно (до 35%) повећање чврстоће бетона уграђеног у цев у односу на коцкасту форму исте класе заједно са високим степеном континуитета и монолитности бетона језгра [1, 2, 3, 4].

## 2. ПРОРАЧУН ПБЦ СТУБОВА

Предлаже се да се прорачун на чврстоћу нормалних пресека ПБЦ стубова уради користећи модел нелинеарне деформације армираног бетона. Иницијални подаци за израду предложеног поступка пројектовања су:

- систем једначина који описује везу између напона и деформација за било коју тачку трансверзално-изотропног бетонског језгра у облику генерализованог Хуковог закона, али узимајући у обзир физичку нелинеарност;

- услови чврстоће бетонског језгра под компресијом обима;

- криволинијски дијаграми деформације бетона и пластике.

Ограничено стање прве групе може се десити у разматраним ПБЦ стубова у следећим случајевима:

- исцрпљеност носивости пресека;
- губитак укупне стабилности;
- локални губитак стабилности.

У првом случају, за утврђивање носивости користимо следеће предуслове:

а) за пластични оквир две хипотезе Кирхофових закона [5]:

- праволинијска и нормална на средњој површини влакана неформиране љуске остају праволинијски и нормални до деформисане средње површине и не мењају своју дужину,

- нормални напони на местима, паралелним местима средње површине су занемарљиви у поређењу са другим оптерећењима,

б) кружни и меридијски напони су константни у сваком пресеку љуске,

в) физичка нелинеарност рада бетона узима се у складу са трансформисаним троосовним дијаграмом компресије или област мешовитих напрезања бетона (слика 1),

г) физичка нелинеарност рада пластичног материјала узета је из експерименталних података (слика 2).

Бетон при раду у цеви испитује триосну компресију. Да би описали везу између напона и деформација, применили смо модел Н. И. Карпенка [6]. У процесу оптерећења, бетон губи своју континуирану структуру услед формирања микропукотина и пукотина знатне дужине у фази ломљења. У овом случају, пукотине су оријентисане дуж подручја главних напона или деформација и стога се развијају усмерено и бетон има различите физичко-механичке карактеристике у различитим правцима. На овај начин, у процесу оптерећења бетон добија још израженија ортотропна својства.

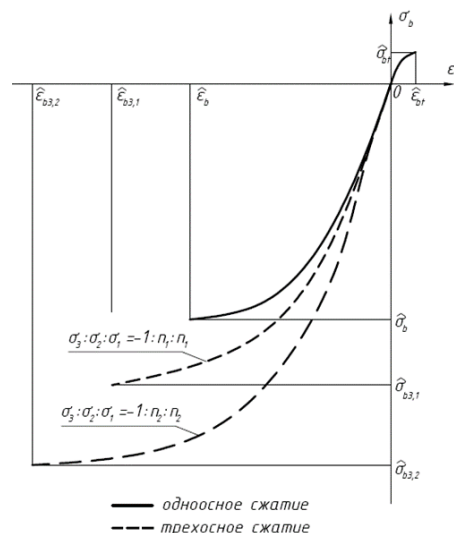
Ортотропни материјал који се налази у триосијалном стању напрезања и деформација може се описати, према [6], следећим математичким моделом:

$$\{\varepsilon\}_n = |C_b|_n \{\sigma\}_n, \quad (1)$$

где је  $\{\varepsilon\}_n$  - вектор колона релативних деформација бетона;

$\{\sigma\}_n$  - вектор колона напрезања бетона,

$|C_b|_n$  - матрица усклађености бетона.



Слика 1. Трансформисани дијаграми компресије са троосне компресије, примењеним у прорачунима.

Осе 1, 2, 3 ( $m, n, l$ ) су осе ортотропије материјала. Према класичном ортотропном моделу, коефицијенти матрице усклађености биће једнаки:

$$C_{b11} = \frac{1}{E_{b1}}; C_{b22} = \frac{1}{E_{b2}}; C_{b33} = \frac{1}{E_{b3}}; \quad (2)$$

$$C_{b12} = -\frac{\mu_{b12}}{E_{b2}}; C_{b13} = -\frac{\mu_{b13}}{E_{b3}}; \quad (3)$$

$$C_{b21} = -\frac{\mu_{b21}}{E_{b1}}; C_{b23} = -\frac{\mu_{b23}}{E_{b3}}; \quad (4)$$

$$C_{b31} = -\frac{\mu_{b31}}{E_{b1}}; C_{b32} = -\frac{\mu_{b32}}{E_{b2}}; \quad (5)$$

$$C_{b44} = \frac{1}{G_{b12}}; C_{b55} = \frac{1}{G_{b23}}; C_{b66} = \frac{1}{G_{b31}}, \quad (6)$$

где је  $E_{bi}$  — модули деформације у три главна правца ( $i=1, 2, 3$ );

$\mu_{bij}$  — коефицијенти попречне деформације (Поасон), карактеризирајући бочно ширење у компресији или контракцији због истезања, где први индекс који показује правац контракције или издужења, а други — број оптерећења који узрокују ову контракцију или издужење;

$G_{bkj}$  — модули смицања у три равни  $kj = 12, 23, 31$ , који карактеришу промену правих углова између главних праваца  $k, j$ .

За опис конкретног рада бетона, прихватићемо такву претпоставку, да се све компоненте главних напона у одређеним правцима мењају сразмерно једном параметру, тј. оптерећење је једноставно и триосно (хидростатично).

За случај триосне компресије (опсег напона) примењују се следеће везе.

Коефицијент промене секантног модула бетона, према [6], једнак је:

$$\nu_{b3} = \hat{\nu}_{b3} + (\nu_{03} - \hat{\nu}_{b3}) \sqrt{1 - \omega_{13}\eta_3 - \omega_{23}\eta_3^2}, \quad (7)$$

где је

$$\omega_{13} = 2 - 2,05\nu_{b3}, \quad (8)$$

$$\omega_{23} = 1 - \omega_{13}, \quad (9)$$

ниво главних оптерећења

$$\eta_3 = \frac{\sigma_{b3}}{\hat{\sigma}_{b3}}, \quad (10)$$

где је  $\hat{\sigma}_{b3}$  — ограничавајуће вредности напона под триосном компресијом,

$\hat{\nu}_{b3}$  — вредност коефицијента промене на тачки трансформисаног дијаграма троосовинске компресије.

Коефицијент промене на врху трансформисаног дијаграма троосовне компресије, према [6], једнак је:

$$\nu_{b3} = \nu_b \Phi_R^n \quad (11)$$

$$n \approx 1, \quad \Phi_R = \left| \frac{\hat{\sigma}_b}{\hat{\sigma}_{b3}} \right| \leq 1, \quad (12)$$

где коефицијент  $\Phi_R$  узима у обзир повећање коначних деформација бетона под триосном компресијом у поређењу са једноосовном компресијом ( $\hat{\sigma}_b = -R_{b,ser}$ ).

Коефицијент бочне деформације бетона (коефицијент Поасона)

$$\mu_{b13} = \mu_b^0 + (1 - \sqrt[3]{\hat{\nu}_{b3}}) \chi_{13}, \quad (13)$$

где  $\mu_b^0 = 0,15 - 0,2$  — почетни коефицијент попречне деформације;

$\chi_{13}$  — коефицијент, узимајући у обзир неравнотежу развоја попречних деформација у три правца главних напона ( $\chi_{13}=1$ ), прилагођавање према експерименталним подацима је могуће.

За материјал љуске имамо зависност између деформацијама и напона:

$$\varepsilon_{f2} = \frac{1}{\nu_f E_f} (\sigma_{f2} - \mu_f \sigma_{f1}), \quad (14)$$

$$\varepsilon_{f1} = \frac{1}{\nu_f E_f} (\sigma_{f1} - \mu_f \sigma_{f2}), \quad (15)$$

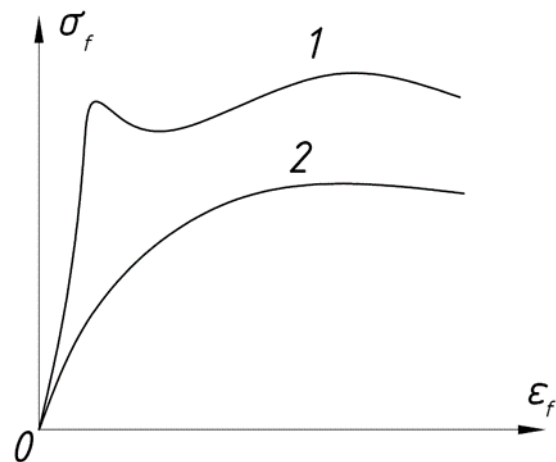
где је  $\varepsilon_{f1}, \sigma_{f1}$  — попречне (прстенасте) релативне деформације и напоне;

$\varepsilon_{f2}, \sigma_{f2}$  — подужне (меридионалним) релативне деформације и напони,

$\nu_f$  — коефицијент промене секантног модула пластике;

$\mu_f$  — коефицијент Поасона материјала љуске;

$E_f$  — модул еластичности материјала љуске.



Слика 2. Стандардни облик дијаграма истезања пластике, узете у прорачунима:

1 - материјал има јачину приноса, 2 - материјал нема јачину приноса.

Прстенасте деформације експанзије цеви од бочног притиска бетона могу се изразити кроз бочно ширење бетона:

$$\varepsilon_{f1} = \frac{1}{\nu_{b3} E_b} (\sigma_{b1} - \mu_{b13} (\sigma_{b3} + \sigma_{b1})), \quad (16)$$

овде је  $\nu_{b3}$  — коефицијент промене секантног модула бетона;

$E_b$  — почетни модул еластичности бетона;

$\mu_{b13}$  — коефицијент бочне деформације бетона (коефицијент Поасона);

$\sigma_{b3}, \sigma_{b1}, \sigma_{b1}$  — главни напони у бетонском језгру.

Размотримо рад цилиндричне љуске. Подужну релативну деформацију, која се изражава кроз напоре, можемо записати

$$\varepsilon_{f2} = \frac{1}{\nu_f E_f} (q - \mu_f R p) \quad (17)$$

где  $q$  — вертикално оптерећење које дејствује на љусци (тј. део од укупног оптерећења, које може да издржи љуска);

$p$  — унутрашњи притисак на љуску од бочног ширења бетонског језгра;

$R$  — радијус цилиндричне љуске.

Према [7, 8, 9], подужно померање једнако је:

$$u(x) = \frac{1}{\nu_f E_f} \int_0^x \left( \frac{q}{t} - \frac{\mu_f R p}{t} \right) dx + g(s) = \frac{1}{\nu_f E_f} \left( \frac{q}{t} - \frac{\mu_f R p}{t} \right) x + g(s) \quad (18)$$

овде је  $g(s)$  — произвољна функција општег решења хомогеног система диференцијалне једначине равнотеже љуске [7, 8].

При  $x = 0$

$$u(0) = 0, \quad g(s) = 0.$$

При  $x = L$

$$u(L) = \frac{1}{\nu_f E_f} \left( \frac{q}{t} - \frac{\mu_f R p}{t} \right) L \quad (19)$$

Пошто је померање бетона и пластичне љуске при  $x=L$  једнако, онда је —

$$\frac{1}{\nu_f E_f} \left( \frac{q}{t} - \frac{\mu_f R p}{t} \right) L = \varepsilon_{b3}; \quad L = \frac{1}{\nu_{b3} E_b} (\sigma_{b3} - \mu_{b13} (\sigma_{b2} + \sigma_{b1})) L \quad (20)$$

и, значи, релативне деформације пластичне љуске и бетонског језгра су једнаке (барем, мали пораст).

Тада је

$$\varepsilon_{f2} = \varepsilon_{b3} \quad (21)$$

$$\frac{1}{\nu_f E_f} (\sigma_{f2} - \mu_f \sigma_{f1}) = \frac{1}{\nu_{b3} E_b} (\sigma_{b3} - \mu_{b13} (\sigma_{b2} + \sigma_{b1})) \quad (22)$$

Како је притисак од љуске на бетон:

$$\frac{\sigma_{f1} t}{R} = -\sigma_{b1} = -\sigma_{b2} \quad (23)$$

тада, додавањем услова равнотеже, добијамо следеће односе који описују рад ПБЦ

$$\frac{1}{\nu_f E_f} (\sigma_{f2} - \mu_f \sigma_{f1}) = \frac{1}{\nu_{b3} E_b} \left( \sigma_{b3} + 2\mu_{b12} \frac{\sigma_{f1} t}{R} \right) \quad (24)$$

$$\frac{1}{\nu_f E_f} (\sigma_{f1} - \mu_f \sigma_{f2}) = -\frac{1}{\nu_{b3} E_b} \left( \frac{\sigma_{f1} t}{R} + \mu_{b13} (\sigma_{b3} - \frac{\sigma_{f1} t}{R}) \right) \quad (25)$$

$$N = \sigma_{b3} A_b + \sigma_{f2} A_f \quad (26)$$

овде је  $A_b$  — површина бетона;

$A_f$  — површина љуске;

$t$  — дељина љуске.

Решавањем једначина 23, 24, 25 добијамо:

$$\sigma_{f1} = \frac{N}{k_1 A_b + k_2 A_f} \quad (27)$$

$$\sigma_{f2} = \frac{N}{\frac{k_1}{k_2} A_b + A_f} \quad (28)$$

$$\sigma_{b3} = \frac{N}{A_b + \frac{k_2}{k_1} A_f} \quad (29)$$

где се коефицијенти  $k_1, k_2$  траже по формулама

$$k_1 = \frac{(\mu_{b13} + 2\mu_{b12}\mu_f - 1)\alpha_f \frac{t}{R} + \frac{\nu_{b3}}{\alpha_f \nu_f} (\mu_f^2 - 1)}{\mu_f - \mu_{b13}} \quad (30)$$

$$k_2 = \frac{[(2\mu_{b12} + 1)\mu_{b13} - 1] \frac{\alpha_f \nu_f}{\nu_{b3}} \frac{t}{R} + \mu_{b13} \mu_f - 1}{\mu_f - \mu_{b13}} \quad (31)$$

$$\alpha_f = \frac{E_f}{E_b} \quad (32)$$

У крајњем стању, када се бетон ломи под триосном компресијом, коефицијент промене  $\nu_{b3}$  ће достићи вредност на врху дијаграма  $\hat{\nu}_{b3}$ , а оптерећења његових крајњих вредности под триосном компресијом ће бити —  $\hat{\sigma}_{b3}$ .



Тада услове на чврстоћу за елементе можемо записати:

$$N \leq (A_b + \frac{k_2}{k_1} A_f) k_3 R_b \quad (32)$$

$$\frac{N}{k_1 A_b + k_2 A_f} \leq R_f \quad (33)$$

$$\frac{N}{\frac{k_1}{k_2} A_b + A_f} \leq R_{fc} \quad (34)$$

где је  $N$  — израчуната подужна сила од спољашњег оптерећења,

$R_b$  — прорачун отпора бетона на аксијалну компресију,

$R_f$  — прорачун отпора материјала цеви на еластичност,

$R_{fc}$  — прорачун отпора материјала цеви на компресију,

$k_{1-3}$  — коефицијенти узимајући у обзир троосовну компресију бетона.

У табели 1 су приказане вредности коефицијената  $k_3$ ,  $\mu_{b13}$ ,  $\mu_{b12}$ ,  $\nu_b$ ,  $\mu_{b13}$ ,  $\mu_{b12}$ ,  $\hat{\nu}_b$  за цеви од полипропилена.

**Табела 1.** Значење коефицијената  $k_3$ ,  $\mu_{b13}$ ,  $\mu_{b12}$ ,  $\nu_b$ ,  $\mu_{b13}$ ,  $\mu_{b12}$ ,  $\hat{\nu}_b$  за ПБЦ са цевима од полипропилена.

Класа бетона	B15
Коефицијент $k_{13}$	1,15
Коефицијент $\mu_{b13}$	0,5
Коефицијент $\mu_{b12}$	0,5
Коефицијент $\hat{\nu}_b$	0,181

Да би проверили добијене једначине, извршићемо прорачун носивости по материјалу ПБЦ стубова пречника 110 мм, унутрашњег пречника зида од 5 мм, од бетона класе B15 ( $R_b = 8,5$  МПа). Материјал цеви — полипропилен са следећим физичко-механичким карактеристикама:  $R_f = 4,0$  МПа,  $R_{fc} = 4,0$  МПа,  $E_p = 300$  МПа;  $\mu_f = 0,42$ ,  $\nu_f = 0,5$ .

$$k_1 = \frac{(\mu_{b13} + 2\mu_{b12}\mu_f - 1)\alpha_f \frac{t}{R} + \frac{k_3 \hat{\nu}_b}{\alpha_f \nu_f} (\mu_f^2 - 1)}{\mu_f - \mu_{b13}} = \frac{(0,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 - 1) \cdot 0,0417 \frac{5}{55} + \frac{1,15 \cdot 0,181}{0,0417 \cdot 1,0} (0,42^2 - 1)}{0,42 - 0,5} = 51,389$$

$$k_2 = \frac{[(2\mu_{b12} + 1)\mu_{b13} - 1] \frac{\alpha_f \nu_f t}{k_3 \hat{\nu}_b R} + \mu_{b13} \mu_f - 1}{\mu_f - \mu_{b13}} = \frac{[(2 \cdot 0,5 + 1) \cdot 0,5 - 1] \frac{0,0417 \cdot 1,0 \cdot 5}{1,15 \cdot 0,181 \cdot 55} + 0,5 \cdot 0,42 - 1}{0,42 - 0,5} = 9,875$$

Коначна носивост бетонског језгра биће:

$$N_{ult} \leq (9503 + \frac{9,875}{51,389} 1806) \cdot 1,15 \cdot (-8,5) = -9,6254 \cdot 10^4 \text{ Н} = -96,25 \text{ кН}$$

Напони у цеви у тренутку ломљења бетона:

$$\frac{N_{ult}}{k_1 A_b + k_2 A_f} = \frac{-96254}{51,389 \cdot 9503 + 9,875 \cdot 1806} = 0,19 \text{ МПа} \leq R_f = 4,0 \text{ МПа}$$

$$\frac{N_{ult}}{\frac{k_1}{k_2} A_b + A_f} = \frac{96254}{\frac{51,389}{9,875} 9503 + 1806} = 1,88 \text{ МПа} \leq R_{fc} = 4,0 \text{ МПа}$$

Чврстоћа цеви је обезбеђена.

Као алтернативни математички модел, користићемо методу коначних елемената (МКЕ).

Оценићемо рад бетонских цеви при заједничком раду бетонског језгра и пластичне љуске (то јест, померање љуске и бетона на инструменту за мерење су исти). Материјали језгра и љуске раде у еластичној фази.

Обрачуната цилиндрична љуска има висину од 400 мм, унутрашњи пречник  $2R = 100$  мм, дебљина зида  $t = 5$  мм. Материјал је полипропилен са еластичним модулом

$E = 300$  МПа и коефицијентом Поасона  $\mu_f = 0,42$ . Материјал језгра је узет из бетона са иницијалним модулом еластичности  $E_b = 24000$  МПа и коефицијентом Поасона  $\mu_b = 0,2$ .

Вертикално оптерећење је 20 кН.

Прорачун се врши у ЛИРА програмском комплексу (слика 3). Елементи љуске су моделирани универзалним четвороугаоним коначним елементом љуске КЕ 44. Елементе бетонског језгра моделујемо универзалним просторним изопараметарским коначним елементом КЕ 34 са шест чворова.

$$\text{— за подужне напоне, } \sigma_{f2} = \frac{N}{A} = \frac{-1650}{1650} = -1,00 \text{ МПа,}$$

$$\text{— за прстенасте напоне, } \sigma_{f1} = \frac{pR}{t} = \frac{1 \div 50}{5} = 10,00 \text{ МПа}$$

где је  $A = \pi((R+t)^2 - R^2) = 3,142 \cdot (55^2 - 50) = 1650 \text{ мм}^2$  — површина попречног пресека љуске, подужна померања су једнака

$$u(400) = \frac{1}{\nu_f E_f} \left( \frac{q}{t} - \frac{\mu_f R p}{t} \right) L = \frac{1}{1 \cdot 1190} (-1,00 - 0,42 \cdot 10,00) \cdot 400 = -1,75 \text{ мм.}$$

$$\text{Површина бетона } A_b = \pi R^2 = 3,1416 \cdot 50^2 = 7854 \text{ мм}^2.$$

Површина попречног пресека љуске

$$A_f = \pi((R+t)^2 - R^2) = 3,142 \cdot (55^2 - 50) = 1650 \text{ мм}^2.$$

$$\text{Коефицијент редукације } \alpha_f = \frac{E_f}{E_b} = \frac{1190}{24000} = 0,04958.$$

Коефицијенте  $k_1, k_2$  у еластичној фази материјала налазимо по формулама:

$$k_1 = \frac{[(1 + \mu_f)\mu_b - 1] \frac{t}{R} + \frac{1}{\alpha_f} (\mu_f^2 - 1)}{\mu_f - \mu_b} = \frac{[(1 + 0,20) \cdot 0,42 - 1] \frac{5}{50} + \frac{1}{0,04958} (0,20^2 - 1)}{0,20 - 0,42} = 88,23,$$

$$k_2 = \frac{[\mu_b(2\mu_b + 1) - 1] \frac{t}{R} + \mu_b \mu_f - 1}{\mu_f - \mu_b} = \frac{[0,42 \cdot (2 \cdot 0,42 + 1) - 1] \cdot 0,04958 \frac{5}{50} + 0,42 \cdot 0,20 - 1}{0,20 - 0,42} = 4,169.$$

Прстенаста и подужна оптерећења у љусци, уједно, су једнаки-

$$\sigma_{f1} = -\frac{N}{k_1 A_b + k_2 A_f} = -\frac{-20000}{88,23 \cdot 7854 + 4,169 \cdot 1650} = 0,029 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{f2} = \frac{N}{\frac{k_1}{k_2} A_b + A_f} = \frac{-20000}{\frac{88,23}{4,169} 7854 + 1650} = -0,119 \text{ МПа}.$$

Главни напони у бетонском језгру ће бити:

$$\sigma_{b3} = \frac{N}{A_b + \frac{k_2}{k_1} A_f} = \frac{-20000}{7854 + \frac{4,169}{88,23} 1650} = -2,521 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{b1} = \sigma_{b2} = -\sigma_{f1} \frac{t}{R} = -(0,029) \frac{5}{50} = -0,0029 \text{ МПа}.$$

Резултати упоредне анализе стања напрезања и деформација са ПБЦ стубовима по безмоментној теорији љуски и МКЕ, који показују блиску конвергенцију аналитичких и нумеричких решења задатка, дати су у табели 2.

Табела 2. Резултати нумеричких испитивања.

№	Назив индикатора	Нумеричке вредности добијене израчунавањем по:		Конвергенција аналитичких и нумеричких решења задатка, %
		безмоментној теорији	МКЕ	
1	Подужна померања, мм	-1,75	-1,77	1,1%
2	Главни напони у бетону $\sigma_{b3}$ , МПа	-2,517	-2,356	6,8%
3	Главни напони у бетону $\sigma_{b2}$ , МПа	0,0033	0,0031	6,5%
4	Подужни напони $\sigma_{f2}$ , МПа	-0,139	-0,130	6,9%
5	Прстенасти напони $\sigma_{f1}$ , МПа	-0,033	-0,031	6,5%
6	Главни напони у бетону $\sigma_{b3}$ , МПа	-2,521	-2,360	6,8%
7	Главни напони у бетону $\sigma_{b2}$ , МПа	-0,0029	-0,0028	3,6%
8	Подужни напони $\sigma_{f2}$ , МПа	0,029	0,027	7,4%
9	Прстенасти напони $\sigma_{f1}$ , МПа	-0,119	-0,111	7,2%

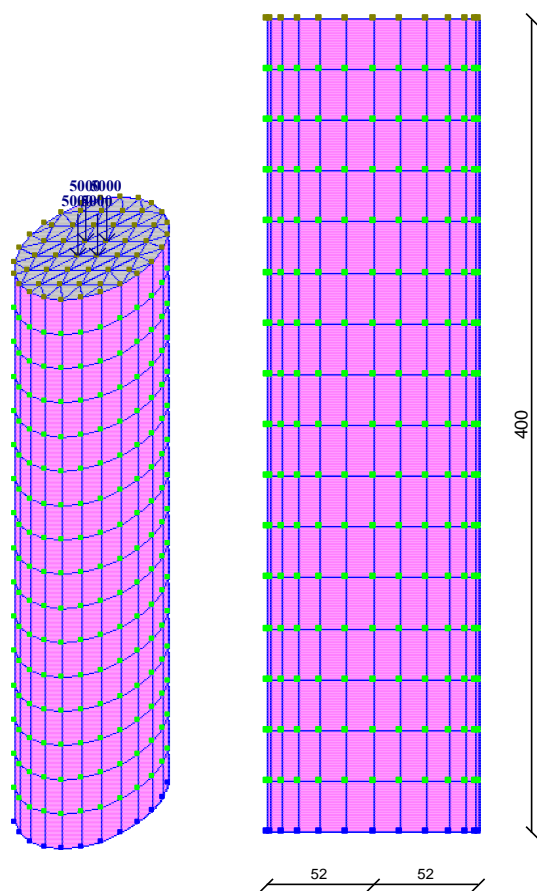
### 3. ЗАКЉУЧАК

На основу изведених коначних елемената и аналитичких испитивања стања напрезања и деформација кратког ПБЦ стуба, може се закључити да предложено аналитичко решење од стране аутора заједничког разматрања услова рада елемената конструкције према безмоментној теорији заједно са експериментално добијеним деформативним индикаторима материјала конструкције са инжењерском тачношћу идентично је нумеричкој вредности добијеној методом коначних елемената.

Аналитичко решење, које дозвољава у широком опсегу варијацију стварних особина материјала конструкције и флексибилно узимајући у обзир факторе њеног стварног рада, дозвољава довољно за пројектантску праксу да поуздано одреди прорачуне померања и напоне кратких ПБЦ стубова, што отвара велике могућности за рационално пројектовање ПБЦ стубова зидних елемената и структура [10], индивидуализирајући њихове пројектне параметре узимајући у обзир положај у згради и фази животног циклуса објекта, параметрирајући зидне елементе на основу ПБЦ типских пројеката зграда и структура у савременим БИМ програмима и значајно смањује сложеност и цену не само пројектантских, већ и грађевинских радова на објекту.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шевченко А.В., Наумов А.Е., Долженко А.В. Эффективные трубобетонные конструкции для индивидуального жилищного строительства// Экономика, наука, производство: Сборник научных трудов №28 – М.: Издательство «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», 2015. с. 40—42.



Слика 3. Модел коначних елемената кратких ПБЦ стубова

- [2] Шевченко А.В., Долженко А.В., Наумов А.Е., Исследование прочности трубобетона в пластмассовых трубах на центральное сжатие // Актуальные вопросы образования и науки: сборник научных трудов по материалам международной научно—практической конференции. Часть 4. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания ЮКОМ», 2015, с. 172—175.
- [3] Dolzhenko A., Naumov A., Shevchenko A., Kara K. Experimental Study of Actual Operation of Plastic Tube Concrete Constructions // *Advances in Engineering Research*, 133, 2017. p.p.175—180.
- [4] Dolzhenko A., Naumov A., Shevchenko A. Bearing capacity and rigidity of short plastic-concrete-tubal vertical columns under transverse load // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 327, 2018.
- [5] Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем, М., 1963. 984с.
- [6] Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона.— М.: Стройиздат, 1996.416 с.
- [7] Филин А.П. Элементы теории оболочек. Изд. 2-е, доп. и перераб.- Л.: Стройиздат, 1975. 256 с.
- [8] Уманский А.А. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Издание второе, в двух книгах, т. 1. Москва, 1972г.
- [9] Уманский А.А.. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Издание второе, в двух книгах, т.2. М.: Стройиздат, 1973. 416с.
- [10] Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М.: Стройиздат, 1978. 239 с.

**УЛОГА РЕГИОНАЛНИХ ИНОВАЦИОНИХ СИСТЕМА У СТРАТЕГИЈИ  
СОЦИЈАЛНОГ-ЕКОНОМСКОГ РАЗВОЈА БЕЛГОРОДСКОГ РЕГИОНА ДО 2025.  
ГОДИНЕ**

**THE ROLE OF REGIONAL INNOVATION SYSTEMS IN THE STRATEGY OF  
SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF BELGOROD REGION BY 2025**

Викторија Николајевна Рјапухина, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов,*  
*Белгород ул. Костјукова, 46*

Анастасија Васиљевна Смољникова, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов,*  
*Белгород ул. Костјукова, 46*

**Садржај** - Познато је да повећање социјално-економског стандарда живота у регионима јесте обавезни услов за стабилни раст и напредак целокупне националне економије. Данас иновације постају јединствена основа за стабилни развој и тржишну конкурентност. На основу глобалних тенденција можемо да тврдимо да се интензивни развој брже остварује у оквиру организованих и комплетних иновационих система како на нивоу земље тако и на нивоу региона. Белгородска област у Русији данас је један од најуспешнијих и најразвијенијих региона и због тога може да се узме као репрезентативни пример ефикасне организације иновационих система територија. У нашем раду ми смо разматрали елементе тог система који су описани у „Стратегији социјално-економског развоја Белгородске области до 2025. године“, која је основни документ који одређује правце развоја Белгородског региона. Дати документ садржи агенду планираних и реализованих програма и пројеката, одређује циљеве и задатке, а такође, укључује и детаљну анализу тренутног стања економије области и њених конкурентских предности, и податке о развоју економије региона. У циљу разраде проблема развића регионалних иновационих система ми смо анализирали схеме односа елемената у оквиру Белгородског регионалног иновационог система, а такође и описали састав и механизме његовог функционисања.

**Кључне речи:** иновациони развој, иновациони систем, регионална економија, Белгородска област

**Abstract** - It is known that an increase in the socio-economic standard of living in the regions is a mandatory condition for stable growth and progress of the entire national economy. Today, innovations become a unique basis for stable development and market competitiveness. On the basis of global tendencies we can claim that intensive development is faster realized within organized and completed innovation systems, both at the country level and at the regional level. The Belgorod region of Russia today is one of the most successful and most developed regions and can therefore be taken as a representative example of an efficient organization of the innovation systems of the territory. In our work we have considered the elements "Strategy of social and economic development of the Belgorod region until 2025", which is the most important and basic document that determines the directions of development of the Belgorod region. The given document contains the agenda of the planned and implemented programs and projects, defines the goals and tasks, and also includes a detailed analysis of the current state of the economy of the region and its competitive advantages, and data on the development of the region's economy. In order to solve the problem of development of regional innovation systems, we analyzed the proposed scheme of element relations within the framework of the Belgorod Regional Innovation System, and also described the composition and mechanisms for its functioning.

**Key words:** innovation, innovation system, regional economy, Belgorod region

## 1. УВОД

Најважнији и основни документ који одређује правце развоја града Белгорода и Белгородског региона је „Стратегија социјално-економског развоја Белгородске области до 2025. године“ (у даљем тексту Стратегија) [2], која садржи агенду планираних и реализованих програма и пројеката, одређује циљеве и задатке, а такође, укључује и детаљну анализу тренутног стања економије области и њених конкурентских предности, и податке о развоју економије региона. „Стратегија социјално-економског развоја Белгородске области до 2025. године“ базирана је на Програму побољшања квалитета живота становништва области и представља један од елемената система државног планирања Белгородске области, укључујући комплекс управљачких докумената и правних актова прописаних органима државне власти у циљу ефикасног управљања, омогућавања раста БДП-а, капитализацију имовине и повећање степена благостања грађана [3]. У датом документу су пројекти основних праваца економског и социјалног развоја територије и избор најефикаснијих начина за достизање постављених циљева менаџерских решења, који су пре свега усмерени на решавања социјалних питања, обезбеђивање балансираног раста економије и повећање нивоа и квалитета живота становништва [1, 6]. Стратегија је разрађена за маркирање орјентира у социјално-економском развоју области, изражених у достигнућима и консолидацији лидерских позиција и стварању услова и механизма који омогућују брз темпо развоја економије, формирање комфорног окружења за живот човека, и духовну добробит Белгородаца. У нашем раду ми смо разматрали елементе Стратегије, који се тичу проблема развића регионалних иновационих система (у даљем тексту РИС) и анализирали предложене схеме у Стратегији, описујући састав и механизме функционисања иновационих система.

## 2. ОСНОВНИ ДЕО

Стратегија је обиман програмски документ, који се налази на преко 200 страна која је јавно доступан на веб страници регионалне администрације као и на специјализованим сајтовима [9, 10, 11]. Циљ разраде овог документа јесте да је потребно да се постигне нови квалитет економског раста заснован на развоју иновативног потенцијала региона. У том смислу, задатак је дефинисан као нужна интервенција регионалне Владе [8], у области политике усмерене на подстицање иновативне активности регионалних организација и пружање државне подршке у процесу стварања и увођења иновација, промовисање и ангажовање интелектуалне својине у трговински промет. У савременим условима, прелазак на иновативни тип развоја на фону јачајуће глобализације руске привреде, постаје основа за обезбеђивање конкурентности економије региона. У настојању да створе повољан друштвени амбијент, и услове за ефикасно остваривање људског потенцијала, као и да осигурају квалитет живота становништва, регионалне власти раде на развоју ефикасног РИС-а [7].

"Концепт дугорочног друштвено-економског развоја Руске Федерације до 2020. године" (у даљем тексту

Концепт) описује уравнотежен друштвено-економски развој региона, усмерен на стварање повољних услова за реализацију потенцијала сваког региона, тако и издвајање појединих подручја, узимајући у обзир њихове конкурентске природне предности и природне ресурсе [4, 5]. На основу наведених теза, Концепт повезује развојне приоритете конститутивних субјеката Руске Федерације који су лоцирани у Централно-Црноземској зони, са коришћењем њихове базе природних ресурса. Главни приоритети су иновативни вектор развоја рударске и металуршке индустрије (коришћење нових технологија које повећавају продуктивност и квалитет производа); раст агроиндустријског комплекса заснованог на коришћењу савремених технологија за узгој и прераду пољопривредних производа, укључујући производњу биогорива, ширење тржишта прехранбених производа, изазвану потражњом највећих центара за потрошњу; унапређење транспортне и логистичке инфраструктуре (инфраструктурне основе за развој спољне трговине, повећање нивоа повезаности саобраћаја између самих региона и са агломерацијом у Москви, и развоја железничке комуникације до државне границе Руске Федерације са Украјином, за прекограничну сарадњу и интеграцију у глобалну економију). У складу са одредбама Стратегије, "РИС је савремени институционални систем за генерисање, дистрибуцију и коришћење знања, и имплементацију знања у нове производе, технологије, услуге, у свим сферама друштва" (слика 1).



Слика 1. Регионални иновациони систем

Стратешки циљеве развоја РИС-а регије Белгород су: стварање иновативне, социјално оријентисане регионалне економије; постизање дугорочне конкурентности региона (на домаћем и иностраном тржишту) ради убрзаног развоја традиционалне и високотехнолошке индустрије са могућношћу производње високотехнолошких производа; раст научног, техничког и извозног потенцијала. РИС ствара повољно вањско окружење и формира интерне подстицаје за раст људског капитала, технолошку модернизацију традиционалних индустрија и развој нових привредних сектора. Изградња РИС-а заснива се на потенцијалу међусобног односа моћи, образовања, науке са иновацијском инфраструктуром (Слика 2).



Слика 2. Модел међусобних веза сектора РИС-а кроз иновациону инфраструктуру

Ефективно функционисање РИС-а у складу са одређеним циљевима у региону у средњорочном и дугорочном периоду постићи ће се кроз имплементацију следећих области: развој иновацијске инфраструктуре, модернизација традиционалних индустрија и развој високотехнолошких индустрија нове економије, развој конкурентног научно-образовног комплекса, обука и преквалификација иновативно оријентисаних кадрова за секторе регионалне економије, иновативни развој социјалних сектора, информациона подршка развоју иновационог окружења.

### 3. ЗАКЉУЧАК

Да би се развило институционално окружење које погодује иновацијама, укључујући комерцијализацију и правну заштиту резултата истраживања и развоја, као и међусобног преноса резултата постојећих научних и техничких кретања, неопходне су следеће мере:

- развој технополиса, мрежа технолошких паркова, индустријских паркова, пословних инкубатора, научних и технолошких центара финансираних из федералних и регионалних буџета и ванбуџетских средстава;
- развој институција за интелектуалну својину у региону;
- обезбеђивање приступа предузећима и организацијама изворима финансирања иновативних активности помоћу рада улагачких фондова, фондова приватног капитала, организација бизнис-инкубатора
- стварање информационог и комуникационог окружења између програмера технолошких иновација, правних, саветодавних организација, владиних агенција, предузећа;
- стварање у региону професионалних организација специјализованих за израду квалификованих бизнис планова и маркетиншких програма за иновативне пројекте, укључујући извозно оријентисане, као и ангажовање на финансирању коришћењем механизма јавно-приватног партнерства, савезних програма за промоцију активности у научно-техничкој сфери;
- привлачење на територију региона као резидента технополиса, технолошких паркова и индустријских паркова домаћих и међународних компанија способних да убрзаку технолошку обнову опреме предузећа у региону;
- стварање координационих већа и посебних института који ће удружити (повезати) индустријска предузећа,

органе власт, и научно и образовни комплекс како би се постигли специфични циљеви иновативног развоја.

Да би модернизовали традиционалне индустрије и развили високо технолошке секторе нове економије, планирају се следеће мере:

- стварање повољних услова за убрзање увођења перспективних технологија у предузећа традиционалних индустрија и стварање високотехнолошких индустрија заснованих на гранама нове економије, укључујући стварање услова за развој малих и средњих иновативних предузећа;
  - стварање система центара за техничку ревизију који вреднују и прате пројекте истраживања и иновација, као и сертификацију у складу са међународним стандардима;
  - подржати формирање високотехнолошких кластера предузећа и организација;
  - помоћ регионалним предузећима у организовању производње и промоцији високотехнолошких производа на домаћем и страном тржишту кроз регионалне и међурегионалне програме;
  - подршка иницијативама за стварање малих и средњих иновативних предузећа, консалтинга, организационе подршке иновативним пројектима, подучавању основама предузетништва, специфичностима иновативног пословања;
  - развој интеграционих процеса и стварање мрежних организација, удружења и синдиката малих иновативних предузетништва, формирање иновативне заједнице, популаризација успешног искуства, посебно међу младима;
  - смањење административних баријера у стварању средњих и малих предузећа, поједностављење приступа предузећа земљишним ресурсима и индустријској својини, енергетској инфраструктури и другим ресурсима.
- Да би се развила конкурентност научно-образовног комплекса, планирају се следеће активности:
- кориштење резултата рада научних школа у региону и Руске Федерације за стварање у региону у наредном периоду економије знања;
  - опремање истраживачких организација, иновационих центара и универзитета са најмодернијом опремом и инсталацијама, стварањем центара за колективну употребу;
  - формирање услова за пружање образовања који задовољава савремене међународне стандарде, засноване на интеграцији универзитета и истраживачких института, првенствено у области образовања студената и стварања тржишта висококвалификованих радних мјеста;
  - повећање учешћа обучених стручњака у систему основног, средњег, вишег стручног образовања за иновациону економију;
  - повећање доступности образовања;
  - стварање услова за међурегионалне и међународне контакте учесника у иновационим активностима;
  - подржати организовање и вођење националних и међународних конференција, семинара и других облика комуникације.
- Како би се осигурало спровођење обуке и преквалификације особља усмереног ка иновацијама за секторе регионалне економије, неопходно је спровести следеће мере:

- развој на пољу континуираног образовања, потенцијала програма пост-дипломских обука и преквалификације, као и стварање нових програма који пружају свеобухватну обуку и преквалификацију специјалиста за потребе иновативне економије;

- формирање кадровских резерве иновацијске економије, њен развој и одржавање као основе за дугорочну конкурентност белгородске привреде;

- стимулација за савладавање страних језика, значајан пораст у броју радника, посебно менаџера, који поседују знање једног или више страних језика, као мере спремности за развој иновативних.

У правцу развоја иновација социјалне сфере биће спроведено: развој социјалне инфраструктуре, пружање комфорног начина живота становништву региона уз помоћ иновација и унапређења иновативности сектора услуга.

Последњи правац РИС-а је иновацијско-пропагандна подршка развоју иновационог система, чија реализација је могућа кроз: развој иновативног размишљања и креативности становништва и стварање свести о високој вредности иновативног „понашања“ становништва.

Главни правци транзиције руске економије на иновативни друштвено оријентисани тип развоја су циљни „бенчмарк“ Белгородског округа, укључујући: хуман развој; стварање високо конкурентног институционалног окружења које подстиче предузетничке активности и привлачи капитал у привреду; структурна диверзификација привреде на основу иновативног технолошког развоја; консолидација и проширење конкурентских предности у традиционалним областима (пољопривредни сектор, прерада природних ресурса); ширење и јачање економских положаја у иностранству, повећање ефикасности учешћа у све-руској и светској подели рада; прелазак на нови модел просторног развоја привреде.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] «Основные направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 г.» [утверждены Правительством РФ от 05.08.2005 г., № 2473п-П7].

[2] «Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года» [утверждена Постановлением Правительства Белгородской области от 25 января 2010 года № 27-пп].

[3] Закон Белгородской области от 1 октября 2009 г. № 296 «Об инновационной деятельности и инновационной политике на территории Белгородской области».

[4] Постановление Правительства РФ от 24.07.1998г. № 832 «О Концепции инновационной политики Российской Федерации на 1998-2000 г.».

[5] Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р (ред. от 08.08.2009) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»).

[6] Решение совместного заседания Совета безопасности РФ и президиума Государственного совета РФ по вопросу: «О политике Российской Федерации в области развития национальной инновационной системы» [протокол № 1 от 24.02.2004 г.].

[7] Благополучие для всех – лозунг сегодняшнего дня! [Отчет Губернатора Белгородской области Е.С. Савченко об итогах социально-экономического развития Белгородской области в 2010 году]. Изд-во: ООО «Константа», Белгород, 2011. 44 с.

[8] Губернатор и правительство Белгородской области [сайт]. URL: <http://www.belregion.ru>. Дата обращения: 30.10.2018 г.

[9] Инновационный портал Белгородской области [сайт]. URL: <http://innovation.derbo.ru>. Дата обращения: 30.10.2018 г.

[10] Официальный сайт компании «Консультант Плюс» [сайт]. URL: <http://www.consultant.ru>. Дата обращения: 30.10.2018 г.

[11] Портал «Наука и инновации в регионах России» [сайт]. URL: <http://regions.extech.ru>. Дата обращения: 30.10.2018 г.

## ИНТЕГРАЦИЈА БИЗНИС ПАРКИНГА (БП) У ПАМЕТНЕ ГРАДОВЕ INTEGRATION OF BUSINESS PARKING (BP) IN SMART CITIES

Немања Лакетић, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*  
Александар Лакетић, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*  
Викторија Хлусова, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*  
Полина Давиденко, *Белгородски државни технолошки универзитет им. В.Г. Шухов, Руска Федерација, Белгород ул. Костјукова, 46*

**Садржај** - У овом раду се разматра интеграција бизнис паркинга, као савременог пословног простора, који даје велике могућности за развој нових технологија, у Паметне градове који су засновани на интеракцији информационих и комуникационих технологија (ИКТ) и Интернет ствари (IoT – Internet of things). Одређене су групе људи које су заинтересоване за развијање концепције Паметног града, као и избора квалитетног пословног пространства, које пружа Бизнис паркинг

**Кључне речи:** Паметни градови. Бизнис паркинг. Бизнис парк. Пословни простор. Имплементација концепције “паметног града”. Оптимална локација. Пословне зграде.

**Abstract** - In this article considered with the integration of business parking as a modern business space, which provides great opportunities for the development of new technologies, in smart cities based on the interaction of information and communication technologies (IKT) and Internet of Things (IoT). Certain groups of people are chosen that are interested in developing the concept of smart city, as well as the choice of quality office space, that provides Business parking.

**Key words:** Smart Cities. Business parking. Business Park. Business space. Implementation of the concept of "smart city". Optimal location. Business buildings.

### 1. УВОД

Паметан град је инфраструктура заснована на интеракцији информационих и комуникационих технологија (ИКТ) и Интернет ствари (IoT – Internet of things) и намењена за управљање градском имовином.

Основни принцип “паметног града” је интеграција информационих технологија и објеката IoT у урбано окружење. [1]

Циљ стварања “паметног града” је побољшање квалитета живота уз помоћ информационе технологије града ради побољшања ефикасности услуга и задовољавање потреба становника.

ИКТ омогућавају градским властима да директно имају интеракцију са заједницама и градским инфраструктурама. Док су у међувремену, главни адути града: људи, процеси и технологије.

### 2. ПАМЕТНИ ГРАД

Примењивање технологија “паметног града” развија се са циљем побољшања управљања градским токовима и брзог одговора на сложене задатке, као што су:

Директна интеракција градских власти са становницима, заједницама и градском инфраструктуром; Побољшање квалитета, продуктивности и интерактивности градских служби; Смањење трошкова и потрошње ресурса; Управљање мрежом јавног превоза; Управљање отпадом.

Ово је омогућено захваљујући коришћењем сензора интегрисаних у реалном времену, прикупљањем података од становника града и уређаја, који се обрађују и анализирају.

Прикупљене информације су кључ за решавање проблема неефикасности. [2]





Слика 1. Паметни град.

Због тога “паметан град” је више припремљен да решава проблеме, него са једноставним “оперативним” ставом према својим грађанима.

Сектори који побољшавају технологију “паметног града” укључују комуналне услуге, управљање градским транспортним мрежама, рационалним коришћењем енергије и воде, здравствену заштиту, иновативну пољопривреду и управљање отпадом. [3]



Слика 2. Кључни објекти концепције паметног града.

Насељени пунктови “су постали паметнији” релативно недавно – напредак је настао услед ширења брзих интернетских веза и увођења интернет ствари.

У Белгороду се већ дуго говори о концепту реализације пројекта “Паметни град” . Недавно је град започео рад на остваривању идеје “паметног града” везаних за транспортну мрежу града .

Концепт таквог града је теоретски корелат перспективног развоја Белгорода кроз урбанизацију и изградњу на претходно неразвијеним територијама. [4]

Међу приоритетним секторима којима је потребна интелектуална модернизација су државна управа, градска инфраструктура и привреда. Главни правци развоја ових сектора су представљени у табели 1.

Табела 1 - Најважнији правци развоја “паметног града”

Иновативна економија	Градска инфраструктура	Државна управа
Иновације у индустрији, кластерима, подручјима града	Транспорт	Административне услуге грађанима
Паметна радна снага: образовање и запошљавање	Енергетика/ Комуналне услуге	Представничка и директна демократија

Стварање високотехнолошких компанија	Заштита животне средине / безбедност	Услуге за грађане: квалитет живота
--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

Након испитивања шта чини и представља урбана заједница, какве су њене географске границе, како она ступа у интеракцију са територијом Белгородске области и делимично градом Белгородом, предлажемо да започнемо интелектуалну модернизацију правца Иновативне економије стварањем Бизнис паркинга, новог формата комерцијалних некретнина на субурбанизованим територијама.

Добро развијена инфраструктура и јединство концепта и територије решавају проблем недостатка квалитетне понуде пословног простора, што доводи до фазе децентрализације пословног тржишта.

Сврнисходно формирање нових креативних кластера, привлачењем станара, стварање нових тачака раста града је кључ за развој привреде. [5]

### 3. КО ЈЕ ЗАИНТЕРЕСОВАН ЗА СТВАРАЊЕ ПОСЛОВНИХ ПАРКОВА, КАО КОНЦЕПТ ЗА РАЗВОЈ “ПАМЕТНОГ ГРАДА”?

Предности “паметног града” су усмерене, пре свега, на становништво, на побољшање услова живота. Стога, погодна локација, доступност превоза, слободно радно време и развијена инфраструктура могу привући грађане и изазвати интересовање за стварање таквих бизнис паркова.

У међувремену, држава је заинтересована за производњу квалификованог особља и развој различитих сфера делатности;

градска управа – има циљ растеређења централних делова града од моторног саобраћаја, смањивањем миграције радног становништва, децентрализацијом тачака развоја града и развојем обећавајућих области;

инвеститори - у обећавајуће инвестиције и широк избор потенцијалних пословних партнера;

предузетници малих и средњих предузећа - у приступачним ценама изнајмљивања, великим радним подручјима, помоћним услугама и пословној подршци, широком избору потенцијалних пословних партнера, пружању правних адреса, и олакшица приликом опорезивања. [6]

### 4. КАКО ИМПЛЕМЕНТИРАТИ КОНЦЕПЦИЈУ “ПАМЕТНОГ ГРАДА”?

Главна идеологија бизнис парка је приступачност, производљивост, једно хомогено окружење и развијена инфраструктура која мотивише запослене да проводе више времена на територији бизнис парка.

На избор одговарајуће локације утичу фактори као што су: коришћење великих површина унутар бизнис парка; стварање “зелене” територије за удобан рад, као контраст “каменој дунгли”; природна атмосфера и обиље зелених површина далеко од густо изграђених зграда,

што позитивно утичу на емоционално стање запослених и њихову продуктивност; доступност транспорта. [7-9]

Брзо повећање производних капацитета, без дугог чекања на изградњу виталних објеката, без обзира на облик учешћа, подразумева присуство примарне инфраструктуре, што заузврат помаже привлачењу инвеститора и стана.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Државне структуре требају да раде на побољшању онкурентности капитала, како финансијског, тако и интелектуалног и људског.

“Паметан град” би требао бити еколошки прихватљив, сигуран, енергетски интензиван, отварајући широке могућности и пружајући најудобнији начин живота. У том смислу, концепт стварања бизнис паркинга је оптималан за интелектуалну модернизацију неких индустрија, брзи одговор на сложене задатке и боље управљање градским ресурсима који доприносе развој “паметног града”.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Интернет-ресурс:  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4..](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4..)
- [2] Интернет-ресурс: <https://robo-sapiens.ru/stati/10-samyih-umnyih-gorodov-mira/>.
- [3] Интернет-ресурс:  
<https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=124536>.
- [4] Белгород как «Умный город»: от идеи к дорожной карте. 2014 / Боженев С. А., Данакин Н. С., Харченко К. В. 1. Экономика и управление. С.81-87.
- [5] Лакетич С.К., Лакетич А., Лакетич Н., Наумов А.Е. Бизнес паркинг (БП) – концепција стварања и планирања пословног простора у Белгородској области (Русија) и избора оптималне локације за из-

градњу БП/ Business parking (BP) - concept of creating and planning business space in the Belgorod region (Russia) and choosing an optimal location for building BP. “ZBORNIK RADOVA” VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA - NIŠ, DECEMBER, NIŠ-2017. С. 155-157.

- [6] Лакетич Н., Лакетич А., Лакетич С.К., Чечель И.П. Бизнес-паркинг как вариант формирования бизнес-пространства и идеология привлечения работоспособного населения. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2018г.
- [7] Лакетич Н., Лакетич А., Лакетич С.К. Концепция создания бизнес пространств - бизнес паркингов (БП) в Белгородской области: критерии сравнительной оценки для выбора оптимальной локации БП. В сборнике: Международный студенческий строительный форум-2017 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2017. С. 376-380.
- [8] Лакетич Н., Лакетич А., Лакетич С.К. Концепция создания бизнес пространств – бизнес паркингов (БП) в Белгородской области: критерии сравнительной оценки для выбора оптимальной локации БП. Международный студенческий строительный форум-2017 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Ноябрь. Белгород, 2017. С. 376-380.
- [9] Лакетич Н., Лакетич А., Лакетич С.К. Методические аспекты эффективного бизнес-паркинга в г. Белгороде. Научно-практический семинар кафедры экспертизы и управления недвижимостью «Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики», 17 октября 2017 г.

**ОСНОВЫ РАСЧЕТА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФЕРМЫ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО СТВОЛА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОЕКТНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ STRUCTURE CAD: ОПЫТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ «МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЫСОТНОЕ ЗДАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО ТИПА В Г. НОВОСИБИРСК»**

**OSNOVE PRORAČUNA METALNE REŠETKE I ARMIRANO BETONSKE MONOLITNE CEVI METODOM KONAČNIH ELEMENATA U PROGRAMSKOM KOMPLEKSU STRUCTURE CAD: ISKUSTVO ZAVRŠNOG DIPLOMSKOG RADA “MULTIFUNKCIONALNE VIŠESPRATNE JAVNE ZGRADE KINETIČKOG TIPA U GRADU NOVOSIBIRSKU“**

Лакетич С.К., БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация  
Лакетич А., БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация  
Солодов Н.В., БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация  
Коренькова Г.В., БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация  
Крючков А.А., БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация  
Долженко А.В., БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород, Российская Федерация

*Аннотация* - В рамках выпускной квалификационной работы С.К. Лакетич был разработан проект многофункционального высотного здания кинетического типа, в ходе которого были предложены новые методы и технологии производства строительно-монтажных работ, применены новейшие разработки в области строительства и произведен расчет модели и конструкций здания в программно-вычислительных комплексах. Автором дипломного проекта было получено два патента на систему канализации подобных зданий, а также опубликован ряд статей.

**Ключевые слова:** кинетическая архитектура, высотное здание, многофункциональное здание, программно-вычислительный комплекс, конструкция, модель, расчет, патент, коробчатый фундамент, ствол жесткости, металлические фермы, каркасная система.

**Sadržaj** – U okviru završnog diplomskog rada S.K. Laketić bio je razrađen projekat multifunkcionalne višespratne zgrade kinetičkog tipa, tokom kojeg su predložene nove metode i tehnologije izvođenja građevinskih i montažnih radova, primenjena su najnovija dostignuća i urađen je proračun modela i konstrukcija zgrade u programskom kompleksu. Autor diplomskog rada dobio je dva patenta za sistem kanalizacije takvih zgrada, a takođe su objavljivani i niz naučnih radova.

**Ključne reči:** kinetička arhitektura, višespratna zgrada, multifunkcionalna zgrada, programski kompleks, konstrukcija, model, proračun, patent, kombinovani temelj u obliku kutije, krutost cevi, metalne rešetke, skeletni sistem.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа С.К. Лакетич предусматривала разработку проекта многофункционального 33-х этажного высотного здания кинетического типа, форма которого постоянно меняется, приспособляясь к солнцу и ветру. В проекте была учтена возможность использования природной энергии и динамический метод строительства, позволяющий возводить здание из сборных элементов, что значительно сокращает сроки строительства.

## 2. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ

В качестве основной несущей конструкции здания была принята ствольная конструктивная система, воспринимающая нагрузки и воздействия, содержащая вертикальный пространственный стержень – ствол жесткости на всю высоту здания, передающий все нагрузки и воздействия на фундаменты основания. [1,2]

Каждый этаж – отдельный сегмент, не имеющий связей с последующими и предыдущими этажами. Этажи наве-

шиваются на центральный неподвижный ствол, образуя подвижные консоли. [3]

Статические надземные этажи в проекте представлены каркасной конструктивной схемой, несущие элементы – колонны, сечением 400х200 мм.

Этажи подземного паркинга и техническое подполье запроектированы в пространстве коробчатого фундамента.

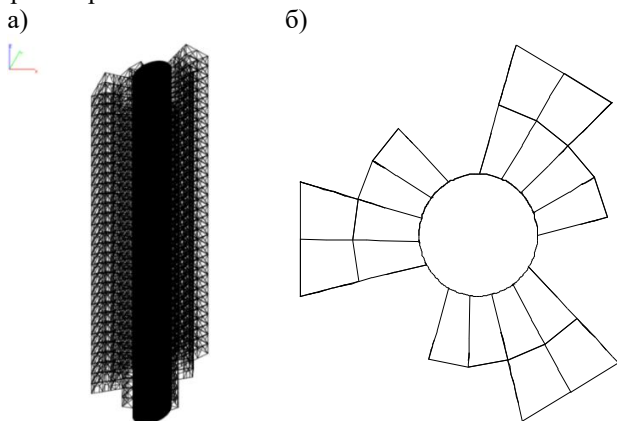
Проектом было предусмотрено выполнение расчета наиболее нагруженной фермы металлокаркаса типового этажа, железобетонного ствола здания, фундаментной плиты основания и расчет свай под монолитный ствол здания.

### 3. РАСЧЕТ В ПРОЕКТНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Расчетная модель метода конечных элементов представляет собой собранный каркас здания, состоящий из модели ствола и моделей металлокаркаса этажа (ферм).

Расчет производился с помощью проектно-вычислительного комплекса Structure CAD 11.5. Он реализован как интегрированная система прочностного анализа и проектирования конструкций на основе метода конечных элементов и позволяет определить напряженно-деформированное состояние конструкций от статических и динамических воздействий, а также выполнить ряд функций проектирования элементов конструкций [4].

Расчетная модель составлялась на основе чертежей Архитектурно-строительного раздела выпускной квалификационной работы, с соблюдением геометрических размеров конструкций, мест их расположения и с точным указанием мест приложения нагрузок (см. рис.1). Фермы запроектированы на типовой этаж.



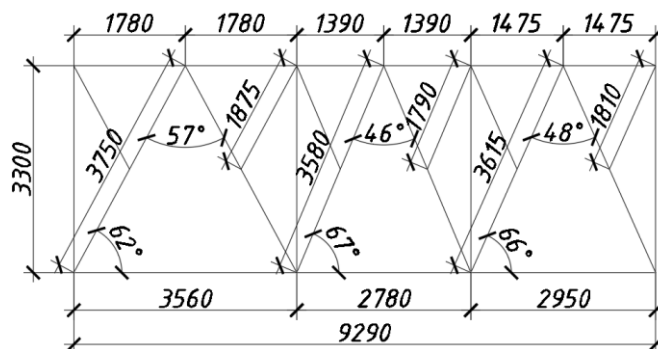
**Рисунок 1.** Расчетная модель метода конечных элементов: а - главный вид; б - вид сверху.

В ходе расчета назначаем 5 признак схемы (6 степеней свободы в узле).

Тип конечного элемента стержневых конструкций (фермы, рамы) – 4 (стержень пространственной фермы); 5 (пространственный стержень).

Типы конечных элементов для ствольной конструкции – 42 (универсальный треугольный КЭ оболочки); 44 (универсальный четырехугольный КЭ оболочки).

Жесткостные параметры сечений назначаем исходя из архитектурных и конструктивных соображений [5].



**Рисунок 2.** Геометрическая схема наиболее нагруженной (рассчитываемой) фермы

Для расчета принимаем наиболее нагруженную ферму, геометрическая схема которой представлена на рисунке 2 и железобетонный монолитный ствол. Соединение элементов ферм в узлах принимаем жесткими.

По характеру очертания ферма Ф-1 запроектирована с параллельными поясами. Тип опирания - консоль.

После приложения нагрузок генерируется таблица РСУ (расчетные сочетания усилий), где указывается знак переменной и взаимоисключаемость загружений. При этом необходимо выбрать невыгодные сочетания усилий, создающие максимальные упругие напряжения в характерных точках или на характерных площадках конечных элементов.

Автоматически формируются новые загрузки. Производится автоматизированный расчет модели и анализ полученных данных.

Расчет фермы заключается в подборе требуемого сечения, и определения устойчивости сжатых элементов в плоскости и из плоскости фермы, и проверки растянутых элементов на прочность.

Для осуществления подбора сечения металлопроката в программном комплексе SCAD, после произведенного расчета и графического анализа необходимо создать и назначить группы конструктивных элементов, где им присваиваются определенные коэффициенты расчетной длины и предполагаемые сечения металлопроката.

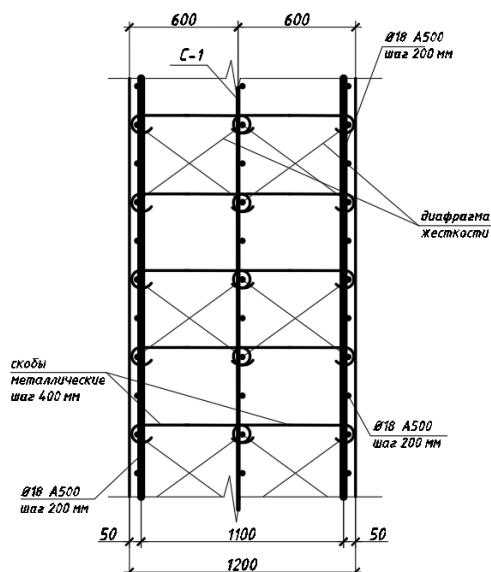
Любые из первоначально заданных параметров конструктивных элементов или групп конструктивных элементов (включая состав входящих в них конечных элементов) могут быть изменены в процессе экспертизы и подбора.

В данном случае, для фермы Ф-1 были назначены такие группы конструктивных элементов как: ВП – верхний пояс фермы; НП – нижний пояс фермы; Стойка; Раскос; Опорный раскос; Шпренгель; Опорный шпренгель.

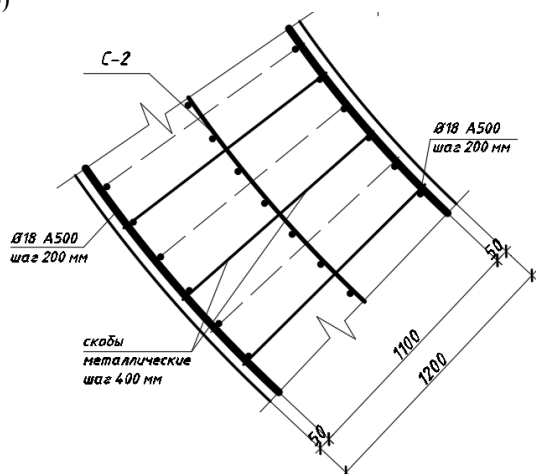
После назначения групп конструктивных элементов создаются группы унификации для проверки сечений, производится расчет (проверка несущей способности конструктивных элементов). Проверка выполняется для всех сечений элементов, входящих в конструктивный элемент или группу конструктивных элементов, по каждому фактору РСУ (расчетное сочетание усилий). Ре-

подбора сечения отражается в значении коэффициента использования каждого из элементов фермы – стержнях. Унификация производится по наиболее нагруженному элементу группы.

а)



б)



результатом является наибольшее значение каждого фактора, определяющего несущую способность элемента. Правильность

**Рисунок 3.** Схема армирования монолитного железобетонного ствола: а – продольный разрез ствола; б – поперечный разрез ствола.

В ходе проведенного анализа и подбора сечений металлокаркаса здания принимаем соединения поясов из широкополочных двутавров и раскосов, стоек и шпренгелей из ЗГСП впритык.

Расчет армирования монолитного железобетонного ствола производится в программе комплекса SCAD посредством постпроцессора, предназначенного для подбора арматуры в железобетонных элементах по предельным состояниям первой и второй групп.

Постпроцессор работает как в режиме подбора арматуры железобетонного сечения, так и в режиме проверки заданного армирования. Исходными данными для работы постпроцессора являются: геометрия армируемого сече-

ния; расчетные сочетания усилий; информация о марке бетона, классе арматуры, расстояние до центра тяжести арматуры и т.п. [6].

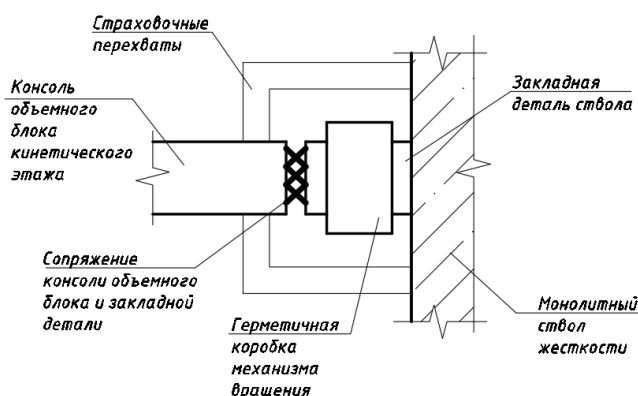
Результатом работы постпроцессора являются площади "размазанной" арматуры, а также количество и площадь сечения (для пластин – диаметры) арматурных стержней.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного анализа рассчитываемой в программе конструкции ствола, в продольном направлении принимаем два ряда армирования стены рабочими стержнями Ø18 арматурой класса А500 с шагом 200 мм и сетками С-1 и С-2 между ними, поскольку толщина ствола 1200 мм. В поперечном направлении приняты стержни Ø18 арматурой класса А500 с шагом 200 мм, а также скобы с шагом 400 мм, связывающие два ряда поперечной арматуры с арматурой сетки С-1, и диафрагмы жесткости между связывающие скобы в шахматном порядке. Бетон принят самоуплотняемый высокопрочный класса В60. Схема армирования представлена на рисунке 3 [7-8].

В местах крепления консолей к стволу производится местное усиление арматурной сеткой С-3 [9].

Конструкция узла представляет собой шарнирное соединение консольной части с металлокаркасом объемного блока этажа и монолитным железобетонным стволом жесткости. Шарнир, обеспечивающий подвижность соединения, находится с закрытом контуре – коробке с масляным раствором и заземлен рельсовыми направляющими. Узел запроектирован таким образом, чтобы в случае выхода механизма из строя сохранялась возможность его замены. В данный момент идет подготовка документации к оформлению заявки на патент по данному сопряжению конструкций, в связи с этим приводится только принципиальная схема решения узла сопряжения (см. рис. 4).



**Рисунок 4.** Принципиальная схема решения узла сопряжения кинетической и статической частей сооружения.

Разработанный проект многофункционального кинетического здания является единственным в своем роде [10].

В ходе проектирования было написано и получено два патента на здание кинетического типа: патент на изобре-

тение № 2650538 и патент на полезную модель № 17760, а также опубликован ряд статей по теме ВКР [11].

Разработка данного проекта вне ВКР продолжается, осуществляется подготовка пакета документации для подачи ряда новых патент.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Цуркина С.К., Солодов Н.В. Кинетическая архитектура в современном строительстве и возможность реализации «движения» в зданиях/ VIII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство» - Белгород 2016.
- [2] 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 RADOVA» Visoka tehnička škola strukovnih studija – Niš. Decembar, 2017.
- [3] 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.
- [4] Расчетные модели и возможность их анализа / А. В. Перельмутер., В.И. Сливкер. Киев, Изд-во «Сталь», 2002. – 600 с.: ил.
- [5] Учебное пособие. SCAD Office. Шаг за шагом / Кардаенко А.П. – СанктПетербург, проектно-строительная компания «КАПроект», 87 стр.
- [6] А.И. Габитов, А.А. Семенов. Железобетонные конструкции. Курсовое и дипломное проектирование с использованием программного комплекса SCAD: Учебное пособие. – М.: Издательство СКАД СОФТ. Издательство АСВ, 2012 – 280 с.
- [7] Тихонов И.Н., Мешков В.З., Расторгуев Б.С. «Проектирование армирования железобетона» - М.2015 - 276 с.
- [8] И.Н. Тихонов. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. Пособие по проектированию. – М.: ФГУП НИЦ «Строительство». НИИЖБ им. А.А. Гвоздева. ЗАО «КТБ НИИЖБ». Москва. 2007 - 170 с.
- [9] Серия 2.440-2. В2. Узлы стальных конструкций производственных зданий. Узлы покрытий
- [10] Snežhana Tsurkina, Aleksandar Laketich. Кинетическая архитектура в современном строительстве и возможность реализации «движения» в зданиях/ «ZBORNIK RADOVA» VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA STRUKOVNIH STUDIJA – NIŠ. DECEMBAR, 2016.
- [11] Цуркина С.К., Гольцов А.Б. Подвижная система водоснабжения и водоотведения/ VIII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство» - Белгород 2016.

## ЭКСТРАВАГАНТНОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО: МИГ СЮЖЕТА EXTRAVAGANT ARCHITECTURAL SPACE: MOMENT OF PLOT

Ирина Першина, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.  
Диана Чернышева, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород.

**Аннотация** – Тенденция развития проблемы пространства в современных архитектурных теоретических концепциях обнаруживает особые формы представления этого пространства, обозначает себя символической формой культуры. Одной из пространственных форм выделяется конструкция анаморфоза, созданная таким образом, что в результате оптического смещения некое метрическое построение, недоступное поначалу для восприятия как таковое, складывается в легко прочитываемый образ. Являясь одним из видов иллюзии, особым образом истолковывает апперцепцию архитектурного пространства. В статье рассматривается творческий вклад Феличе Варини в архитектурное пространствопонимание.

**Ключевые слова:** Архитектурное пространство, анаморфоза, пространствопонимание, разорванная перспектива, иллюзии пространства.

**Abstract** - The tendency of development of the problem of space in modern architectural theoretical concepts reveals special forms of representation of this space, designates itself as a symbolic form of culture. One of the spatial forms is distinguished by the construction of anamorphosis, created in such a way that, as a result of optical displacement, a certain metric construction, which is inaccessible at first for perception as such, is formed into an easily readable image. Being a type of illusion, it interprets in a special way the apperception of the architectural space. The article discusses the creative contribution of Felice Varini to the architectural space of understanding.

**Key words:** Architectural space, anamorphosis, space understanding, torn perspective, illusions of space.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Среди имеющегося множества толкований пространственных форм и множества различных концепций архитектурного пространства [1], выделяется своей яркостью и практически ориентированным эмоциональным воздействием анаморфоз. Обычно анаморфирование осуществляется специальными оптическими системами, такие системы содержат цилиндрические линзы или зеркала, а также зеркала разных форм. Анаморфозы, предназначенные для цилиндрических сферических зеркал, называются катоптрическими. Анаморфозы, которые дают правильное изображение при наблюдении с помощью стеклянного многогранника, называются диоптрическими. Если анаморфозы нарисованы так, что они дают правильные изображения без помощи всяких инструментов при наблюдении их лишь с известного пункта, то они называются оптическими. Для создания иллюзий используется технический прием под названием «трюмплей»: зрителю кажется, что изображенный объект находится в пространстве, в то время как в действительности он нарисован на плоскости.

Предопределение пространственными аспектами архитектуры этой формы применения сегодня служит началом математических исследований в области архи-

тектуры. При помощи чертежных проекций можно создать зависимость очертания форм в архитектуре от геометрических особенностей пространства. Анаморфное пространство попадает под классическое определение архитектурного пространства, сформулированное А.В.Иконниковым [2]: «Под архитектурным пространством понимается, как таковая преобразованная часть окружающего, которая гармонически сформирована материальными пространственными элементами». Анаморфное пространство представляет собой эстетическую ценность, которая воспринимается человеком, как психологический аспект.

Синтетический характер анаморфозной композиции, как науки, не связан с проектированием архитектурного объекта и со сложившейся архитектурной средой. Она, как калька ложится поверх неё, преобразая и подчиня себе архитектурное пространство. Образуя взаимосвязь с ним на уровне психологического восприятия. Эта взаимосвязанность подтверждается на примерах известных объектов общекультурного и архитектурного развития цивилизации.

Свой вклад в развитие анаморфного пространства внесли Леонардо да Винчи, Джованни-Батиста Пиранези, Ганс Гольбейн Младший, Иштван Орос, Франсуа Абела-

ни, Стефан Пабст, Бернард Прас, Джулиан Бивер, Автар Сингх Вирди, Лучо Фонтана.

Оптические иллюзии использовали еще в искусстве Древней Греции и Рима. Новый всплеск интереса к изучению законов перспективы и их использованию для создания иллюзий пришелся на эпоху Возрождения: прекрасные примеры троплея — фрески Андреа Мантеньи и Андреа Поццо.

Приемы анаморфоза широко используются с 16 века при росписи потолков помещений для создания иллюзии уходящего ввысь пространства над головами людей. С появлением цифровой фотографии и компьютерного моделирования идеи анаморфоза получили дальнейшее развитие. «Иллюзия является душой искусства» [3].

Одними из работ, восполняющими геометрические иллюзии, являются проекты швейцарского художника Феличе Варини. Его творчество — это исследование путей развития абстракционизма в архитектурном пространстве. Рассмотренные графические примеры показывают, что интуитивная возможность видеть или чувствовать объективные закономерности, свойственно акту художественного творчества.

Искусство Варини оригинально еще и тем, что создается по принципу оптического анаморфоза, то есть, изображение, которое изначально воспринимается как дробное и разобщенное, при определенном местонахождении, складывается в целостное восприятие. Удовольствие состоит в наблюдении за тем, как образ неожиданно появляется из ничего поначалу не говорящей формы.

## 2. АНАМОРФОЗА ФЕЛИЧЕ ВАРИНИ

Кредом Феличе Варини является масштабная оптическая живопись, привычные человеку треугольники, круги и квадраты, а вместо холста — городская архитектура. В работе он использует яркие, локальные цвета — только красный, синий и желтый для того, чтобы усиливать визуальный эффект. Подобный выбор художника объясняется еще тем, что: пространство, где создаются инсталляции, имеет свою собственную форму и цвет. Получается, что природа и архитектура — соавторы иллюзий художника.



**Рисунок 1.** Архитектурное пространство, воспринимаемое со «случайной» точки зрения.

Посредством рисования Варини открывает как для себя, так и для пользователя архитектурного пространства что-то новое, с помощью чего можно совершенствовать мир. Художник считает, что можно «проходить» сквозь любой «объект», наблюдать за ним с разных сторон. В итоге получая то, что нужно (рис.1-2).



**Рисунок 2.** Архитектурное пространство, воспринимаемое с «нужной» точки зрения.

«На первый взгляд, работы Варини похожи на бесформенные линии, беспорядочно разбросанные в пространстве. Но стоит выбрать правильный ракурс, и весь этот хаос неожиданно превращается в прекрасный образец модерн-арта. Тогда можно с восторгом рассматривать идеальные по форме круги или восхищаться изометрически витиеватыми фигурами», — это вступление к любой презентации творчества известного мастера, которое вкратце отражает особенности оптического исполнения геометрической анаморфозы.

Если внести в существующую архитектуру новые штрихи, основываясь на работах Феличе Варини, то можно заметить, насколько она приобретет космический и непередаваемый облик.

Перед тем, как создать очередной урбанистический шедевр, Феличе Варини делает множество эскизов или компьютерных моделей. Создание одной картины, оверхед-проекторов или трафаретных лазерных проекторов — занимает около недели [4].

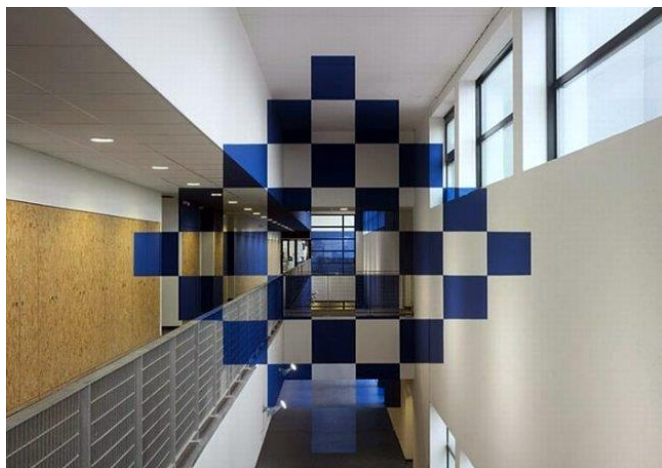
Использование множественных архитектурных техник приводит к новейшим видам искусства, которые играли бы значительную роль в жизни современного человека.

Направление абстракционизма также является неисчерпаемым источником идей для воплощений новых образов. При помощи абстрактной геометрии Варини добивается эффекта визуального уменьшения (рис.3) или расширения пространства (рис.4), увеличения плотности (рис.5-6), создания иллюзии материального разграничения пространства (рис.7-8), умышленного искажения пространства (рис.9).

Главная особенность техники художника — разорванная перспектива: он рисует на разных объектах разрозненные линии, которые складываются в единую



двухмерную картину, только если посмотреть на них с определенной точки зрения.



**Рисунок 3.** Уменьшенное архитектурное пространство.

С пространством у Феличе особенные отношения. Его художественный замысел будто накладывается двухмерной плоскостью на трехмерное. Работу художника можно оценить в целом только с одной точки. Она является точкой отсчета системы координат Феличе.

Художник работает не для себя. Тщательно выбирая пространственную точку, откуда зритель будет наблюдать его работу, Феличе определяет уровень зрительского восприятия. Обычно точка располагается на уровне глаз сидящего или стоящего человека.

Впрочем, как говорит Феличе, его работы можно оценивать не с единственной точки обзора. Нанося свои цветные линии, полосы, геометрические объекты на пространство, он осознает, что точек зрения может быть много, как много людей с их индивидуальным восприятием искусства.



**Рисунок 4.** Увеличенное архитектурное пространство.

Анаморфоз Феличе Варини создан средствами, усиливающими эмоциональную выразительность произведения. Достаточно ёмко такой подход к архитектурной задаче отражён в ставшей крылатой фразе признанного мастера архитектуры К.Мельникова – «Архитектор должен играть на глазе зрителя, как музыкант играет на слухе». Невозможно отрицать значительную роль зрительного восприятия при разыгрывании архитектурных про-

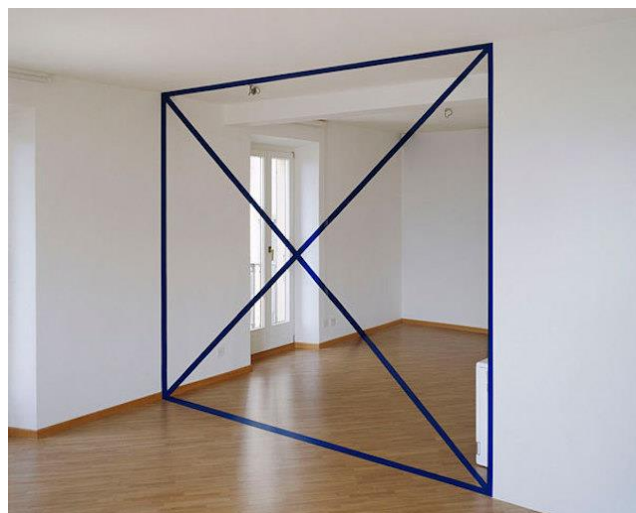
странственных форм, но надо заметить, что визуальная информация – лишь одно из условий для того, чтобы человек решился сделать первый шаг в пространство [5].



**Рисунок 5.** Увеличение плотности пространства. «Нужная» точка зрения.



**Рисунок 6.** Увеличение плотности пространства. «Случайная» точка зрения.



**Рисунок 7.** Иллюзия материального разграничения пространства. «Нужная» точка зрения.



**Рисунок 8.** Исчезновение разграничения пространства. «Случайная» точка зрения.



**Рисунок 9.** Умышленное искажение пространства. «Нужная» точка зрения.

Творчество Варини «мотивирует архитекторов учёных, исследователей, практиков к поиску и разработкам новых решений и форм образований архитектурных пространств и включением анаморфоза в среду города» [6].

### 3. ВЫВОД

Изложенная структурная модель анаморфной формы архитектурного пространства включает основные звенья, определяющие её функционирование. Она отображает специфику и динамику преобразованной среды, существовавшей до наложения на неё «кальки» анаморфозы. Процесс проектирования взаимодействия одного с другим, позволяет предопределять силу эмоционального впечатления и прогнозировать широкий спектр явлений и процессов, которые могут произойти в сфере зодчества. «Данный способ существования архитектурного пространства может быть определён термином «эстетическая видимость» [7].

В настоящее время пространство иллюзий вызывает всё больший интерес. Одним из самых грандиозных мероприятий, имевший большой успех, можно назвать выставку анаморфных картин 15 южнокорейских художников "2012 Magic Art Special Exhibition", состоявшейся в 2012 году в Гуанчжоу (Китай). Нарисованные тени и определенные точки просмотра создали впечатления объема картин, а участие зрителей в формировании композиций создали дополнительный эффект их реалистичности. По словам организаторов выставки, экспозиция носила 4D-характер.

Для точного понимания смысла и роли отличий современных подходов в архитектурном проектировании от традиционных, необходимо выявлять их отношение к базовым архитектурным понятиям, определяющим роль человека в архитектуре.

Как было сказано ранее, архитектурная среда определяется пространством, на которое распространяется взаимодействие между субъектами и его окружающими составляющими. Пространство, реализующее связь от архитектуры к человеку, отличается от среды тем, что реализует связь от человека к архитектуре [8]. Таким образом, понятие пространства характеризуется субстанцией среды.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Першина И.Л. Исследование феномена архитектурного пространства/ Университетская наука, №1 (5). - Мин.воды, 2018. –стр.61-66
- [2] Иконников А.В. «Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве», 2006.
- [3] Некрасов А.И. Иллюзионизм в пространстве /Теория архитектуры. –М.: Стройиздат, 1994
- [4] <https://www.admagazine.ru/arch/>
- [5] Першина И.Л. Средства архитектурной композиции, усиливающие эмоциональную выразительность произведения/ The First International Conference on Eurasian Scientific development. Австрия, Вена, 2014.
- [6] Ильвицкая С.В., Горбачев Д. Анаморфозы в архитектуре / Архитектура и строительство России, №3, 2017.
- [7] Бирюкова Е.Е. Архитектурное пространство как эстетическая видимость/ / Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки: Всероссийский научный журнал. –т.1, №11/1,2015. – С.20-22
- [8] Гидион З., «Пространство, время, архитектура», М.: Стройиздат, 1984.

## ФОРМИРОВАНИЕ АГЛОМЕРАЦИЙ КАК ФАКТОР ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

### FORMATION OF AGGLOMERATIONS AS THE FACTOR OF RUSSIAN SPATIAL DEVELOPMENT

Селиверстов Юрий, БГТУ им. В.Г. Шухова, Костюкова, 46, Белгород

**Аннотация** – В последние десятилетия процессы урбанизации активно развиваются практически во всех странах. Важное значение при реализации государственных программ пространственного развития имеет процесс формирования городских агломераций. В статье рассмотрены основные модели управления городскими агломерациями, проанализированы проблемные позиции. Определены группы задач, решение которых необходимо для эффективного формирования городских агломераций в рамках реализации Стратегии пространственного развития России.

**Ключевые слова:** Городская агломерация. Пространственное развитие. Государственная политика. Социально-экономическое развитие. Инвестиционная привлекательность. Конкурентоспособность.

**Abstract** – In recent decades, urbanization processes have been actively developing in almost all countries. The process of urban agglomerations formation is of great importance in the implementation of state spatial development programs. In the article there is an overview of the main models of urban agglomeration management and the analysis of the problematic positions. Groups of tasks, which solution is necessary for effective formation of urban agglomerations within the framework of the Strategy of Russian spatial development, are defined.

**Keywords:** Urban agglomeration. Spatial development. State policy. Social and economic development. Investment attractiveness. Competitiveness.

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Урбанизация является одним из объективных и значимых социальных и демографических процессов в современном мире. Одна из наиболее характерных черт современного расселения – развитие больших городов и возникновение вокруг них быстро разрастающихся населенных мест. При этом и автономный город, и прилегающие к нему населенные пункты в отдельности не отвечают масштабам и интенсивности этого процесса, требующего более широкой координации действий.

В связи с этим в современной российской экономической и юридической науках активно обсуждаются агломерационные процессы граничащих между собой муниципальных образований, которые выражаются в совместном развитии их транспортной, инженерной и социальной инфраструктур, выработке механизмов совместного решения возникающих проблем, переплетению социальных, экономических и культурных связей их жителей [1, 2].

Как показывают многочисленные исследования, для всех стран мира, независимо от уровня их развития, характерны тенденции территориальной концентрации экономики в регионах, обладающих конкурентными пре-

имуществами. Эти тенденции свидетельствуют о возрастающем значении крупных городов, аккумулирующих ресурсы для экономического и социального развития, выступающих в качестве центров притяжения близлежащих поселений, образующих с центром единую систему, связанную многочисленными производственными, экономическими, социальными, трудовыми, рекреационными связями. Подобные группы поселений вокруг центра – ядра (а возможно, и нескольких центров) – получили в экономико-географической литературе наименование городских агломераций (соответственно, моноцентрических или полицентрических). И зарубежные, и российские исследования подтверждают, что развитие городских агломераций – объективный процесс, а их ресурсный потенциал является основой для модернизации и инновационного развития.

Обычно под агломерацией понимается городское пространство с численностью населения не менее полу-миллиона человек, образованное несколькими политико-административными территориальными единицами, выходящее за пределы административных границ города. Такие городские пространства разделяются на город-ядро и пригородную зону (структурно различные, однако функционально и во многих аспектах пространственно

взаимосвязанные и взаимозависимые). То есть можно считать, что агломерация – это компактная и относительно развитая совокупность дополняющих друг друга городских и сельских поселений, группирующихся вокруг одного или нескольких мощных городов-ядер и объединенных многообразными и интенсивными связями в сложное и динамичное единство.

В то же время до сих пор отсутствуют формально закреплённые критерии выделения таких территорий и систем расселения, что делает понятие городской агломерации весьма неопределённым. Городские агломерации различаются по размеру территории, численности населения, пространственной структуре и функциям. В результате в зарубежной и российской экономической и экономико-географической литературе нет единства в терминологии, используемой для обозначения крупного города (городов) со связанной с ним (с ними) прилегающей зоной.

Так, в Европейском Союзе (ЕС) за точку отсчета, дающую территории право считаться агломерацией, принята численность населения 250 000 жителей. Кроме того, в ЕС проводится дифференциация агломераций по численности населения. В то же время и на европейском уровне обращает на себя внимание достаточная условность предлагаемых критериев выделения и разграничения городских агломераций.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Учитывая зарубежный опыт можно выделить следующие модели управления городскими агломерациями [3].

1. Модель *единого муниципального образования*, охватывающего всю территорию агломерации (города-мегаполиса), или унитарная (централизованная) модель. Город с прилегающей территорией имеет статус муниципального образования, а входящие в агломерацию населённые пункты не сохраняют собственной правосубъектности, являются внутренними административными единицами. Варианты организации управления в таких единицах по степени его централизации или децентрализации могут различаться. В качестве примеров формирования таким путем муниципального образования - агломерации приводятся: Лос-Анджелес, Луисвилл (США), Торонто, Виннипег, Эдмонтон (Канада), Шанхайская городская агломерация (КНР).

2. *«Фрагментированная»* или *договорная агломерация* также представляет собой одноуровневый, но децентрализованный вариант ее организации. В основе такой модели согласование стратегий, сотрудничество в реализации инфраструктурных проектов и оказании услуг отдельными самостоятельными муниципальными образованиями на территории агломерации. Договорные отношения позволяют в рамках данной модели использовать самый широкий спектр форм сотрудничества. Однако эта модель не создает единой правосубъектности агломерации и не позволяет ей самостоятельно выступать в отношениях с внешними субъектами. В качестве примеров подобной модели управления мегаполисом называются Нью-Йорк, Большой Чикаго, Буэнос-Айрес.

3. *Двухуровневая модель управления*: придание агломерации статуса муниципального образования «второго уровня» при сохранении ранее существовавших муниципалитетов. В этом случае должно быть произведено разграничение полномочий между двумя уровнями муниципальных образований: часть муниципальных услуг продолжают оказывать муниципальные образования «низового» уровня, а часть функций передается вновь образуемому агломеративному образованию. В зависимости от способа разграничения полномочий различают агломерации, основанные на директивном или договорном их разграничении. Эта модель, с теми или иными особенностями, характерна для Франции.

4. *Модель «совместной администрации»*. В данном случае органы агломерации функционируют как совместная администрация города-ядра и группирующихся вокруг него поселений. В этом варианте органы управления агломерацией формируются путем делегирования представителей из муниципалитетов низового звена, а финансовая основа мегаполиса (агломерации) образуется за счет отчислений из «нижестоящих» местных бюджетов. Данный вариант также зачастую рассматривается как разновидность двухуровневой модели. В качестве примеров муниципалитетов, использующих такую модель, приводятся Большой Стокгольм и Большой Монреаль.

5. *«Региональная агломерация»*: агломерация, управление которой осуществляется региональными властями. В данном случае агломерация также не имеет собственной правосубъектности, и ее функции выполняются региональными органами. Этот вариант может быть реализован в том случае, когда агломерация имеет доминирующее положение в регионе (например, занимает значительную часть его территории, охватывает основную часть населения). Таким примером, в частности, может служить система управления агломерацией Большого Мельбурна (Австралия).

6. *Государственно-муниципальная система управления* агломерацией применяется в городах - субъектах Российской Федерации, на территории которых действуют муниципальные образования, либо которые сами одновременно выступают и государственными, и муниципальными образованиями. Примерами данной модели являются города - федеральные земли Германии (Берлин, Гамбург, Бремен) и, с определенными оговорками, города федерального значения Российской Федерации Москва и Санкт-Петербург.

При конструировании типологии и осуществлении моделирования систем управления в городских агломерациях (городах-мегаполисах) необходимо учитывать, что выделяемые модели управления носят в определенной степени условный и упрощенный характер. Их практическое воплощение связано с отклонениями от идеальной схемы, переплетением признаков различных моделей между собой, использованием в рамках одной модели отдельных признаков других моделей. Кроме того, практика организации управления в городских агломерациях в каждой стране предопределяется ее географическими особенностями, историческими традициями, особенностями ее государственного устройства и муниципальных систем.

При всем многообразии подходов к характеристике городских агломераций общим для данного явления можно считать то обстоятельство, что с юридической точки зрения обозначение территории города и прилегающей зоны как городской агломерации не обязательно связано с наделением агломерационного объединения самостоятельной правосубъектностью. Агломерации могут охватывать территорию нескольких публично-правовых субъектов и не обладать собственной правосубъектностью. Понятие городской агломерации служит в первую очередь целям пространственного планирования и планирования землепользования.

В Российской Федерации (РФ) идея развития агломераций на федеральном уровне впервые прозвучала в Концепции долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 года. Раскрывая стратегию регионального развития, авторы Концепции отмечали: «...важнейшее значение будет иметь «инфраструктурный эффект» формирования городских агломераций, связанный с реализацией проектов строительства новых энергомоощностей, крупных транспортных комплексов, мультимодальных логистических центров и информационных узлов, образовательной и инновационной инфраструктуры. На востоке страны такой сценарий даст выборочный толчок развитию городов с самым значительным объемом накопленного инновационного потенциала» [4].

Новый импульс обсуждению агломерационных процессов был придан в 2013 - 2014 гг. Согласно Прогнозу долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, разработанному Минэкономразвития России, «базовой тенденцией пространственного развития России является усиление концентрации человеческого капитала, инфраструктуры и ресурсов будущего в крупных городах и формирование 20 агломераций с численностью населения более 1 млн. человек. Данные агломерации будут способны участвовать в мировом разделении труда и смогут стать локомотивами роста, развивая новые инновационные кластеры. В первую очередь это касается Московской и Санкт-Петербургской агломераций» [5].

В Основах государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года (утверждены Указом Президента РФ от 16 января 2017 года № 13) [6] отмечается, что для достижения целей государственной политики регионального развития требуется:

- развитие в крупных городских агломерациях транспортной инфраструктуры, обеспечивающей экономическую связанность городов с прилегающими к ним территориями, а также городских агломераций между собой;

- стимулирование развития крупных городских агломераций, способных успешно выдерживать конкуренцию на мировых рынках.

Эксперты считают, что одним из результатов государственной политики регионального развития должно стать дальнейшее развитие процесса урбанизации, в частности развитие крупных городских агломераций, как необходимое условие обеспечения экономического роста, технологического развития и повышения инвестици-

онной привлекательности и конкурентоспособности российской экономики на мировых рынках.

В настоящее время идет обсуждение проект Стратегии пространственного развития России до 2025 года, [7], которая нацелена на обеспечение устойчивого социально-экономического роста всех регионов России. Фактически это попытка придать развитию каждого субъекта РФ единого стратегического замысла. В последние годы в России сформировалось несколько крупных центров экономического роста. Авторы Стратегии насчитали 14 крупных городских агломераций, куда стекаются трудовые, финансовые и интеллектуальные ресурсы. Из-за большого притока населения в этих центрах множатся транспортные, экологические, жилищные проблемы. В свою очередь в малых городах и сельской местности, наоборот, снижается численность населения и уровень жизни. Таким образом, основную задачу Стратегии можно сформулировать как ликвидацию диспропорций в качестве жизни жителей различных регионов.

В Стратегии для каждого типа населенных пунктов прописаны основные направления социально-экономического развития.

1. В крупнейших городах планируется развивать высокотехнологичные и наукоемкие отрасли экономики, повышать доступность комфортного, в том числе арендного, жилья, делать ставку на общественный, а не личный транспорт, создавать новые центры экономической активности в пригороде.

2. Для городов меньшего размера очень важно выделить и поддерживать экономическую специализацию. В каждом регионе есть несколько эффективных предприятий. Вокруг них должны создаваться центры притяжения населения, а именно: строить доступное жилье, улучшать социальное обслуживание, создавать систему профессионального образования (в первую очередь подготовка и переподготовка рабочих кадров).

3. Для малых городов и сельских территорий необходимо обеспечить поддержку малого и среднего предпринимательства, улучшение благоустройства, повышение транспортной доступности, сохранение объектов культурного наследия, формирующих туристический потенциал.

4. В отдельную категорию выделены геостратегические территории: 26 приграничных регионов и арктическая зона. Они признаны важнейшими субъектами для безопасности и государственной целостности страны. Уровень жизни в этих регионах должен опережать средний по стране. В них активно должно развиваться приграничное сотрудничество.

Таким образом, положения Стратегии в значительной степени касаются повышения качества и комфортности городской среды, в том числе за счет:

- формирования единой градостроительной политики развития крупнейших и крупных городских агломераций;

- содействия повышению доступности комфортного жилья, в том числе за счет развития рынка арендного жилья, реализации программ социального найма;

- инфраструктурной поддержки реализации проектов реновации существующих городских жилых районов, комплексного развития городских и пригородных территорий.

В проекте Стратегии, наряду с другими мерами, в отношении городских агломераций будут определены следующие приоритеты:

- опережающее развитие густонаселенных территорий, отстающих по уровню социально-экономического развития и обладающих собственным потенциалом экономического роста;

- инфраструктурная поддержка развития «центров экономического роста» (включая городские агломерации) с увеличением их количества и максимальным расщелоточением по территории Российской Федерации.

Таким образом, понятие агломерации уже используется в документах стратегического планирования. Однако следует отметить отсутствие системного подхода к описанию процесса развития агломераций. Так, например, бросаются в глаза различия в наименованиях городских агломерационных объединений. Наряду с наиболее часто употребляемым понятием городской агломерации в документах фигурируют понятия «мегаполисов», «регионов-агломераций». Отсутствует и единообразие в критериях отнесения территории к агломерационному объединению. Базовый критерий минимальной численности населения агломерации не является единым и варьируется от 250 тыс. до 3 млн. жителей.

Кроме того, недостаточно проработаны модели управления как агломерацией в целом, так и городом-метрополией, выступающим в качестве центра агломерации. Существенно отстает, а порой и полностью игнорируется решение юридических аспектов намечаемых проектов.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача полноценного нормативно-правового регулирования института агломерации по-прежнему актуальна. Однако анализ различных моделей управления динамично развивающимися городскими агломерациями показывает, что в этой сфере пока не найдены универсальные и непротиворечивые решения. Агломерации настолько разнообразны, что плохо поддаются единому для всех, стандартизированному правовому регулированию. Эффективное развитие агломераций возможно лишь при ориентации на специфические особенности конкретных агломерационных образований, при серьезной государственной поддержке, скоординированной работе органов власти федерального, регионального и муниципального уровней, на основе соглашений между органами власти вступающих в агломерации территорий.

Вместе с тем, развитие городских агломераций и связанных с ними явлений, таких как усиление недельной, месячной миграции, увеличение транспортных потоков, изменение сферы обслуживания и т.д. вызвали необходимость решения определенных групп задач.

*Первая группа* (как полагают эксперты - наиболее важная) – выбор форм нормативно-правового регулиро-

вания и управления (выбор оптимальной для городской агломерации модели управления).

*Вторая группа* - градорегулирование, организация транспортного обслуживания населения, охрана окружающей среды и водных объектов, утилизация отходов, развитие и организация социальной сферы - здравоохранения, образования и ряд других.

*Третья группа* - развитие и совершенствование транспортной, логистической, инженерной, телекоммуникационной и социальной инфраструктуры.

*Четвертая группа* - выявление элементов инновационного потенциала, прежде всего в энергетике, транспорте, здравоохранении и образовании.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Интеграция стратегического и территориального планирования в разработке стратегии пространственного развития / Т.П. Алдохина, Т.А. Беляева, Ю.В. Вертакова и др. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2017. – Т. 7. - № 3 (24). – с. 45-54.
- [2] Лавровский Б.Л. Особенности государственного управления пространственным развитием России / Б.Л. Лавровский, Е.А. Горюшкина // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87. - № 8. – с. 725-733.
- [3] Гриценко Е.В. Городские агломерации: в поисках оптимальной модели территориальной организации (сравнительно-правовой анализ) [Электронный ресурс] URL: <http://отрасли-права.рф/article/1430> (дата обращения 12.10.2018).
- [4] Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. Раздел VII, п. 2 [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/) (дата обращения 16.10.2018).
- [5] Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] URL: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения 4.10.2018).
- [6] Основы государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_210967/f938e46a4000bf25f99c70c69823278591395d7d/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_210967/f938e46a4000bf25f99c70c69823278591395d7d/) (дата обращения 4.10.2018).
- [7] Стратегия пространственного развития России до 2025 года (проект) [Электронный ресурс] URL: [economy.gov.ru/wps/wcm/connect/4e13f48c-257a-4878-858f-c2159aa5320b/spr.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=4e13f48c-257a-4878-858f-c2159aa5320b](http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/4e13f48c-257a-4878-858f-c2159aa5320b/spr.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=4e13f48c-257a-4878-858f-c2159aa5320b) (дата обращения 4.10.2018).

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

### THE FEATURES OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF BUILDING USING ADDITIVE TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION

Людмила Сулейманова, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород

Инна Погорелова, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород

Никита Огнев, БГТУ им. В. Г. Шухова, Костюкова 46, Белгород

**Аннотация** – Рассмотрена технология трехмерной печати строительных объектов, значительно сокращающая расходы и позволяющая создавать разнообразные архитектурные формы зданий и сооружений. Технология трехмерной печати в строительстве обладает рядом значительных преимуществ и позволяет возводить дома дешевле, быстрее и с меньшими трудозатратами. Приведены рекомендации по возведению отдельных строительных конструкций и зданий в целом. Высокие показатели прочности конструкции, конечного качества и низких трудозатрат позволяют судить о дальнейших перспективах использования данной технологии, как альтернативе традиционным методам строительства.

**Ключевые слова:** Аддитивные технологии. Технология трехмерной печати строительных объектов. Проектирование и возведение зданий. 3D-печать в строительстве. Метод 3D-формирования конструкций.

**Abstract**– The technology of three-dimensional printing of building objects that significantly reduces costs and allows you to create a variety of architectural forms of buildings and structures was considered. The technology of three-dimensional printing in construction has a number of significant advantages and allows you to build houses cheaper, faster and with less labor costs. Recommendations for the building of separate building structures and buildings as a whole were given. High indicators of structural strength, final quality and low labor costs allow us to judge the future prospects of using this technology as an alternative to traditional construction methods.

**Key words:** Additive Technologies. The technology of three-dimensional printing of building objects. Design and construction of buildings. 3D printing in construction. The method of 3D-forming of structures.

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы появились новые революционные подходы в строительстве, в частности технология трехмерной печати строительных объектов, значительно сокращающая расходы и позволяющая создавать разнообразные архитектурные формы зданий и сооружений. Технология трехмерной печати в строительстве обладает рядом значительных преимуществ и позволяет возводить дома дешевле, быстрее и с меньшими трудозатратами.

Актуальность данной темы подтверждается достижением технологии 3D-печати в строительстве значительного прогресса. Высокие показатели прочности конструкции, конечного качества и низких трудозатрат позволяют судить о дальнейших перспективах использования данной технологии, как альтернативе традиционным методам строительства. Традиционные методы возведения зданий и сооружений во многом

крайне сложны, трудозатратны и требуют соблюдения множества правил. Это приводит к удорожанию строительного производства, сложной логистике и возрастанию влияния человеческого фактора.

#### 2. МЕТОДОЛОГИЯ

При создании схемы печати рассчитывается максимальная скорость печати методом анализа конечных элементов. Слишком быстрая печать приведет к преждевременному разрушению объекта из-за нестабильности свежееуложенного бетона, а слишком медленная – к нарушению способности слоев к сцеплению. Стоит подчеркнуть, что, с точки зрения способности к сцеплению, лучше укладывать новые слои на еще свежееуложенный бетон. При изготовлении крупных объектов, таких как стеновые элементы высотой 2,8 метров, для получения достаточной стабильности без изменения скорости печати требуется ускорить твердение бетона.

Здания рекомендуется проектировать с продольными и поперечными несущими стенами. Следует предусматривать планировочные решения с равномерным и симметричным расположением жесткостей по отношению к центральным осям. Не рекомендуется принимать ассиметричные схемы, допускающие возникновение крутильных колебаний.

При проектировании зданий следует предусматривать планировочные решения, позволяющие 3D-принтеру (рис. 1) перейти в сложенное состояние для дальнейшего перемещения по строительной площадке.



**Рисунок 1.** Характеристики строительного 3D-принтера Apis Cor 7R.

Рекомендуется, чтобы высота зданий с несущими стенами, сформированными методом 3D печати, не превышала 3-х этажей, при общей высоте не более 12 м - для расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов; не более 10 м - для расчетной сейсмичности 9 баллов.

Высота этажа зданий не должна превышать, при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов - 4 м; при расчетной сейсмичности 9 баллов - 3,5 м. При этом отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не более 12:1.

Строительство второго и последующего этажа здания осуществляется после устройства перекрытия. 3D-принтер с помощью крана перемещается на перекрытие следующего этажа, осуществляется повторное ориентирование оборудования и запускается дальнейшая печать здания (рис. 2) [1, 2].



**Рисунок 2.** Печать стен второго этажа здания.

### 3. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**Фундаментно-цокольная часть.** Проектирование фундаментов под несущие стены, сформированные методом 3D печати следует выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов по основаниям и

фундаментам зданий и сооружений. Особых требований к фундаментам при проектировании зданий и сооружений с несущими стенами, сформированными методом 3D-печати, на данный момент не предъявляется.

Фундаменты для зданий малой этажности целесообразно выполнять ленточными сборно-монолитными. Фундаментные блоки стеновые могут изготавливаться непосредственно на строительной площадке в виде несъемной опалубки. Армирование и заливка тяжелым бетоном может выполняться как после набора прочности напечатанной конструкции, так и после их монтажа.

Блоки выполняются различных размеров, с различной конфигурацией внутренних перемычек. Наружные грани блоков могут печататься криволинейной формы, с дополнительными поперечными ребрами жесткости, для восприятия больших распирающих напряжений в процессе бетонирования готовой конструкции. При сложной раскладке блоков в плане и наличии большого числа нестандартных блоков, каждый из них может маркироваться QR-кодами, содержащими ссылки на 3D-модель здания, с указанием конкретного местоположения элемента на трехмерном плане фундаментов.

При использовании напечатанных блоков, во временном промежутке между монтажом и бетонированием, требуется накрыть блоки, например, плотной полиэтиленовой пленкой для предотвращения попадания атмосферной влаги и осадков, строительного мусора в полости фундаментных блоков.

**Наружные и внутренние стены.** Стены, выполненные методом 3D-формирования, предназначены для применения в неагрессивной среде с сухим, нормальным, влажным и мокрым режимом помещений, в условиях эксплуатации «А» и «Б» [3]. При этом, в зданиях с влажным или мокрым режимом помещений, следует предусматривать устройство внутренней пароизоляции стен, а также конструктивные меры, обеспечивающие сохранение расчетной, установившейся влажности стен на весь период эксплуатации зданий.

В общем случае, при проектировании стен жилых и общественных зданий, формируемых методом трехмерной печати, необходимо учитывать следующие требования и ограничения:

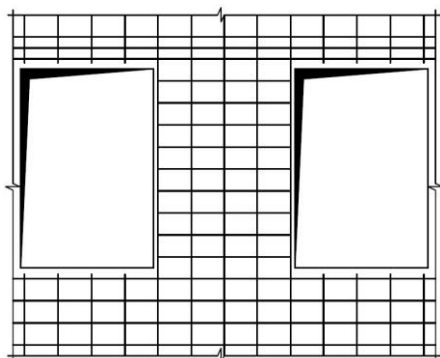
- высота стен ограничена конструктивными особенностями оборудования и составляет не более 3,3 м. Если требуется изготовить конструкцию большей высоты, то часть конструкции, превышающей 3,3 метра необходимо распечатать отдельно и с помощью крана смонтировать на основную конструкцию;
- расчет несущей способности наружных и внутренних стен необходимо определять с учетом их совместной работы;
- здания рекомендуется проектировать с продольными и поперечными несущими стенами;
- толщина стен и их структура должны удовлетворять соответствующим требованиям по тепло- и звукоизоляции;
- стены должны быть гидроизолированы в местах примыкания к цоколю и/или фундаменту;



– толщина стен должна назначаться, как из требуемого сопротивления теплопередаче, так и с учетом несущей способности стен;

– расстояние между осями поперечных стен должно быть не более 9 м, а продольных - не более 7,2 м.

*Простенки.* При необходимости, простенки следует усиливать посредством горизонтального армирования, устройства железобетонного или стального обрамления, обертыванием композитными сетками (рис. 3).



**Рисунок 3.** Схема армирования простенка.

Вне зависимости от результатов расчета, ширина (протяженность) простенков наружных и внутренних стен должна быть не менее 640 мм (за вычетом углублений для опирания перемычек над проемами). Конструктивные параметры простенков назначаются по результатам расчетов в зависимости от их размеров и действующих нагрузок. Ширину простенков стен следует принимать не менее 640; 900; 1160 мм соответственно для расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов. Ширину угловых простенков рекомендуется принимать на 250 мм больше указанной.

*Антисейсмические пояса.* На уровне перекрытий, выполненных из сборных железобетонных плит, следует устраивать антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным несущим стенам. В зданиях с монолитными железобетонными перекрытиями, заделанными по контуру в стены, антисейсмические пояса на уровне этих перекрытий не устраиваются. Ширина антисейсмического пояса должна быть не менее ширины основной камеры стены. Высота пояса должна быть не менее 150 мм.

В наружных и внутренних несущих стенах должны предусматриваться железобетонные сердечники. Сердечники следует располагать от внутреннего угла здания на расстоянии не менее 625 мм и не более 1250 мм, расстояние между сердечниками не должно превышать 3 метра.

Стык горизонтальной арматуры, проходящей через железобетонный сердечник, производится в пределах сердечника внахлестку на всю его глубину. Стык горизонтальной арматуры, проходящей вне железобетонного сердечника, производится в стене с анкерровкой на глубину не менее 40 мм.

Продольное армирование антисейсмических поясов следует принимать: не менее 4 стержней диаметром 10мм А-III при расчетной сейсмичности 7, 8 баллов и не

менее 4 стержней диаметром 12мм А-III при расчетной сейсмичности 9 баллов [4].

Антисейсмический пояс верхнего этажа следует связывать с железобетонными сердечниками нижележащей стены арматурой диаметром 8 мм класса А-III.

Вертикальные железобетонные включения должны соединяться с горизонтальным армированием стены и антисейсмическим поясом.

Участки стен над чердачными перекрытиями, имеющие высоту более 400 мм, должны быть дополнительно армированы и усилены монолитными железобетонными включениями, как правило, являющимися продолжением железобетонных включений нижнего этажа, связанных с антисейсмическими поясами.

Для устройства антисейсмических поясов и железобетонных сердечников по несущим стенам должен применяться бетон класса не ниже В20.

*Теплоизоляция стен.* В качестве теплоизоляционного материала для наружных стен рекомендуется применять вспененные утеплители. Монтаж теплоизоляционных материалов производится в полости одной из камер стены.

*Перекрытия и покрытия.* В жилых и общественных зданиях рекомендуется применять железобетонные сборные и монолитные перекрытия.

Сборные железобетонные перекрытия зданий должны быть замоноличенными в горизонтальной плоскости. Глубина опирания плит перекрытия на несущие стены должна быть не менее 120 мм. Для соединения с антисейсмическим поясом в плитах перекрытий следует предусматривать выпуски арматуры.

Для улучшения условий перераспределения нагрузки на стену, опирание плит рекомендуется производить через бетонную подушку толщиной 60 мм, которая при необходимости формируется 3D-принтером посредством сплошного многорядного наслоения бетона и армируется между слоями сеткой из арматуры диаметром 5 мм класса Вр-I с ячейкой 70×70 мм. Для формирования подушки 3D-принтером необходимо дополнительно организовать данные слои в 3D-модели объекта.

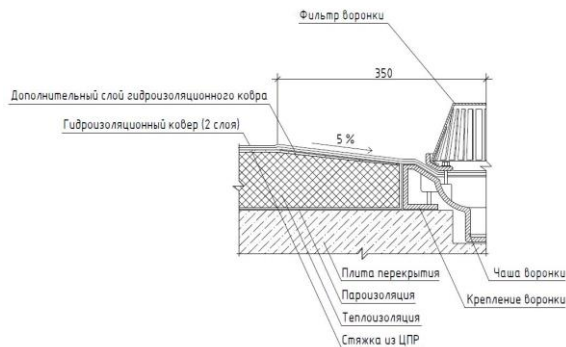
При устройстве монолитного перекрытия в местах сопряжения со стенами необходимо устройство подложки для предотвращения попадания бетона в полости стен. Бетонная подушка для перераспределения нагрузки на стену при организации монолитного перекрытия не требуется [4].

*Наклонные и плоские кровли.* Кровли зданий следует проектировать в облегченных конструкциях. Несущие конструкции скатных кровель должны обладать пространственной жесткостью и исключать возможность передачи на стены распора, для чего рекомендуется применять безраспорные конструкции.

Нижние концы стропил следует крепить к мауэрлатам с помощью металлических связей, а мауэрлат - к анкерным закладным деталям, связанными с

антисейсмическим поясом. В местах пересечения стен, мауэрлаты должны раскрепляться угловыми досками, создающими дополнительную жесткость.

Допускается применение плоских кровель с внутренним и наружным водостоком (рис. 4). При этом, основание кровли с необходимыми уклонами для водостоков может быть выполнено методом 3D печати, как отдельный железобетонный элемент.



**Рисунок 4.** Схема крепления водостока плоской кровли.

**Оконные и дверные проемы.** Нижние грани оконных и дверных проемов стен формируются 3D-принтером посредством сплошного многорядного наслоения бетона на подложку из композитной или металлической сетки. Для этого необходимо дополнительно организовать данные слои при формировании 3D-модели объекта.

Боковые грани проемов формируются в процессе печати очередного слоя.

Перемычки над оконными и дверными проемами рекомендуется выполнять с помощью 3D-принтера, однако можно использовать готовые железобетонные перемычки.

Для устройства готовых железобетонных перемычек необходимо заранее заложить в 3D-модель объекта печати места для опирания перемычек, глубина опирания в проемах внутренних и наружных стен должна быть не менее 100 мм. Конструктивные параметры перемычек назначаются по результатам расчетов, в зависимости от размеров проема и действующих нагрузок.

Формирование перемычек методом 3D-печати осуществляется многорядным наслоением бетона на заранее организованную подпорку, при этом заранее необходимо организовать данные слои в 3D-модели объекта печати. Количество слоев и армирование закладывается на основании расчетов исходя из размеров проема и действующих нагрузок.

**Инженерные коммуникации.** При проектировании здания в 3D-модели, следует предусматривать технологические вертикальные ниши для монтажа водопровода и канализации, а в местах их горизонтального проложения производить монтаж по поверхности стен или перекрытий.

Электропроводка монтируется в полостях камер стен. Для этого, при формировании 3D-модели здания, в последнем внутреннем слое должны быть предусмотрены технологические отверстия для монтажа электропроводки.

Для устройства вентиляционных шахт рекомендуется использовать полости в стенах, образованные пересечением перемычки и прямолинейных слоев.

**Наружная и внутренняя отделка стен.** Стены допускается эксплуатировать без наружной отделки. При этом стеновые конструкции должны иметь защиту от увлажнения в местах интенсивного воздействия влаги и на горизонтальных участках (подоконные зоны, парапеты, зоны примыкания к покрытиям козырьков, места выхода балконных плит и архитектурных элементов и т.п.). Неотделанную поверхность стен допускается окрашивать или обрабатывать гидрофобизатором. Эксплуатация неотделанной поверхности стен, обработанной гидрофобизатором - допускается для зданий любого назначения и всех степеней долговечности.

Допускается также оштукатуривание стен, окрашивание по слою штукатурки, оштукатуривание и/или окрашивание по слою утеплителя, устройство облицовочной кладки или монтаж навесных фасадных систем.

Облицовочная кладка и навесные фасадные системы могут применяться совместно с системами теплоизоляции из жестких или полужестких минеральных материалов. Также допускается использование полимерных теплоизоляционных материалов. Облицовочные кладки или навесные фасадные системы рекомендуется устраивать с вентилируемым зазором (с отступом от стены или слоя утеплителя) не менее 50 мм. Допускается применение облицовочной кладки без зазора.

Рекомендуется предусматривать внутреннюю отделку, снижающую поступление водяного пара в конструкцию стены. Наклеивать облицовочные элементы на стену следует через армирующую сетку.

Крепление облицовки к стенам выполняется при помощи гибких металлических связей с заполнением вертикального шва раствором и на откосе без заполнения вертикального шва раствором.

Гибкие связи следует проектировать из полимерных материалов. Сечение полимерных связей устанавливается из условия равной прочности стальным связям. Способ крепления и шаг установки таких связей следует принимать по рекомендациям завода-изготовителя.

Следует обеспечивать зазор между стеной и облицовкой от 40 до 60 мм для зданий до 3-х этажей.

При проектировании стен с вентилируемой воздушной прослойкой (стены с вентилируемым фасадом) следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- наружный слой стены должен иметь вентиляционные отверстия, суммарная площадь которых определяется из расчета  $75 \text{ см}^2$  на  $20 \text{ м}^2$  площади стен, включая площадь окон;
- нижние (верхние) вентиляционные отверстия, как правило, следует совмещать с цоколями (карнизами), причем для нижних отверстий предпочтительно совмещение функций вентиляции и отвода влаги [5-8].

*Наружное утепление.* Специальных конструктивных требований к системам теплоизоляции по стенам сформированным методом 3D-печати не предъявляется.

Устройство систем наружного утепления с воздушным зазором между утеплителем и облицовочным слоем при паропроницаемости утеплителя большей, чем у стен, выполненных методом 3D-печати, а также оштукатуривание стен по слою утеплителя (без устройства зазора) штукатурными составами с высокой паропроницаемостью, возможно при любой влажности основания и любой толщине утеплителя.

#### 4. ВЫВОД

Успешная реализация представленных проектов жилых домов открывает широкие перспективы развития аддитивных технологий в сфере строительства. С их применением, в ближайшем будущем, могут быть запроектированы целые микрорайоны, возводимые из сборных бетонных блоков, напечатанных роботизированными трехмерными принтерами. Развитие аддитивных технологий, конструкции 3D-принтеров, подбор оптимальных составов материала для печати, использование средств дополненной реальности и проектирование трехмерной модели в BIM-среде позволит существенно автоматизировать малоэтажное строительство, сократить число рабочих на строительной площадке, а также число процессов, требующих вмешательства человека. Дальнейшее совершенствование данных технологий приведет к снижению стоимости строительства, сделав новое жилье более доступным для населения.

Выделенные городские и близлежащие территории под постепенное формирование новых микрорайонов могут последовательно застраиваться жилыми домами и объектами инфраструктуры. Градостроители смогут более гибко формировать и изменять городскую среду. Возможности трехмерной печати позволят создавать уникальные архитектурные решения. Совершенствование 3D-принтеров - увеличение пространственных степеней свободы, уменьшение веса, появление возможности самостоятельного передвижения по строительной площадке, совершенствование машинного интеллекта расширит возможности роботизированных принтеров и позволит постепенно сокращать вмешательство человека в процесс строительства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сулейманова Л.А., Огнев Н.В. Оценка возведения стен здания с помощью 3D-принтера в сравнении с традиционным строительством из бетонных блоков // Университетская наука. 2017. № 2 (4). С. 13-15.
- [2] Lukutsova N., Pashayan A., Khomyakova E., Suleymanova L., Kleymenicheva Yu. The use of additives based on industrial wastes for concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 11. № 11. С. 7566-7570.
- [3] СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 / Официальное издание. - М.: Минрегион России, 2012. 96 с.
- [4] Технология строительства, материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов, экономический расчет [Электронный ресурс] // ApisCor, 2016. URL: [http://apis-cor.com/files/ApisCorTechnical Solutions\\_RU.pdf](http://apis-cor.com/files/ApisCorTechnical Solutions_RU.pdf) (Дата обращения: 02.03.2018).
- [5] Алексанин А. В., Маркевич А. И. Использование аддитивных технологий при возведении зданий // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2017. №6. С. 62-65.
- [6] Дребезгова М. Ю. Современные аддитивные технологии в малоэтажном строительстве // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2017. № 6. С. 66-69.
- [7] Павлов А. П., Полухин Е. В. Методы обеспечения эффективности работоспособности 3D-принтеров в производственных условиях // Ремонт, восстановление, модернизация. 2017. № 3. С. 16-20.
- [8] Lucas M. 3D printer constructs 10 buildings in one day from recycled materials: // Emerging Technology, 2014. URL: <https://www.computerworld.com/article/2489664/emerging-technology/3d-printer-constructs-10-buildings-in-one-day-from-recycled-materials> (Дата обращения: 02.03.2018).



**STUDENSKI RADOVI OBJAVLJENI U TOKU KALENDARSKJE 2018. GODINE**

**UTICAJ AUDIO ŠUMA TIPA REVERZNI GOVOR NA RAZUMLJIVOST**

Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Darko Brodić

23. MEĐUNARODNA NAUČNO-STRUČNA KONFERENCIJA  
INFORMACIONE TEHNOLOGIJE 2018, Crna Gora, Žabljak od 19. do 24. februara 2018. godine

<http://www.it.ac.me/zbornici/Zbornik%20IT18.pdf>

**PERFORMANCE OF VoIP SERVICES WITH INTEGRATED  
ANALOG PERIPHERALS**

D. Martović, Z. Veličković, Z. Milivojević, M. Veličković

53 rd INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON INFORMATION, COMMUNICATION AND  
ENERGY SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (ICEST 2018) Sozopol, Bulgaria, June 28-30, 2018

<http://icestconf.org/wp-content/uploads/2018/07/ICEST2018PROC.pdf>

# Uticao audio šuma tipa reverzni govor na razumljivost

Dijana Kostić, Zoran Milivojević, Darko Brodić

**Sadržaj** — U prvom delu rada opisan je algoritam formiranja akustičkog šuma tipa reverzni govor. U drugom delu rada prikazan je eksperiment u okviru koga su izvršena testiranja razumljivosti govora u slučaju superponiranog šuma tipa reverzni govor. U okviru eksperimenata izvršena su testiranja subjektivnog (MOS test) i objektivnog (STOI) tipa za razne vrednosti SNR-a. Rezultati testiranja prikazani su tabelarno i grafički. Na osnovu komparativne analize rezultata razumljivosti sa rezultatima razumljivosti u prisustvu nekih drugih akustičkih smetnji i klasifikacija međunarodnog standarda IEC 60268-16:2011 donešen je zaključak o razumljivosti govora.

**Glavne reči** — Razumljivost, SMST, akustičke smetnje, reverzni govor.

## I. UVOD

Razumljivost u govornoj komunikaciji predstavlja merilo koliko je razumljiv govor u datim uslovima. Radi utvrđivanja razumljivosti govora razvijeni su testovi pomoću seta rečenica. Testovi se mogu podeliti u dve grupe, prema vrsti rečenica: a) rečenice iz svakodnevnog govora i b) matrični rečenični test.

U prvu grupu testa spadaju German Gottingen rečenični test [1], Plomp i Mimpen test [2]... Zbog ograničenog broja rečenica, koje se lako mogu zapamtiti, jedna ista osoba ne može dva puta testirati.

Matrix rečenični test (**engl. Matrix Sentence Test, MST**) je druga vrsta testa. Ovaj test sadrži deset rečenica, čije se vrste reči mogu međusobno kombinovati poštujući pri tom fiksnu sintaksnu strukturu (ime, glagol, broj, pridev, imenica). Testovi su razvijeni za: švedski [3], ruski [4], španski [5], francuski [6], srpski [7]...

Na razumljivost govora, pored akustičnih osobina prenosnog sistema, koji se opisuje akustičkim impulsnim odzivom  $h(t)$ , utiče i superponirani akustički šum (Babble, Gausov, industrijski, muzički,...) u zavisnosti od ambijenta.

U ovom radu je razmatran uticaj akustičkog maskirajućeg šuma, tipa reverzni govor (**engl. Reverse Speech, RS**). Sproveden je eksperiment u cilju određivanja

razumljivosti rečenica izgovorenih na srpskom jeziku u prisustvu RS šuma, i to primenom: a) subjektivnog, MOS (**engl. Mean Opinion Score**) testa i b) objektivnog, STOI (**engl. Short-Term Objective Intelligibility**) testa. Kao baza rečenica korišćene su rečenice kreirane iz baze Srpskog Matričnog Testa (**engl. Serbian Matrix Sentence Test, SMST**) [7]. RS šum, koji se superponira rečenicama, formira se od rečenica iz SMST baze primenom RSNS (**engl. Reverse Speech Noise Sentence**) algoritma. Testna grupa formirana je 20 osoba, 10 muških i 10 ženskih, starosti od 18-22 godina, bez oštećenja sluha. MOS i STOI rezultati testiranja, razumljivosti pojedinih tipova reči kao i celih rečenica prikazani su tabelarno i grafički.

Na osnovu analize dobijenih rezultata i poređenja sa sa rezultatima [9], [10] i međunarodnim standardom IEC 60268-16:2011 donosi se zaključak o razumljivosti.

Organizacija rada je sledeća. U sekciji II prikazan je algoritam za formiranje RS šuma. Sekcija III prikazuje eksperiment, rezultate eksperimenata i komparativnu analiza dobijenih rezultata. Sekcija IV predstavlja zaključak.

## II. ALGORITAM KREIRANJA RS ŠUMA

Algoritam formiranja maskirajućeg šuma, tipa RS govora sastoji se od sledećih koraka:

**Korak 1:** od čistog govornog signal S1, dobijenog iz SMST baze, procesom kopiranja formira se govorni signal S4.

**Korak 2:** signal S1 deli se na frejmove trajanja 160 ms.

**Korak 3:** semplovi svakog frejma signala S2 se preuređuju u reverznom redosledu.

**Korak 4:** formiran je signala S3 razmeštanjem frejmova signala S2 po slučajnom zakonu.

**Korak 5:** signal S4 kopira se u dva identična govorna signala i dobija se signal S5 .

**Korak 6:** signali S4 i S5 dele se na frejmove trajanja 160 ms pri čemu prvi i zadnji frejm traju 80 ms.

**Korak 7:** semplovi svakog frejma signala S5 se preuređuju u reverznom redosledu.

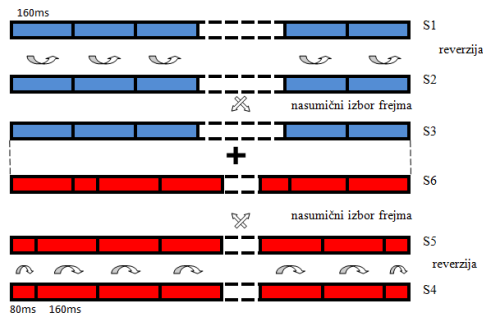
**Korak 8:** formiran je signala S6 razmeštanjem frejmova signala S5 po slučajnom zakonu.

Algoritam formiranja maskirajućeg šuma RS prikazan je na sl.1.

Dijana Kostić, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, Srbija;  
(e-mail: koricanac@yahoo.com).

Zoran Milivojević, College of Applied Technical Sciences of Niš, 20. Aleksandra Medvedeva, St, 18000 Niš, Serbia;  
(e-mail: zoran.milivojevic@vtsnis.edu.rs).

Darko Brodić, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru, Vojske Jugoslavije 112, 19210 Bor, Serbia;  
(e-mail: dbrodic@tf.bor.ac.rs)



Sl. 1. Blok šema algoritma kreiranja RS šuma [8].

### III. EKSPERIMENTALNI REZULTATI I ANALIZA

U ovom delu rada opisan je eksperiment koji se bavi testiranjem razumljivosti u uslovima superponiranog RS šuma. Vrednosti SNR (**engl. Signal Noise Ratio**) za koje je vršeno testiranje su  $SNR = \{-5, -2, 0, 2, 3, 5\}$  dB. Rezultati MOS testa sagledani su sa aspekta tačnog i netačnog odgovora na nivou: a) vrste reči i b) cele rečenice. Rezultati STOI algoritma odnose se na razumljivost cele rečenice. Testna grupa formirna je od 20 osoba sa neoštećenim sluhom.

#### A. Eksperiment

Eksperiment razumljivosti sproveden je u nekoliko koraka:

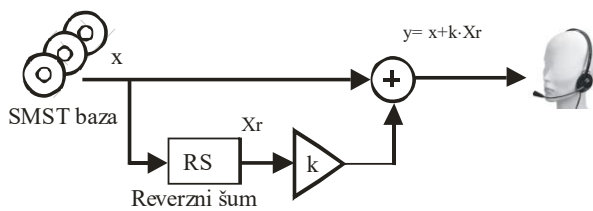
*Korak 1:* formiranje rečenice iz SMST baze za testiranje,

*Korak 2:* formiranje RS šuma algoritmom opisanim u sekciji II,

*Korak 3:* formiranje testnog signala sa specificiranim SNR promenom vrednosti koeficijenta  $k$ ,

*Korak 4:* realizacija MOS i STOI testa.

Na sl. 2. prikazan je blok dijagram eksperimenta gde je:  $x$  čist govorni signal, RS signal šuma,  $k$  koeficijent za određivanje SNR,  $Xr$  signal sa šumom,  $y$  test signal.



Sl. 2. Blok šema formiranja test signala  $y$  za MOS test

#### SMST baza

Rečenice za testiranje formiraju se iz SMST baze prema slučajnom zakonom [7]. Za potrebe eksperimenta formiran je set od 40 rečenica. Na sl. 3. a prikazana je vremenska, a sl. 3. b spektralna karakteristika rečenice "Marina kupuje deset jeftinih ormara", Na sl. 3. c prikazana vremenska, a na sl. 3. d spektralna karakteristika signala šuma RS, dok je na sl. 3. e prikazana vremenska, a na sl. 3. f spektralna karakteristika govornog signala sa superponiranim RS

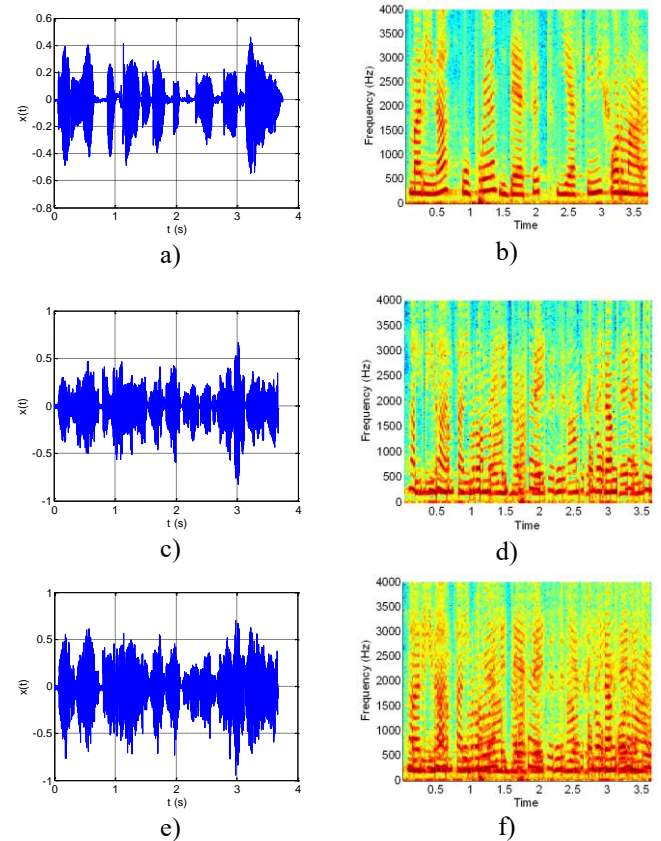
šumom, za  $SNR = 0$  dB.

#### Testna grupa

Testna grupa formirana je od studenata Visoke Tehničke škole strukovnih studija u Nišu. Grupu su činile 20 osoba, 10 muških i 10 ženskih osoba, starosti od 18÷22 godine (srednja vrednost 20.3≈20). Testirane osobe nisu imale probleme sa sluhom.

#### MOS test

Za testiranje razumljivosti sproveden je MOS test. Subjkti su testirani putem slušalica kroz koje je propušan govorni signal sa superponiranim šumom i adekvatnom vrednošću SNR-a. Nakon reprodukcije signala ispitanik je naglas izgovarao rečenicu kako je razumeo. Ispitivač je nakon poređenja odgovora sa rečenicom ispisanom na ekranu, beležio tačnost odgovora na nivou vrste reči i na nivou rečenica.



Sl. 3. Vremenske i spektralne karakteristike: a) i b) čistog govornog signala, c) i d) signala šuma tipa RS i e) i f) govornog signala sa superponiranim šumom RS

#### B. Rezultati

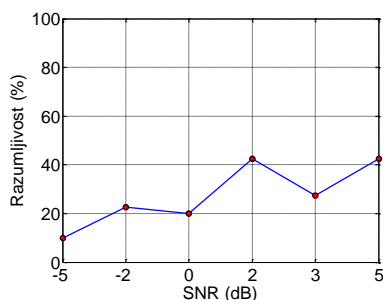
Na sl. 10 i tabeli 1 prikazana je srednja vrednost razumljivosti za vrstu reči za sve vrednosti SNR-a: N-Ime, V-Glagol, Nu-Broj, A-Pridev, O-Imenica, W.S.-Rečenica, dok je na sl. 4-8 i tabeli 2 prikazana je razumljivost vrste reči u zavisnosti od SNR (dB). Razumljivost rečenica prikaza je u tabeli 2 i sl.9.

TABELA 1 : RAZUMLJIVOST VRSTE REČI

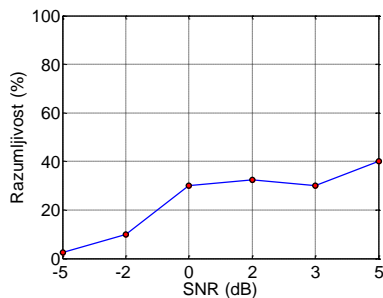
Razumljivost (%)	Vrsta reči				
	N	V	Nu	A	O
	27.5	24.16	22.50	12.08	14.58

TABELA 2 : RAZUMLJIVOST VRSTE REČI

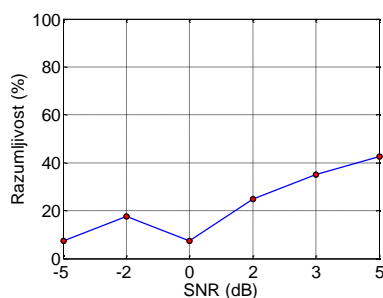
SNR [dB]	Razumljivost [%]					W.S
	N	V	Nu	A	O	
5	42.5	40	42.5	37.5	32.5	7.5
3	27.5	30	35	15	22.5	0
2	42.5	32.5	25	7.5	15	0
0	20	30	7.5	7.5	7.5	0
-2	22.5	10	17.5	10	2.5	0
-5	10	2.5	7.5	2.5	0	0



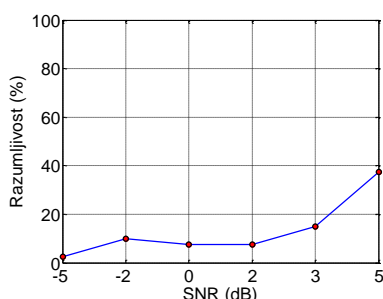
Sl. 4. Razumljivost vrste reči 'Ime'



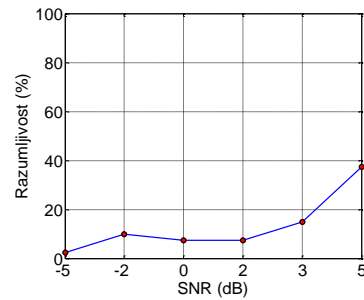
Sl. 5. Razumljivost vrste reči 'Glagol'



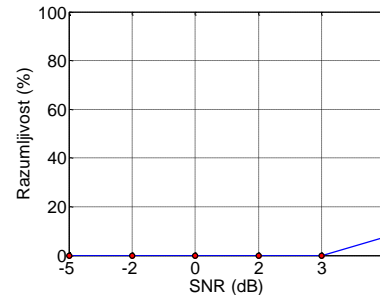
Sl. 6. Razumljivost vrste reči 'Broj'



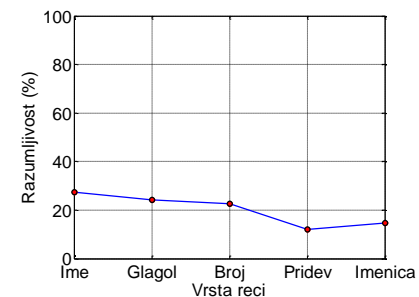
Sl. 7. Razumljivost vrste reči 'Pridev'



Sl. 8. Razumljivost vrste reči 'Imenica'



Sl. 9. Razumljivost rečenica

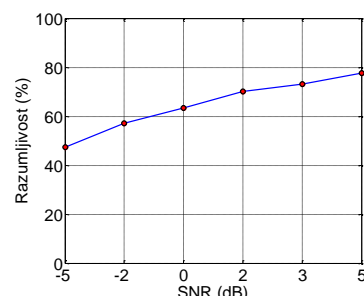


Sl. 10. Srednja vrednost razumljivost vrste reči za sve vrednosti SNR (dB)

Rezultati objektivnog merenja razumljivosti pomoću STOI algoritma prikazani su u tabeli 3 i na sl. 11 (parametri STOI algoritma  $N=30$  i  $\beta=-15$  [11]).

TABELA 3 : RAZUMLJIVOST REČI

Razumljivost (%)	SNR (dB)					
	-5	-2	0	2	3	5
	46.71	57.14	63.33	70.12	73.23	77.57



Sl. 11. Srednja vrednost razumljivosti reči u odnosu na SNR (dB) dobijena pomoću STOI testa

Rezultati testiranja razumljivosti govora za druge vrste maskirajućeg šuma, korišćenjem SMST baze za vrednosti SNR =[-5,-2,0] dB prikazani su u tabeli 4-6 [12,13].

TABLE 4: RAZUMLJIVOST VRSTE REČI [9,10].

Šum	Razumljivost [%] za SNR=0dB					
	N	V	Nu	A	O	W.S.
Hilti	92.86	78.57	89.89	82.14	82.14	64.29
Bušilica beton	92.86	78.57	78.57	92.86	71.43	39.29
Bušilica	96.43	100	92.86	92.86	100	85.71
Brusilica	96.43	85.71	75	78.75	85.71	57.14
Gaus	63.33	50	70	63.33	53.33	20
Babble	53.33	36.67	53.33	46.67	30	6.67
Dur klavir	84	100	92	92	92	16
Mol klavir	92	92	96	92	92	16
Dur harmonika	84	80	96	60	76	7
Mol harmonika	80	84	96	64	76	8

TABELA 5: RAZUMLJIVOST VRSTE REČI [9,10].

Šum	Razumljivost [%] za SNR=-2dB					
	N	V	Nu	A	O	W.S.
Hilti	82.14	78.14	82.14	60.71	67.71	35.71
Bušilica beton	89.89	85.71	78.57	60.71	82.14	35.71
Bušilica	96.43	96.43	89.89	75	89.86	71.43
Brusilica	89.89	78.57	78.57	64.29	71.43	42.86
Gaus	66.67	40	63.33	60	53.33	20
Babble	40	10	36.67	20	16.67	6.67
Dur klavir	100	100	100	92	88	17
Mol klavir	88	84	96	88	92	14
Dur harmonika	84	84	80	56	48	6
Mol harmonika	84	80	92	68	68	8

TABELA 6: RAZUMLJIVOST VRSTE REČI [9,10].

Šum	Razumljivost [%] za SNR=-5dB					
	N	V	Nu	A	O	W.S.
Hilti	75	60.71	85.71	42.86	57.14	14.28
Bušilica beton	89.86	78.57	78.57	64.29	75	39.29
Bušilica	100	82.14	92.86	85.71	78.57	60.71
Brusilica	96.43	78.57	67.86	57.14	78.57	39.28
Gaus	46.67	16.67	53.33	56.67	33.33	0
Babble	26.67	6.67	10	3.33	6.67	0
Dur klavir	92	88	100	100	68	13
Mol klavir	96	96	96	80	84	14
Dur harmonika	68	48	64	48	52	4
Mol harmonika	72	44	64	44	56	3

### C. Analiza rezultata

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 2 i Sl. 4-8 može se zaključiti da je razumljivost vrste reči:

a) 'Ime' najbolja za 2 i 5 dB (42.50%), a najlošija za -5 dB (10%); b) 'Glagol' najbolja za 5 dB (40%), a najlošija za -5dB (2.50%); c) 'Broj' najbolja za 5 dB (42.50%), a najlošija za 0 dB i -5 dB (7.50%); d) 'Pridev' najbolji za 5 dB (37.50%), a najlošiji za -5dB (2.50%); e) 'Imenica' najbolja za 5 dB (32.50%), a najlošija za -5dB (0%).

Na osnovu rezultata sagledanih u tabeli 1 i sl.10 može se zaključiti da je razumljivost vrste reči:

a) 'Ime' najbolja (27.50%), a b) 'Pridev' najlošiji (12.08%).

Na osnovu rezultata u tabeli 2 i sl. 9 može se zaključiti da je razumljivost rečenica:

a) najbolja na 5 dB i 3 dB (20%), a b) najlošija na -3 dB i -5 dB (0%).

Na osnovu rezultata sa sl.11 i tabele 3, može se zaključiti da je razumljivost dobijena STOI testom: najbolja za 5 dB (77.57%), a najlošija za -5 dB (46.71%).

Poređenjem sa rezultatima datim u tabelama 4-6, može se videti da je razumljivost govora u prisustvu maskirajućeg šuma koji potiče od ljudskog govora (Babble noise, reverzni govor), lošija u odnosu na druge vrste šumova. Objašnjenje se može naći u spektralnoj karakteristici signala. Šum RS i Babble šum potiču od ljudskog govora pa je samim tim njihova spektralna karakteristika slična govornom signalu.

## IV. ZAKLJUČAK

Sagledavanjem rezultata testiranja razumljivosti, koji se kreću granicama: a) razumljivost vrste reči: *Ime* (10÷42.50%), *Glagol* (2.50÷40%), *Broj* (7.50÷42.50%), *Pridev* (2.50÷37.50%), *Imenica* (0÷32.50%), b) razumljivost reči (bez obzira na vrstu reči): od 12.08÷27.50% i c) razumljivost rečenica od 0÷7.50% i poređenjem sa standardom IEC 60268-16: 2011 dolazi se do zaključka da je razumljivost pripada kategoriji "loša razumljivost". Objašnjenje za ovakvu razumljivost nalazi se u raspodeli energije u spektru govornog signala i signala šuma RS.

## LITERATURA

- [1] B. Kollmeier, M. Wesselkamp, "Development and evaluation of a sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment". *J. Acoust. soc. Am.*, 102 (4), 1085-1099, 1997.
- [2] R. Plomp & A.M. Mimpfen, "Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences". *Audiology*, 18, 43-52, 1979.
- [3] B. Hagerman, Sentences for testing speech intelligibility in noise, *Scand Audio*, Vol. 11, pp. 79-87, 1982.
- [4] M. Boboshko, A. Warzybok, M. Zokoll, N. Maltseva, RUMatrix test: construction, evaluation and clinical validation. *Otorhinolaryngologia Hungarica*. Vol. 59, N 2., 2013.
- [5] S.Hochmuth et al, "A Spanish matrix sentence test for assessing speech reception thresholds in noise". *Int. J. Audiol.* 51(7) 536-544, 2012.
- [6] I.M.Chagnolleau, M.Barket, and F.Meunier, "Intelligibility of reverse speech in Franch: A perceptual study," *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 4, pp. 570-578, July 1993.
- [7] Z. Milivojević, D. Kostić, Z. Veličković, D. Brodić, "Serbian sentence matrix test for speech intelligibility measurement in different reverberation conditions". *UNITEH Gabrovo*, pp. - ,2016.
- [8] Y.Hioka, J.W. Tang and J.Wan, "Effect of adding artificial reverberation to speech-like masking sound," *Applied Acoustics*, pp. 171-178, 2016.
- [9] Z. Milivojević, D. Kostić and D. Brodić, "The Influence of Industrial Noise on the Performance of Speech Intelligibility Serbian Sentence Matrix Test," *ICEST Niš*, pp-2017.
- [10] D. Kostić, Z. Milivojević, Z.Veličković and D.Brodić, "The Influence of musical noise, type major and minor chord, to the intelligibility of speech in Serbian language", *UNITEH Gabrovo*, 2017
- [11] C.H.Tall, R.C. Hendriks, R.Heusdens, J.Jensen, "An algorithm for intelligibility prediction of time-frequency weighted noise speech", *EEE Transactions on audio, speech, and language processing*, vol 19, no. 7, september, 2017



# Performance of VoIP Services with Integrated Analog Peripherals

Dragan Martović<sup>1</sup>, Zoran Veličković<sup>2</sup>, Zoran Milivojević<sup>3</sup>, Marko Veličković<sup>4</sup>

**Abstract** – In this paper, the performance of VoIP services with integrated analog telephones is determined. The integration of analog phones was carried out with the analog telephone adapter Grandstream HT702. By measuring the value of key QoS parameters of conversational speech realized through the IP PBX AXON switch, the performance of VoIP services is determined. Packet delay, as the most important QoS parameter of conversational speech, was within the given limits. The package loss was also within the given limits, while the mean value of the jitter oscillated around the allowed value. Jitter was successfully compensated by the receiving buffers and had no influence on the conversation speech. Based on the experimental results, it was found that the key QoS parameters defined for the conversation speech were satisfied, which confirms the successful integration of analog telephones into the VoIP service.

**Keywords** – VoIP, IP PBX, AXON, ATA, QoS.

## I. INTRODUCTION

The great expansion and distribution of computer networks made it a very suitable medium for the transmission of various content. In addition to the exchange of textual documents in electronic form, computer networks have become the basic medium for the distribution of multimedia content [1]. Regardless of the fact that they are not designed for this purpose, with increasing network flow and the emergence of modern network communication protocols this service has become possible [2]. In order to offer satisfactory resources to different network applications, it is necessary to classify them according to their needs. Standardization of network applications has been carried out by international standardization bodies such as IETF (*Internet Engineering Task Force*) and ITU (*International Telecommunication Union*). From the point of view of users, network applications can be divided into those tolerant to packet errors (multimedia applications), and those tolerant to packet delay (Web search or e-commerce applications) [3]. Multimedia network applications are further classified into three basic classes. Network applications that share stored audio or video content in real time are classified in the first class. The second class

includes applications that support conversation and video telephony. Network applications that allow streaming of audio and video content streaming are classified in the third class. This application class is similar to classic radio and television diffusion. The basic problem with all applications for distributing multimedia content through computer networks is the realization of the appropriate QoS (*Quality of Service*) [4]. The origin of this problem is in the concept of computer networks based on TCP / IP protocols that do not guarantee QoS, but only "best effort" QoS services are provided. This means that there is no guarantee that the package will be delivered at all, and if it is delivered, its timeliness and order are not guaranteed. For each of the classes of multimedia network applications, specific QoS parameters are defined. The key standardized QoS parameters of multimedia network applications are packet delay, packet delay variation, and packet loss. The realization of conversational speech through computer networks, or the Internet, is called Internet telephony or VoIP (*Voice over Internet Protocol*) [5]. From a user perspective, VoIP is similar to a traditional analog telephone service that is realized by circuit switching. Analog peripheral devices characteristic of a traditional phone service are still present in homes and small business environments. In order to take advantage of the existing analog telephone service infrastructure, technology for the integration of analog telephone devices in VoIP has been developed. Multimedia applications belong to the class of network applications that are tolerant of errors, but they are extremely intolerant to the package delay. Thus, for a conversation speech, the delay of 150 ms is allowed, but the delay of 150 ms to 400 ms can be tolerated. The acceptable variation of the delay is 1 ms, and the allowed PLR (*Packet Lost Rate*) is 3% [4].

### A. State of Art

Getting the certain QoS in IP network is crucial and is usually achieved by setting up access and service policies [6]. Realization of QoS in IP VPN networks must provide the recommended lower limits for satisfying QoS requests at the network node level [7]. Enabling multilayer QoS in VoIP calls requires speed adjustment and resource management to integrate SIP and QoS mechanisms to wireless networks [8]. Different queueing policies have been considered to achieve the end-to-end QoS requirements for different types of network traffic [9]. In this paper, an analog phone is integrated into the digital IP PBX (*Internet Protocol Private Branch Exchange*) [10]. The integration of the analog phone into the IP PBX provides, among other things, additional features to an analog peripheral device such as voicemail, call waiting, call hold, personalization of ring tones, and so on. Integration of analog phones into IP PBX requires a set of time-consuming signal and protocol conversions so that QoS satisfaction can be critical.

<sup>1</sup>Dragan Martović is with the College of Applied Technical Sciences of Niš, A. Medvedeva 20, 18000 Niš, Serbia, E-mail: martovic.dragan@gmail.com

<sup>2</sup>Zoran Veličković is with the College of Applied Technical Sciences of Niš, A. Medvedeva 20, 18000 Niš, Serbia, E-mail: zoran.velickovic@vtsnis.edu.rs.

<sup>3</sup>Zoran Milivojević is with the College of Applied Technical Sciences of Niš, A. Medvedeva 20, 18000 Niš, Serbia, E-mail: zoran.milivojevic@vtsnis.edu.rs.

<sup>4</sup>Marko Veličković is with the College of Applied Technical Sciences of Niš, A. Medvedeva 20, 18000 Niš, Serbia, E-mail: marko.velickovic.rsni@yahoo.com

This paper discusses the performance of VoIP services in which analog peripherals ATA (*Analog Telephone Adapter*) are integrated. In the experimental part of the work, the Grandstream HT702 ATA device was used [11], which allows the analog telephone to be connected to the digital IP network. The Grandstream HT702 conducts the conversion of one communication protocol (analog) to another (digital) and vice versa. In the terminology of the ITU-T ATA, the Grandstream HT702 is a gateway that provides two-way communication in real time. The measurement of the parameters of the VoIP application was carried out in the AXON IP PBX realized in the local computer network. The AXON IP PBX central software phones are directly integrated through the network interface, while the integration of analog phones uses the Grandstream HT702 ATA device. The key QoS parameters for the conversational speech connections made between all terminal devices are measured. For this work, it is important to analyze the QoS parameters lured by communication between software IP phones and analog telephone devices. Using the open-source *Wireshark* software package, measurements were made and the results obtained were presented.

The second section describes the need to integrate analog telephone devices into the IP PBX central. A basic overview of the basic characteristics of the AXON central is given, its web interface is described and the basic characteristics of the used ATA Grandstream HT702 are shown. The third section describes the test environment and shows the obtained QoS results. The experimental results are compared with the target values of QoS and certain performance of VoIP services within the AXON IP PBX. In the fourth section, appropriate conclusions were drawn based on the experiments carried out and certain recommendations were given.

## II. INTEGRATION OF ANALOG TERMINAL DEVICES IN IP PBX

The integration of analog terminal devices - analog phones or FAX devices - provides several business benefits to the IP PBX network platform. The basic benefit of integrating multiple communication networks into one is to reduce costs. Combining multiple business communications networks into one convergent network infrastructure greatly reduces capital costs, cabling costs, and operational costs associated with managing separate network infrastructures. New business opportunities by combining network data with voice calls are obtained. In this way, an integrated information exchange system is formed which saves time and enables more efficient decision making. The telecommunications industry has many years of experience in IP voice integration in traditional analog networks. It is estimated that organizations save 30% to 40% on costs associated with long distance communications [12]. In addition, significant savings are realized on administrative costs and costs related to maintenance of equipment. Integrated network services use a single network architecture to simplify system maintenance and upgrading. From the standpoint of modern users, the characteristics of analog terminal devices are very limited. In order to improve the functionality of analog

terminal devices - standard analog telephone devices, and at the same time utilize the existing network infrastructure, they can

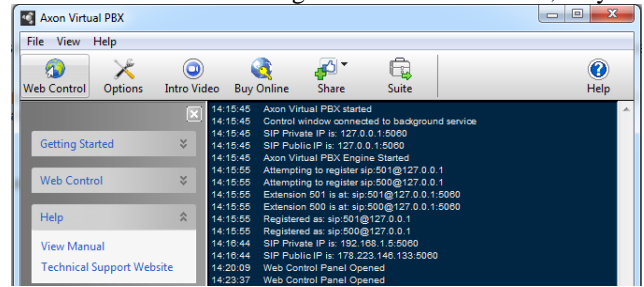


Fig. 1. Web interface of Axon IP PBX

be integrated into digital PBX telephone exchanges. In the telecommunications industry, the term IP PBX is a private telephone exchange using a TCP/IP protocol for managing telephone calls through a computer network.

The integration of the analog phone into the IP PBX provides additional features to an analog terminal device that is implicit in digital exchanges. Some standard IP phone functions cannot be easily implemented, while others can not be implemented at all because of the hardware limitations of the analog phones. IP PBX enables multimedia communication as well as the communication of sending simultaneous messages between two or more participants over the Internet or other compatible networks. They are mostly used by small and medium-sized enterprises, but they can also be found in large multinational corporations. IP PBX can exist as a physical hardware or just as a virtual software realization. In addition, it is possible to connect to the public telephone network PSTN.

In this paper the IP PBX of the company "*NCH Software*" was used [13]. Axon is a virtual IP PBX software designed to manage phone calls in a business environment or at a call center. AXON IP PBX is installed on a PC and supports up to 64 phone lines, as well as an unlimited number of extensions. AXON IP PBX works as a fully equipped telephone exchange that connects telephone lines and extensions using state-of-the-art VoIP technology. AXON offers all the usual features of a traditional PBX as well as routing all calls within the company. For the setting and controlling of the AXON switch, the Web interface shown in Fig. 1 is realized.

### B. Analog Telephone Adapter Grandstream HT702

In order to integrate analog terminal devices into the digital IP network, the Grandstream HT702 analog telephone adapter (*Analog Telephone Adapter*) (Fig. 2) is used in this work. Analog telephone adapters are devices for connecting traditional analog phones, fax machines and similar user devices to a digital telephone system, or to a VoIP telephone network. An analog telephone adapter's digital interface usually



Fig. 2. Interfaces of ATA HT702 for connection from one side to the LAN, and on the other side, to analog terminal devices.

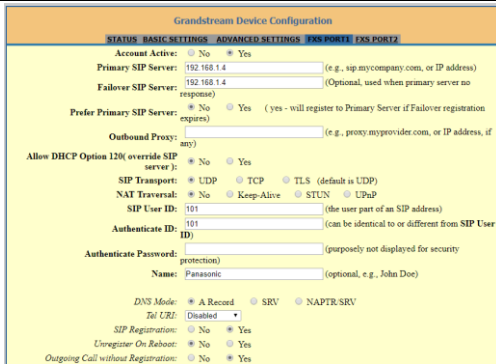


Fig. 3. Example of configuring the ATA HT702 FXS port 1

contains an Ethernet port for connecting to an IP LAN (Fig. 2). ATA communicates with the server (in our case with the AXON IP PBX) using one of the protocols H.323, SIP, MGCP (*Media Gateway Control Protocol*), SCCP (*Signaling Connection Control Part*) or IAX (*Inter Asterisk eXchange*). When an ATA is used to integrate an analog telephone, it encodes / decodes audio signals using one of the standard voice codecs such as G.711, G.729, GSM (*Global System for Mobile Communications*) and iLBC (*Internet Low Bitrate Codec*). The HT702 supports SIP signaling protocols for the VoIP network used in the experimental work. The ATA Grandstream HT702 is fully compatible with the industry-standard SIP standard and works with all compatible devices. Some of the features of the ATA HT702 are comprehensive support in the form of a callout for outgoing calls, G.168 echo cancellation, VAD (*Voice Activation Detection*), CNG (*Comfort Noise Generation*), hiding packet loss PLC (*Packet Loss Concealment*), etc. The HT702 has two RJ-11 FXS (*External eXchange Station*) ports for connecting to analog terminal devices such as analog phones or FAX machines (Fig. 2). ATA communicates directly with AXON IP PBX, and does not require additional hardware or any additional software. The Web interface for setting and managing ATA and a SIP environment is shown in Fig. 3.

### III. EXPERIMENTAL ENVIRONMENTS

The experimental part consists in establishing telephone connections between software and integrated analog phones in the LAN through the AXON IP PBX [14]. A LAN is formed around a router that connects the wired and wireless part of the network as shown in Fig. 4. Measured QoS parameters for all performed experiments are shown in Tab I. QoS parameters are named according to [4]. The open source software "Wireshark" was used to measure the QoS parameters of realised VoIP traffic on the network. The DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) server is activated on the router so that all network components are assigned the appropriate IP addresses. Most available ATAs on the market have similar characteristics. The HT 702 model of Grandstream was available to us. Grandstream HT702 is assigned an IP address through which it can communicate with other network components. An analog telephone device is connected to one FXS port of the ATA HT702 device while the analog cordless

telephone is connected to another. On FXS ports can be connected both analog dial phones and analog phones with

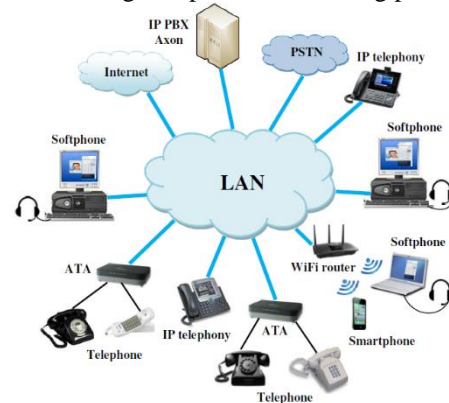


Fig. 4. Axon IP PBX with integrated analog telephones by ATA Grandstream HT702

DTMF dialing. An analog FAX machine can be connected to one of the FXS ports. All computers in the network are running Windows, and an AXON IP PBX telephone exchange is installed on one PC. All analog and software telephones from a local computer network are registered at the AXON telephone exchange before making telephone connections as required by the SIP protocol. NCH Software's Express Talk software phones have been installed on all network scanners so each of them can be used as a terminal device. In fact, each one of them can start and accept the call. Also, from each analog phone, it can be established, that is, accept a telephone connection with software phones. Fig. 4 shows a local computer network where the experimental part of the work is performed. Fig. 5 shows the interaction between the analog and the software telephone during the establishment, duration, and termination of the connection to the already known - received IP address (the phase of receiving the caller's IP address is not shown in Fig. 5). The provision of caller IP addresses is the task of the SIP protocol, which is used in the experimental part of this paper. In this case, the AXON IP PBX has the role of a SIP proxy that provides the current IP addresses of the users. Before any connection is established, it is necessary to perform SIP registration on AXON IP PBX of all software or integrated analog phones. Before any connection is established, it is necessary to perform SIP registration on AXON IP PBX of all software or integrated analog phones.

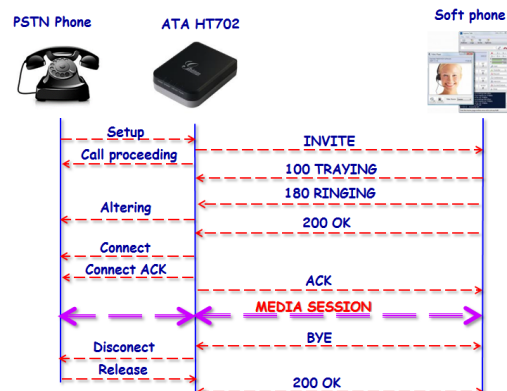


Fig. 5. Establishing a call to the known IP address between the analog phones integrated with the ATA H702 in the VoIP system.

TABLE I  
EXPERIMENTAL RESULTS OF KEY QoS PARAMETERS

No	MEDIUM	APPLICATION	DEGREE OF SYMMETRY	KEY PERFORMANCE PARAMETERS AND TARGET VALUES						
				ONE-WAY DELAY (ms)		DELAY VARIATION (ms)			INFORMATION LOSS (%)	
				MEASURED	TARGET	MAX	MEAN	TARGET	MEASURED	TARGET
1	Audio	Convers. voice	Two-way	30.649	< 150	1.481	0.232	< 1	0	< 3
				129.319		7.135	1.852		0	
2	Audio	Convers. voice	Two-way	129.440		8.291	1.521		0	
				40.057		6.019	0.802		0	
3	Audio	Convers. voice	Two-way	55.775		5.537	1.057		0.2	
				40.796		5.012	1.158		0	
4	Audio	Convers. voice	Two-way	47.453		6.947	2.470		0	
				64.366		5.284	0.977		0.6	
5	Audio	Convers. voice	Two-way	26.501		1.286	0.176		0	
				139.625		11.742	1.357		0	
6	Audio	Convers. voice	Two-way	131.087		7.254	1.232		0	
				26.462		0.997	0.126		0	

After a successful SIP registration, connections can be established. Tab. I shows the results of key QoS parameters for six realized telephone connections. All connections have been made on one side of analog phones, and on the other side of software phones from LAN. In all experiments, it was a two-way conversation that formed two audio streams. Connections 1, 3, and 5 were initiated by analog phones integrated into VoIP with ATA Grandstream HT702, and accepted by software phones installed on computers from LAN. Software phones initiated the other three connections, and the integrated analog phones were accepted. Measured key QoS parameters that relate to one-way delay and loss of packets in all cases meet the prescribed ranges in [3] and [4]. This standard prescribed that the delay in one direction must not exceed 150 ms, which is also satisfied in all connections. The allowed loss of the package is 3%, so by insight into Tab. 1 can determine that this QoS parameter is satisfied. The variation of the delay (maximum and average) is allowed to be less than 1 ms. In some connections; considerably larger peaks are measured, while the mean value of this QoS parameter oscillates around the allowed. It should be noted that the variation of the delay did not significantly affect the quality of the speech, so it did not influence the conversation. The variation of the delay is simply compensated by the use of the receiving buffer.

#### IV. CONCLUSION

In this work, the integration of analog telephone devices into the VoIP system was made using the ATA Grandstream HT702. Checking of the realized QoS parameters of VoIP services of integrated analog phones was performed in the AXON IP PBX. Several bi-directional communication links between software phones and integrated analog phones were realized and key QoS parameters were measured. Based on experimental results, it was found that the key QoS parameters defined for the conversational speech were met. Packet delay, the most important QoS parameter for the conversion speech application, was within the given limits. Also, the loss of the package was within the given limits, while the variation of the case-by-case variation oscillated around the allowed value. The

receiving buffers compensated the value of the jitter so that it did not have an effect on the conversation speech. Experimental results show that successful integration of analog terminal devices into a VoIP system based on the AXON IP PBX has been performed.

#### REFERENCES

- [1] H. Sinnreich, A. Johnston, "Internet Communications Using SIP: Delivering VoIP and Multimedia Services with Session Initiation Protocol", Wiley Publishing, Inc., 2006.
- [2] M. Jevtović, Z. Veličković, "Komunikacioni protokoli prepletenih slojeva", Akademska Misao, Beograd, 2013.
- [3] ETSI TR 102 805-1, User Group; End-to-end QoS management at the Network Interfaces; Part 1: User's E2E QoS - Analysis of the NGN interfaces (user case), 2009.
- [4] ITU-T Recommendation G. 1010: End-user multimedia QoS categories – ITU-T, 2001.
- [5] K. Wallace, "Implementing Cisco Unified Communications Voice over IP and QoS (CVOICE) Foundation Learning Guide", Cisco Press, 2011.
- [6] A. Corte, S. Sicari, "Assessed quality of service and voice and data integration: A case study", Computer Communications, Vol. 29, Iss. 11, pp. 1992-2003, 2006.
- [7] M. Elezi, B. Raufi, "Conception of Virtual Private Networks Using IPsec Suite of Protocols, Comparative Analysis of Distributed Database Queries Using Different IPsec Modes of Encryption", Soc. and Beh. Sci., vol.195, pp. 1938-1948. 2015.
- [8] J. Chen, L. Lee, Y. C. Tseng, "Integrating SIP and IEEE 802.11e to support handoff and multi-grade QoS for VoIP-over-WLAN applications", Comp. Net. vol. 55(8), pp. 1719-1734, 2011.
- [9] N. E. Rikli, S. Almogari, "Efficient priority schemes for the provision of end-to-end quality of service for multimedia traffic over MPLS VPN networks", Computer and Information Sciences pp. 89–98, 2013.
- [10] G. Kavitha, K. Kumari, S. Kumar, "Internet Protocol Private Branch Exchange", Int. Jour. Rec. Trends in Eng. vol. 1(2), 2009.
- [11] Grandstream Networks, Inc., "User Manual: Analog Telephone Adaptors HT701/HT702/HT704 FXS Port", 2017.
- [12] Cisco White Paper, "Network Technology Integration Drives Business Success", available at: <https://www.cisco.com/>
- [13] <http://www.nch.com.au/pbx/index.html>.
- [14] J. Jocić, Z. Veličković, "Measurement QoS Parameters of VoIP Codex as a Function of the Network Traffic Level", ICIST 2015 Proc. Vol. 2, pp. 422-426, 2015.